

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre la intersección con la CV-428 (PK 24+300) y el acceso al camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

---

*Presentado por*

Piedras Jorge, Jose Antonio

*Para la obtención del*

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

*Curso: 2020/2021*

*Fecha: 06/09/21*

*Tutor: José Manuel Campoy Ungría*



## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

1. Reportaje fotográfico
2. Estudio de tráfico
3. Trazado geométrico actual
4. Auditoria de seguridad vial
5. Diseño de firmes
6. Diseño geométrico de trazado
7. Estimación económica
8. Estudio de alternativas
9. Relación del TFG con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030

DOCUMENTO Nº2: PLANOS



# DOCUMENTO Nº1. MEMORIA.

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Contenido

1. Antecedentes y Objeto de estudio.....	5
2. Situación y emplazamiento.....	5
3. Normativa y documentación de referencia empleada en el estudio.....	6
4. Base cartográfica.....	7
5. Estado actual.....	7
5.1. Geología y Geotecnia.....	7
5.2. Hidrología.....	8
5.3. Caracterización medioambiental.....	9
5.4. Expropiaciones.....	10
5.5. Análisis del tráfico.....	11
5.6. Tipos de usuarios de la vía.....	11
5.7. Estado del Firme.....	11
5.8. Trazado geométrico.....	12
5.8.1. Trazado en planta.....	12
5.8.2. Trazado en alzado.....	13
5.8.3. Sección Transversal.....	13
6. Análisis de seguridad vial.....	13
6.1. Trazado.....	14
6.1.1. Planta.....	14
6.1.2. Alzado.....	15
6.1.3. Sec. Transversal.....	16
6.2. Señalización vertical y balizamiento.....	16
6.3. Marcas Viales.....	17
6.4. Márgenes y sistemas de contención.....	17
6.5. Visibilidad.....	18
7. Propuestas de mejora.....	19
7.1. Alternativa 1.....	19
7.2. Alternativa 2.....	22
7.3. Estimación Económica.....	24
8. Valoración global de alternativas.....	25
9. Alternativa adoptada.....	26
10. Conclusiones.....	26

## 1. Antecedentes y Objeto de estudio

El siguiente documento recoge los datos analizados para el estudio de la mejora de la seguridad vial en un tramo de la carretera CV-425, situado en el término municipal de Cortes de Pallás, en el interior de la provincia de Valencia, perteneciente a la comarca de la Hoya de Buñol. Se trata de una carretera de titularidad provincial (Diputación de Valencia), perteneciente a la red local de la Comunidad Valenciana, y que permite la conexión de la carretera N-330 (por las aldeas de Cortes de Pallás) con los pueblos que se localizan en la zona central de la comarca (Buñol, Alborache, Macastre, Yátova).

El tramo objeto de estudio se inicia en la rotonda que sirve de intersección con la carretera CV-428 en el PK 24+700 y termina en el acceso del camino El Oro-Venta Gaeta en el PK 29+300, contando con una longitud total de 4.6 km.

Dicho tramo se sitúa en una zona de fuerte orografía ondulada que marca de forma determinante el trazado del mismo, presentando una sección estrecha de 4,25 m de anchura, la cual carece de arceles, en tramos de rectas y una sección de 6 m, de doble sentido y sin arceles, en zonas de consecución de curvas.

Dicho tramo tiene una Intensidad Media Diaria (IMD) inferior a 100 vehículos/día con un porcentaje de vehículos pesados del 3 %, distinguiéndose un considerable tráfico ciclista y motorista durante los fines de semana y periodos vacacionales.

El objeto de este estudio es analizar la carretera existente desde el punto de vista de la seguridad vial, diagnosticar la problemática asociada a la misma y recoger diferentes propuestas de mejora del trazado, el firme, la señalización, balizamiento y los sistemas de contención entre otros. Entre las soluciones de mejora estudiadas, se pretende alcanzar la alternativa más viable desde el punto de vista técnico, funcional, económico, medioambiental y social.

## 2. Situación y emplazamiento

La CV-425 es una carretera local que conecta las poblaciones Buñol y Cortes de Pallás en el interior de la provincia de Valencia.

El tramo objeto de estudio se sitúa entre los puntos kilométricos 24+700 y 29+300 de la carretera CV-425 situada en el término municipal de Cortes de Pallás, en la frontera entre la comarca de la Hoya de Buñol y el Valle de Cofrentes, en la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana, España.

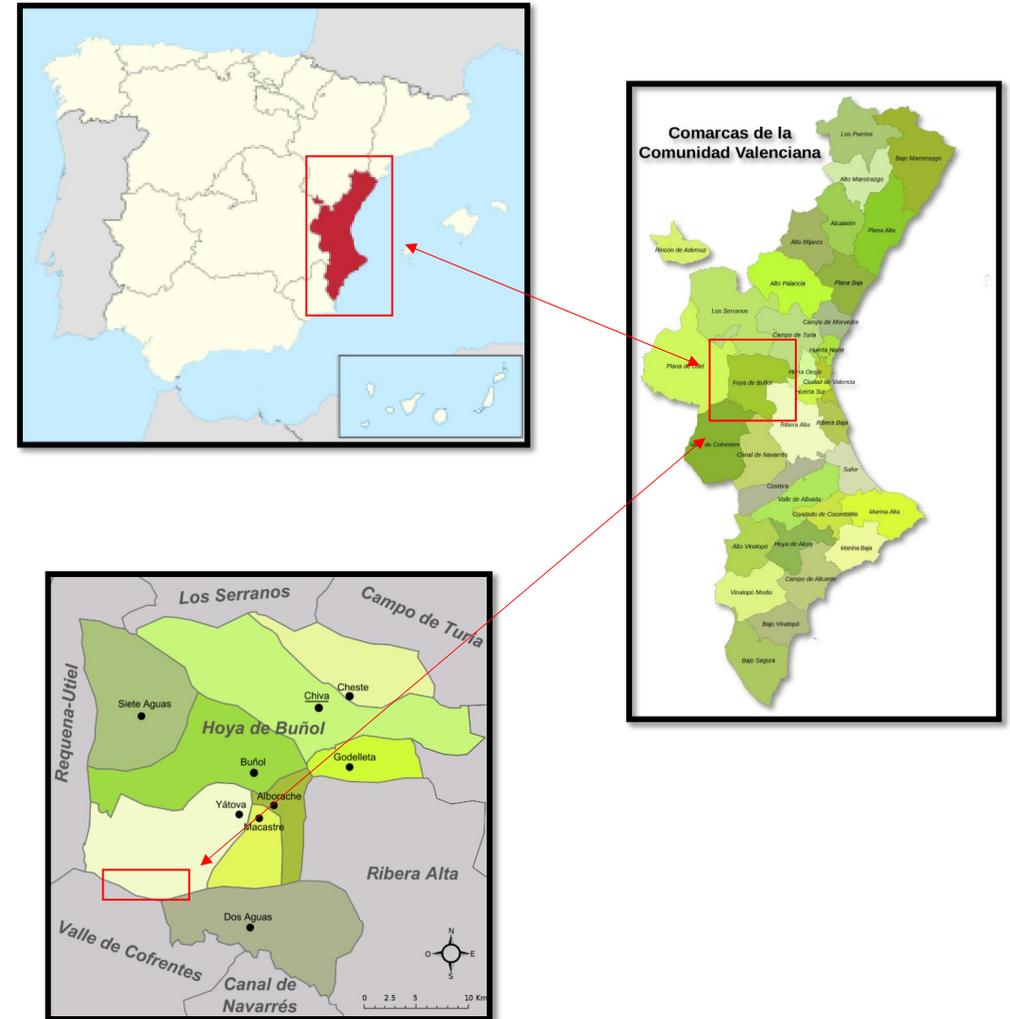


Ilustración 1: Localización de carretera CV-425. Fuente: Elaboración propia

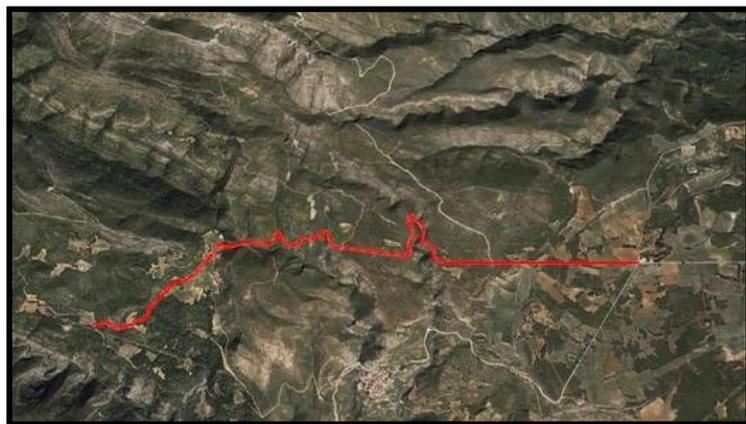


Ilustración 2:Tramo objeto de estudio. Fuente:Elaboración propia

El tramo objeto de estudio, comprendido entre los puntos kilométricos 24+700 y 29+300, se caracteriza por encontrarse muy condicionado por la zona montañosa donde se encuentra y los distintos barrancos que interrumpen su paso, lo que obliga al trazado del mismo a rodear dichos desniveles mediante un elevado número de curvas consecutivas que tratan de ajustarse al terreno existente en la zona.

Se adjuntan en el anejo nº1 reportaje fotográfico un listado de fotografías realizadas durante las diversas visitas de campo con la finalidad de exponer de manera más visual el estado actual de la carretera.

### 3. Normativa y documentación de referencia empleada en el estudio

Para la redacción del presente estudio se ha utilizado la siguiente documentación como referencia en la redacción tanto de la presente memoria como de cada uno de los anejos correspondientes:

- Norma 3.1IC-Trazado, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Norma 6.1IC-Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Norma 6.3IC-Rehabilitación de Carreteras, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Norma 8.1IC-Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras. Dirección general de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).

- ORDEN CIRCULAR 30/2012 por la que se aprueban las directrices de los procedimientos para la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la red de carreteras del estado. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- España. ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Boletín Oficial del Estado, 12 de diciembre de 2003, núm. 297, p. 44275. o España.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, núm. 3, p.584. o España. Orden Circular 37/2016.
- Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación. (Madrid, Ministerio del Interior, DGT, 2000)
- Orden Circular 37/2016 Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras. Secretaría de Estado de infraestructuras, Transporte y Vivienda. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. Secretaría de estado de infraestructuras, transporte y vivienda. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Campaña geotécnica (julio de 2010) realizada por la diputación de Valencia, área de carreteras.
- MapasIGME. Portal de cartografía del IGME: MAGNA 50 - Hoja 745 (JALANCE).
- Fichas de Estaciones de Aforos área carreteras diputación de Valencia.
- OrdenFOM/3317/2010 (Ministerio de Fomento). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).
- Highway Capacity Manual 6th Edición (2016), Nivel de Servicio en Carreteras Convencionales.
- Naciones Unidas | Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano.
- Objetivos de Desarrollo Sostenible. Ministerio de asuntos exteriores.
- Objetivos de desarrollo sostenible. PNUD.

#### 4. Base cartográfica

En la elaboración de este estudio para la mejora de la seguridad vial en el tramo de la carretera CV-425 comprendido entre el PK 24+700 y el PK 29+300, se ha trabajado tomando como referencia cartográfica del terreno la cartografía representada a partir de las curvas de nivel 3D de la zona proporcionadas por el tutor.

Para la elaboración de trazado mediante la herramienta de software Autocad Civil 3D se han utilizado las curvas de nivel previamente mencionadas superpuestas sobre la georreferencia disponible por el mismo programa según el sistema de coordenadas ETRS89.UTM-30N.

#### 5. Estado actual

##### 5.1. Geología y Geotecnia

El objetivo de este apartado es conocer las características referentes a la geología y geotecnia del terreno, sobre el que discurre el trazado actual del tramo objeto de este estudio. Se pretende así conocer el comportamiento del terreno para la estabilidad de los taludes que se puedan generar a raíz de los desmontes y terraplenes que se puedan llegar a plantear sobre el tramo de carretera a acondicionar en alguna de las propuestas de mejora. Adicionalmente, la caracterización Geológica también adquiere importancia debido a la presencia de elementos estructurales que se adaptan a la complicada situación montañosa que sufre este tramo del trazado de la carretera CV-425.

Para la obtención de datos relativos a la composición geológica del terreno sobre el cual se emplaza el tramo objeto de estudio, se utilizan los datos geológicos obtenidos en la hoja de Jalance (27-29) del Mapa Geológico del IGME 745, (serie MAGNA 1:50.000) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), junto con los resultados de los datos recogidos en la campaña geotécnica (julio de 2010) realizada por el área de carreteras de la diputación de Valencia, a lo largo de la traza de la carretera CV-425, como base para futuros proyectos en de infraestructura en la zona.

La carretera CV-425 discurre a lo largo de la denominada "Muela del Moro", unidad geomorfológica característica de esta zona en la que los ríos Júcar y Cabriel proporcionan una serie de encajamientos debidos en parte a la estructura geológica y a la litología de las formaciones sedimentarias. Estos dos aspectos influyen, junto a la acción erosiva de los agentes externos, en la formación de muelas y valles de gran profundidad, lo que facilita el desarrollo de laderas muy escarpadas, dando lugar a desniveles de elevada importancia, llegando a veces a ser superiores a los 600 m.

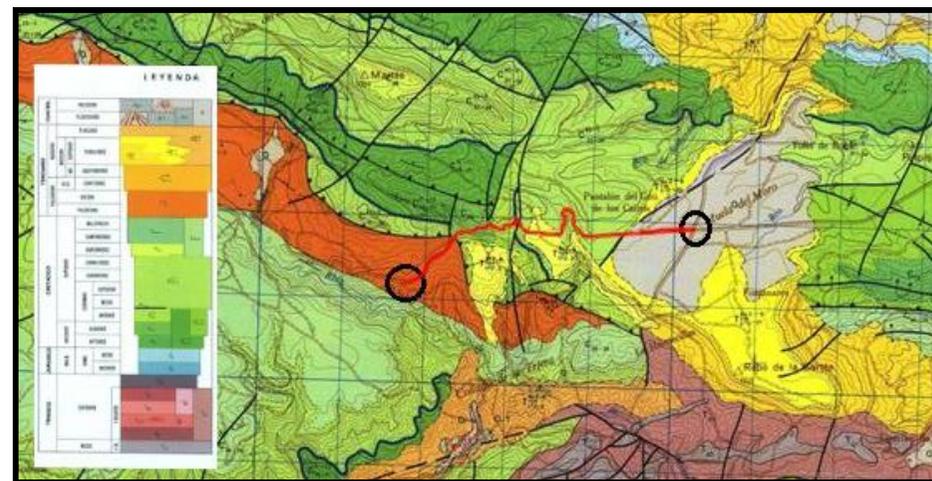


Ilustración 3: Mapa geológico del IGME. Hoja 27. Fuente: IGME.

El terreno sobre el que discurre el trazado actual del tramo objeto de estudio está formado por varias unidades geológicas. Dada la zona en la que se localiza la carretera, con la información sobre esta zona sacada de la hoja 745 del IGME junto con las conclusiones del estudio geotécnico de la diputación se obtiene la siguiente descripción de dichas unidades geológicas:

En primer lugar se considera que existe una capa de suelo vegetal a lo largo del tramo, de entre 20 a 30 cm de espesor. La traza bajo la capa vegetal presenta la siguiente tramificación en cuanto al material subyacente:

- Indiferenciado. recubrimiento cuaternario de origen coluvial-aluvial (Pk 00+00 - Pk 00+970)
- Calizas y dolomías amarillentas, parcialmente karstificadas y superficialmente muy fracturadas. (Pk 00+970 - Pk 02+129)
- Conglomerados calcáreos rojos de matriz arcillosa (Pk 02+129 - Pk 02+591)
- Dolomías amarillentas, parcialmente karstificadas y superficialmente muy fracturadas (Pk 02+591 - Pk 03+070)
- Calizas microcristalinas, calcarenitas y areniscas (Pk 03+070 - Pk 03+394)
- Arenas, areniscas, margas y arcillas rojas (Pk 03+394 - Pk 04+626)

En base a estos datos se pueden establecer diversas magnitudes a tener en cuenta, como la cohesión, el ángulo de rozamiento interno y la resistencia a compresión simple para la correcta ejecución de la vía, como son estabilidad de taludes, la capacidad de soporte de los

esfuerzos que los vehículos transmitirán al terreno, así como el dimensionamiento de cimentaciones de las diferentes obras de fábrica en caso de que sean necesarias.

Como resultado de todos los datos recogidos y el estudio geotécnico realizado previamente en la zona se obtienen las siguientes conclusiones a tener en cuenta a la hora de proyectar las distintas soluciones:

- Se ha detectado una capa de suelo vegetal de 20 a 30 cm. de espesor, que puede considerarse más o menos uniforme a lo largo de todo el tramo estudiado.
- En los tramos de afloramiento de las calizas y dolomías, se contará con una explanada natural de excelente capacidad portante, con la sola extensión de una capa granular de regularización, por lo que se le puede asignar una explanada de tipo E2.
- Para los tramos donde afloran otros materiales, se puede considerar que los materiales se clasifican como suelos tolerables a efectos de su reaprovechamiento o de definición de la explanada.
- Los materiales son ripables en la capa superficial; no obstante, donde el macizo se presente más sano, deberá considerarse no ripable.
- En los macizos rocosos no se recomiendan taludes definitivos superiores a 3V:1H.

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02) señala que la localidad de Cortes de Pallás se localiza en un área con una intensidad sísmica de grado bajo; tiene asignada una aceleración sísmica básica de 0,06 veces la aceleración de la gravedad; este índice representa la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 500 años. Además, el coeficiente de contribución es de 1.0. Por lo tanto, a efectos del cálculo de estructuras, se debe tener en consideración el efecto de las acciones sísmicas, según la normativa vigente.

## 5.2. Hidrología

El objetivo de este apartado es conocer las características referentes a la hidrología de la zona sobre la que discurre el trazado actual del tramo objeto de este estudio. Se pretende así conocer el comportamiento del área de afección de la misma con el objetivo de conocer la capacidad de drenaje existente, así como dimensionar futuras obras de drenaje en caso de ser necesario para las propuestas de mejora.

El tramo de la carretera CV-425 objeto de estudio se ve influido por las condiciones de drenaje natural de un área que se extiende aproximadamente alrededor de 2,31 Km<sup>2</sup> a ambos lados de la misma, la cual como ya se ha mencionado previamente discurre a lo largo de la denominada "Muela del Moro", unidad geomorfológica que se caracteriza por la formación de muelas y valles de gran profundidad.

Se han registrado diversas cuencas vertientes, grafiadas conforme a las líneas vertientes a partir de las curvas de nivel, las cuales pueden clasificarse como de tamaño pequeño puesto que el tiempo de concentración calculado es menor que 6 minutos en todos los casos.

Los desniveles de estas cuencas son muy variables, oscilando entre unas y otras con valores de 3% y 14%. Se presentan en general con terrenos con masa forestal y presencia de cultivos arbóreos y herbáceos. No cabe destacar ninguna zona en la que alguna modificación de trazado pueda cambiar significativamente el curso de las cuencas estudiadas debido a las posibles modificaciones a proyectar.

La función de las obras de drenaje transversal en una carretera es dar continuidad a la red natural del terreno que atraviesa la infraestructura. Por ello se proyectan estructuras, en función de un determinado caudal de diseño, que cumplan con los requisitos necesarios para dicha función. Dichas estructuras pueden ser de tipo puente o tipo ODT (obra de drenaje transversal), y deben afectar lo menos posible la circulación del agua por el terreno natural.

Como se indica en apartados anteriores, la zona que atraviesa la carretera está constituida por un terreno ondulado que cruza dos barrancos, en los cuales se encuentran localizados desniveles que se salvan con obras de drenaje transversal tipo puente, ya que se tratan de espacios amplios de una dimensión considerable. Estas obras se localizan en los siguientes tramos de la vía:

-Entre el pk1+782 y el pk1+810 se localiza un puente de 28 m de longitud que salva barranco del fraile.

-Entre el pk03+383 y el pk03+439 se localiza un puente de arco de 26 m de longitud que salva el barranco de la cierva, en su cruce con el trazado.



Ilustración 4: Estructura sobre barranco del fraile.

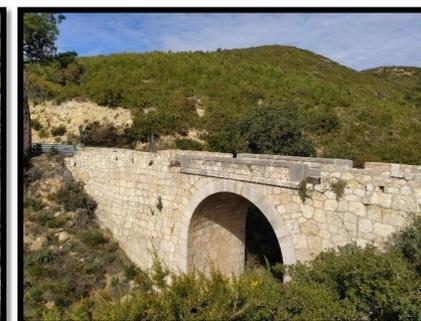


Ilustración 5: Estructura sobre barranco de la cierva.

En cuanto al drenaje de las aguas superficiales se requiere de elementos que presentan funciones diferentes, cuya finalidad es la de evacuar el agua de la infraestructura, sin modificar en gran medida el curso hidrológico del agua sobre el terreno.

Por tanto, siguiendo la Instrucción 5.2-IC, para la justificación hidráulica de las cunetas y pequeñas obras de fábrica proyectadas para transportar la escorrentía generada en las calzadas hacia los puntos de desagüe natural del terreno, se ha tomado un periodo de retorno de 25 años para drenaje longitudinal y de 100 años para el transversal, obteniendo los siguientes caudales máximos de la memoria técnica del mapa de caudales del ministerio de fomento en junio de 2011:

- $Q_{100}=1.58$  m<sup>3</sup>/s
- $Q_{25}=0.2565$  m<sup>3</sup>/s

A lo largo del tramo objeto de estudio se han detectado 11 obras de drenaje transversal localizadas en puntos estratégicos, con 800 mm de diámetro de las mismas. Se considera que son dispositivos que gozan de las prestaciones adecuadas para seguir en servicio tras la nueva actuación y que se encuentran en buen estado de conservación en mayor medida.

En caso de realizar cambios de sección en los que se vean afectadas se mantendrá la capacidad de desagüe actual ampliando la longitud de las mismas en caso de ampliación de la calzada, previa demolición de las existentes, especificándolo en la propuesta de mejora correspondiente.



Ilustración 6: O.D.T Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 7: O.D.T Fuente: Elaboración propia.

Se incluyen imágenes en detalle de las obras de drenaje en el correspondiente anejo nº1 de reportaje fotográfico.

En cuanto a el drenaje longitudinal presente en la carretera, este está formado por cunetas en tierra en la mayor parte de su longitud, alternando con cunetas revestidas de hormigón que conducen el curso del agua hasta las O.D.T existentes en los puntos bajos del trazado.

La distribución completa actual de las obras de drenaje, tanto longitudinales como transversales, se muestra en la siguiente tabla. Se detalla la misma en los planos de drenaje adjuntos en el documento nº2.

N.º	Tipo de drenaje	PK
3	O.D.T	00+400
4	O.D.T	01+150
1	Cuneta revestida	01+340 a 01+782
4	O.D.T	01+715
5	Estructura de paso	01+782 a 01+181
1	Cuneta revestida	01+181 a 02+145
7	O.D.T	02+320
8	O.D.T	02+560
1	Cuneta revestida	02+680 a 02+730
7	O.D.T	02+750
11	Cuneta sin revestir	02+770 a 03+383
12	O.D.T	02+910
13	Estructura de paso	03+383 a 03+439
11	Cuneta sin revestir	03+800 a 04+420
12	O.D.T	03+980
13	O.D.T	04+160
14	O.D.T	04+440
15	O.D.T	04+620

Tabla 1: Sistemas de drenaje existentes. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Caracterización medioambiental

El territorio por el que discurre la carretera CV-425 en el tramo objeto de estudio presenta los siguientes rasgos típicos del clima mediterráneo:

- Sequía estival
- Temperaturas de tipo subtropical
- Unas lluvias invernales moderadas
- Lluvias primaverales y otoñales algo más abundantes

La posición del tramo objeto de estudio es una situación intermedia entre el litoral y la Meseta, lo cual dota al clima de rasgos de transición entre el clima de la llanura litoral, más torrencial y con más lluvias otoñales, y el clima de la Meseta y de los altiplanos valencianos del interior, con lluvias de primavera que equilibran o superan las de otoño y temperaturas más extremas. La combinación de todos estos rasgos térmicos y pluviométricos hace que tengamos un clima de tipo semiárido en cotas bajas, mientras que pasa a ser de tipo subhúmedo en las zonas más elevadas.

Los proyectos de obra deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en los términos establecidos en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3, que dice: "solo deberán someterse a evaluación de impacto ambiental cuando así lo decida el órgano ambiental, los proyectos públicos o privados no incluidos en el anexo I y que puedan afectar directa o indirectamente a espacios de la red natura 2000"

El tramo objeto de estudio se encuentra en una zona perteneciente a la red natura 2000 y está incluida en zona protegida sometida a normas de gestión ambiental. El trazado del tramo en estudio atraviesa la ZEPA "Sierra Martés-Muela de Cortes" y el LIC "Sierra Martés-Sierra el Ave"

Adicionalmente, según la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, al desarrollarse en suelo forestal se requerirá como mínimo la emisión de estimación de impacto ambiental. Concretamente en su artículo 63 dice: "Sin perjuicio de lo dispuesto en la legislación específica, se someterán al procedimiento de estimación de impacto ambiental los proyectos que, afectando a terrenos forestales, se relacionan a continuación:

"...Carreteras, caminos y pistas forestales y su ampliación, cuando no están sometidos a declaración de impacto, exceptuándose las necesarias para la defensa contra incendios...."

Las actuaciones que se puedan llegar a proyectar, de forma derivada de las propuestas de mejora que se establezcan en este estudio de seguridad vial, no están incluidas en el Anexo I, sin embargo, su trazado atraviesa la ZEPA "Sierra Martés-Muela de Cortes" y el LIC "Sierra Martés-Sierra el Ave" como ya se ha mencionado previamente.



Ilustración 8: Mapa red natura 200. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 9: Mapa red natura 200. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, a la hora de ejecutar las obras proyectadas como consecuencia de este estudio de seguridad vial será necesario realizar la consulta correspondiente al órgano competente en

materia de medio ambiente, que para este caso es la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, de la Com. Valenciana, sobre el sometimiento del proyecto a Evaluación de Impacto Ambiental o Estimación de Impacto Ambiental.

En caso de considerar que las modificaciones tienen incidencia visual sobre el paisaje, de acuerdo con la Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana, deberá acompañarse de un Estudio de Integración Paisajística el proyecto de obra resultante.

#### 5.4. Expropiaciones

El tramo de la carretera objeto de estudio discurre, mayoritariamente, a través de zonas rústicas y forestales, por lo tanto no se producen afecciones en Suelo Urbano.

Los terrenos que pueden verse afectados por las propuestas de mejora son terrenos agrícolas, mayoritariamente frutales de secano y en menor medida huerta y erial. Además, entre los terrenos ocupados por la calzada actual encontramos zonas de matorral y pinar.

Se han considerado el siguiente criterio para determinar la superficie afectada, y por tanto susceptible de sufrir expropiaciones:

- A cada lado del tronco principal de la carretera, se adopta una superficie de expropiación de tres (3) metros a partir del pie de talud o cabeza de desmonte.

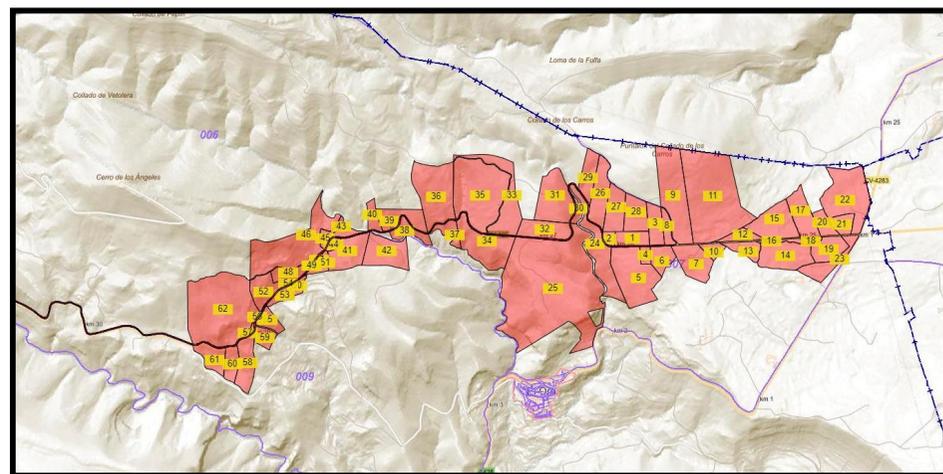


Ilustración 10: Mapa de expropiaciones. Fuente Sede electrónica del catastro.

## 5.5. Análisis del tráfico

Las alternativas presentadas en el estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 comprenden ampliación, mejora de plataforma y trazado de la carretera existente. Por tanto, se considera que los datos aforados por la diputación de Valencia en los últimos años son representativos del tráfico potencial de la vía una vez mejorada; no obstante, es necesario realizar las previsiones de variación en el tiempo a partir de los aforos conocidos.

Para ello se analizan los valores de la intensidad media diaria (IMD) aforados en el tramo afectado de la carretera objeto de estudio, obtenidos de los libros de aforos obtenidos del área de carreteras de la Diputación de Valencia, y realizando una proyección del tráfico al año actual y al año previsto de puesta en servicio.

Los datos de los últimos años son:

Año	IMD	%Pesados	%Motos
2016	30	7,41	18,52
2017	79	4,48	4,48
2018	75	5,97	4,28

Tabla 2: Datos libros de aforo. Fuente: Elaboración propia.

Las mediciones realizadas en los años señalados se han tomado de la estación de cobertura de código: 425070, la cual según consideraciones de la diputación cubre un tramo de 20.78 Km con Pk inicial: 24.60 y Pk final: 45.38, por tanto, se considera que dicha estación cubre los datos de tráfico del tramo objeto de estudio.

Para realizar las proyecciones de tráfico a los años correspondientes se utilizarán los coeficientes de crecimiento anual a utilizar en estudios de tráfico definidos en el apéndice II de la Orden FOM/3317/2010, BOE del 23/12/2010 obteniendo los siguientes resultados:

$$IMD_{2021} = IMD_{2018} * 1,0144^3 = 78 \text{ veh/d}$$

$$IMD_{2024} = IMD_{2021} * 1,0144^3 = 81 \text{ veh/d}$$

$$IMD_{2044} = IMD_{2024} * 1,0144^{20} = 108 \text{ veh/d}$$

Para el análisis y estimación del nivel de servicio del tramo objeto de estudio, se ha seguido los criterios definidos en el Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de los Estados Unidos. Con el análisis de la Intensidad Media Diaria y el Nivel de Servicio del tramo objeto de estudio de la CV-425 que se está analizando, se acondicionará dicho tramo al tráfico de vehículos requerido, mejorando la seguridad y comodidad de la vía en todo su trazado.

Fecha	Nivel de Servicio
Año redacción estudio	A
Año puesta en servicio	A
Año Horizonte	A

Tabla 3: Nivel de servicio. Fuente: Elaboración propia.

Como cabía esperar dado al bajo número de vehículos que presenta la carretera, el nivel de servicio para cualquiera de las situaciones es el máximo posible, con un nivel de servicio A.

Los datos de tráfico del tramo reflejan una IMD que en ningún caso justificaría a nivel profesional ningún tipo de actuación sobre el tramo, principalmente por motivos económicos, lo que no es impedimento para que por motivos de trazado y seguridad vial que se verán en posteriores apartados sí sea necesario, al menos, plantear posibles soluciones ante los problemas existentes.

## 5.6. Tipos de usuarios de la vía

El tramo objeto de estudio se caracteriza por tener una intensidad de tráfico baja compuesta por usuarios habituales de la carretera, y no existen focos generadores de tráfico que requieran un estudio especial ni se encuentran localizadas en el entorno de la carretera ninguna instalación o centro atractor que pueda ocasionar puntas de tráfico que deban ser consideradas aisladamente.

Sin embargo, cabe destacar que dadas las características de la zona se conoce una composición del tráfico a tener en cuenta especialmente en periodos vacacionales o fines de semana, en la cual destaca la fuerte presencia de motocicletas y grupos ciclistas, agrupados en secciones estrechas, sin arcones y sin posibilidad de adelantamiento, lo que se podría considerar un foco potencial de accidentalidad.

## 5.7. Estado del Firme

La función principal del pavimento es proporcionar una superficie de rodadura con condiciones de seguridad y confort, sin embargo, cuando este presenta malas condiciones de conservación pueden generarse problemas derivados de una mala regularidad superficial, deflexiones u otros problemas superficiales.

En ocasiones producen una reducción de la velocidad de operación puede suponer menor siniestralidad y peor operación, mientras que una mejora de las condiciones del pavimento en trazados complejos puede provocar un aumento de la siniestralidad.

Para la caracterización del firme existente se ha realizado un análisis de su estado actual, con el objetivo de poder determinar posteriormente, mediante las propuestas de mejora, la conveniencia de actuar sobre éste mediante rehabilitación superficial o su total reconstrucción.

El análisis del estado actual se ha realizado mediante inspección visual del firme existente, durante las visitas de campo, para la identificación de las patologías existentes y de aquellos aspectos de su entorno que puedan tener influencia en su estado así como de aquellos tramos

que presentan una mayor concentración de las mismas. Adicionalmente, se cuenta con los datos obtenidos de la campaña de extracción de testigos realizada en el año 2010 por la Diputación de Valencia previo a la redacción del proyecto "Acondicionamiento y refuerzo de firme de la carretera CV-425. Tramo: P.K. 21+100 a P.K. 25+900"

En términos generales el firme del tramo objeto de estudio presenta unas condiciones aceptables, que presenta problemas principalmente por la existencia de fisuras longitudinales a lo largo de todo el tramo, algunos baches localizados generados a causa de roturas de la capa de rodadura y resaltos en los bordes de la calzada producidos por el levantamiento del firme a causa de la existencia de árboles de grandes dimensiones cercanos al margen de la calzada.



Ilustración 11: Estado del firme. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12: Estado del firme. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al espesor del firme existente, como ya se ha mencionado previamente, los servicios técnicos de la Diputación de Valencia tomaron distintos testigos de firme existente en la carretera CV-425 para determinar el espesor y naturaleza de sus capas, obteniendo un espesor entre 4 y 5 cm con la siguiente descomposición:

CV-425 (TRAMO 1)				
	Testigo 1		Testigo 2	
	PK 25+980		PK 24+980	
Capa 1	5, 2 cm.	Aglomerado asfáltico	4,5 cm.	Aglomerado asfáltico
Capa 2	1,3 cm.	Riego asfáltico	0,6 cm.	Riego asfáltico
Capa 3	6,7 cm.	Machaca	6,9 cm.	Machaca
	Terreno natural		Terreno natural	

Ilustración 13: Testigos de firme extraídos. Fuente: Área de carreteras diputación de Valencia.

Se cuenta con el dimensionamiento de las nuevas secciones de firme para las alternativas correspondientes en el anejo nº5 de diseño de firmes.

## 5.8. Trazado geométrico

El trazado del tramo objeto de estudio ha sido proyectado con parámetros de planta y alzado para una velocidad de proyecto de 50 km/h, velocidad estimada por la señalización y las características de la propia carretera, ya que no se tienen datos de la velocidad de operación. Para determinar las características geométricas tanto en planta como en alzado, se ha empleado el software de diseño AutoCAD Civil 3D. Mediante esta herramienta informática se ha realizado la restitución del tramo con el objetivo de recrear las condiciones existentes de todos los elementos que conforman la sección.

Se cuenta con el desarrollo completo de todos los elementos y los listados de alineaciones en el anejo nº3. Trazado geométrico actual.

### 5.8.1. Trazado en planta

El trazado en planta del tramo objeto de estudio se caracteriza por tener un elevado número de elementos, en concreto un número alto de curvas, dado que la gran mayoría de son de corta longitud y muy variables durante el recorrido, causado por la necesidad del trazado de adecuarse a la orografía de la zona, motivo por el cual se encuentra muy condicionado por el perfil de la montaña.

La planta del trazado cuenta con 114 elementos, entre los cuales contamos con 48 rectas, y 49 curvas. Todo el tramo se caracteriza por la presencia continua de curvas sin clotoides, en la mayoría de los casos, y curvas con clotoides no simétricas, en menor cantidad.

En cuanto a las alineaciones rectas, de las cuales existen un total de 48, 31 de ellas se encuentran entre curvas circulares de sentido contrario (curvas en "S"), 12 de ellas entre curvas circulares del mismo sentido (curvas en "C") y 5 de ellas entre curvas aisladas.

Tipo de Curva	Número
Aislada	5
Curvas en S	31
Curvas en C	12

Tabla 4: Tipos de curvas. Fuente: Elaboración propia.

En lo que corresponde a las alineaciones curvas, se trata de un tramo de carretera de montaña que se caracteriza por curvas de radios muy pequeños, entre los cuales destaca que más de la mitad no llegan a alcanzar un radio de 60 m y hasta un total de 15 curvas cuentan con un radio inferior a 30 m.

Radios de curvas	Número
0-30	15
30-60	12
60-100	7
100	12

Tabla 5: Radios de curvas. Fuente: Elaboración propia.

### 5.8.2. Trazado en alzado

El trazado en alzado del tramo objeto de estudio cuenta con un número inferior de elementos, en comparación con la planta, con 39, de los cuales 20 son rectas y 19 son acuerdos verticales, divididos entre ellos por 9 convexos y 10 cóncavos, los cuales se caracterizan por tener un escaso recorrido de desarrollo.

Acuerdos	Número
Convexos	9
Cóncavos	10

Tabla 6: Acuerdos verticales. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las alineaciones rectas del trazado en alzado, el tramo cuenta con 20 inclinaciones de rasante de las cuales 10 son rampas y 10 son en pendiente.

Nº elemento	Longitud	Pendientes
1	743.818m	3.63%
2	45.947m	1.03%
3	134.997m	5.63%
4	265.198m	2.07%
5	422.032m	-3.52%
6	148.954m	0.16%
7	391.055m	4.89%
8	67.576m	0.32%
9	85.218m	5.18%
10	137.017m	1.44%
11	126.314m	-0.82%
12	250.041m	-6.22%
13	365.278m	-0.98%
14	40.247m	-0.07%
15	163.157m	8.34%
16	409.435m	-2.68%
17	85.261m	-0.60%
18	108.234m	2.41%
19	160.594m	-5.93%
20	168.777m	1.94%

Tabla 7: Tangentes en acuerdos verticales Fuente: Elaboración propia.

### 5.8.3. Sección Transversal

El tramo objeto de estudio contiene diferencias importantes en el ancho de la sección transversal durante su longitud, por ello se ha dividido el recorrido en 5 tramos distintos en función del ancho de su sección.

El tramo tiene una longitud total de 4.640 km, en los que se va a tomar el Pk 24+700 como el Kilómetro 00.00 del tramo, punto desde el cual se va a comenzar la división en secciones, obteniendo los siguientes tramos:

Sección	Pk inicial	Pk final	Ancho
Sección 1	00+00	01+221	4,25
Sección 2	01+221	03+383	6
Estrechamiento	03+383	03+439	4,5
Sección 3	03+439	04+557	6
Sección 4	04+557	04+641	4,25

Tabla 8: Secciones transversales. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la sección en los tramos que cuentan con 6m de ancho contiene dos carriles sin arcenes, mientras que las secciones con un ancho inferior cuentan con un único carril sin arcenes.

## 6. Análisis de seguridad vial

Como se ha visto en el apartado anterior, el tramo objeto de estudio presenta unas características geométricas complejas debido a la necesidad del mismo de adaptarse al terreno existente en la zona, por tanto, se va a realizar una inspección del tramo completo con el objetivo de detectar aquellos puntos de conflicto que puedan suponer un peligro para la seguridad vial en el tramo.

Para ello, la inspección consistirá en la revisión detallada de los elementos de la carretera con el fin de exponer las deficiencias que presenta la carretera según las prescripciones y requisitos de la Norma correspondiente, lo que será de gran utilidad para la realización de las posteriores propuestas de mejora, puesto que la corrección de las deficiencias mostradas en este documento con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad de la circulación son el objetivo último de este estudio de mejora.

Se ha realizado el análisis siguiendo los criterios de la ORDEN CIRCULAR 30/2012 del ministerio de Fomento, actual ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, tomando el apartado 4.3.1 de dicha orden circular como índice de los aspectos a inspeccionar en el tramo objeto de estudio.

Para ello, se ha comprobado el cumplimiento de los elementos conforme a las normativas 8.1-IC de señalización y 3.1-IC de trazado.

En el anejo nº4. Auditoria de seguridad vial se encuentra el desarrollo completo de los aspectos que en este apartado se van a describir.

## 6.1. Trazado

### 6.1.1. Planta

Son consideradas como alineaciones rectas aquellas que presentan radio infinito, y sus características dentro del trazado son delimitadas por la Norma 3.1-IC. Dichos elementos quedan limitados por una longitud máxima, con el fin de evitar problemas vinculados al cansancio, deslumbramientos y excesos de velocidad. Por otra parte, también se ven limitadas a una longitud mínima que considere la adaptación en la conducción y la comodidad.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, las rectas del tramo objeto de estudio deben cumplir las siguientes condiciones:

Recta mínima, curva en C:	139 m
Recta mínima, curva en S:	69,5 m
Recta máxima:	835 m

Tabla 9: Rectas mínimas por norma. Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de las alineaciones rectas realizado se puede deducir que la práctica totalidad de las alineaciones rectas son rectas de longitud limitada en las que no se cumple con las longitudes mínimas entre curvas en ningún caso cuando se encuentran entre curvas en S o C, lo que genera un grave problema de seguridad vial debido a las dudas provocadas al conductor para adaptar su velocidad al trazado por el que circula, pudiendo provocar accidentes graves.

Tipo de Curva	Número	Cumplen Norma
Aislada	5	4
Curvas en S	31	0
Curvas en C	12	0

Tabla 10: Tipos de rectas. Fuente: Elaboración propia.

Las curvas circulares son los elementos de trazado necesarios para enlazar dos alineaciones rectas con direcciones diferentes. Estos elementos vienen definidos por su radio, el cual viene determinado por varios parámetros directos como son la velocidad, el palante y el rozamiento transversal movilizado y por otros condicionantes como la visibilidad de parada en toda su longitud y la coordinación del trazado en planta y alzado, con el objetivo de evitar pérdidas de trazado o de orientación.

En el caso de nuestra carretera objeto de estudio contamos con una velocidad de proyecto  $V_p = 50$  km/H, por lo que según la norma de trazado correspondiente es necesario que todas las curvas cuenten con un radio mínimo de 85 m. Como podemos comprobar en la tabla resumen adjunta, 37 de las 49 curvas no cumplen este requisito.

Tipo de Curva	Número
Radio Superior al mínimo	12
Radio Inferior al mínimo	37
Curvas totales	49

Tabla 11: Tipos de curva. Fuente: Elaboración propia.

Entre curvas consecutivas sin recta intermedia o con recta intermedia de longitud inferior o igual a 400 metros, lo cual en nuestro caso supone la mayoría de las rectas entre curvas, se deberá evitar que la diferencia de radios sea excesivamente brusca, evitando variaciones en la velocidad de operación que dificulten la conducción y disminuyan la seguridad. En nuestro tramo de estudio se ha analizado la coordinación de curvas en sentido creciente y decreciente en función de los Pks obteniendo los siguientes datos:

Sentido creciente	
Tipo de Curva	Número
Correctamente coordinadas	2
Con problemas de coordinación	37
Curvas consecutivas	39

Tabla 12: Tipos de curvas. Fuente: Elaboración propia.

Sentido decreciente	
Tipo de Curva	Número
Correctamente coordinadas	5
Con problemas de coordinación	34
Curvas consecutivas	39

Tabla 13: Tipos de curvas. Fuente: Elaboración propia.

Las curvas de acuerdo (o curvas de transición) tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que, en su diseño deberán proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado. Para proporcionar dichas condiciones es necesario que todas las curvas circulares del trazado cuenten con una curva de acuerdo de entrada y otra de salida, las cuales además deberán ser simétricas.

En cuanto al análisis de las curvas de acuerdo del tramo objeto de estudio obtenemos que la mayor parte de ellas no cuentan con curvas de acuerdo:

Tipo de Curva	Número
Con clotoide	12
Sin clotoide	37
Total	49

Tabla 14:Curvas con clotoide. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que de las 12 curvas circulares que cuentan con curvas de acuerdo, en ninguna de ellas dichas curvas de acuerdo son simétricas. Adicionalmente se ha analizado si dichas curvas de acuerdo cumplen con los parámetros mínimos exigidos por norma, obteniendo los siguientes datos:

Tipo de clotoide	Número
Cumplen parámetros	4
No cumplen parámetros	8
Total	12

Tabla 15:cumplimiento de clotoides. Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2. Alzado

El trazado en alzado de una carretera se compone de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes en carretera deben estar cumplir unas limitaciones máximas en función de la velocidad de proyecto (Vp) según la norma de trazado, por lo que para el tramo objeto de estudio, con una velocidad de proyecto de 50 Km/H se tiene como máximo un 7% y un 10% como situación excepcional.

Rasantes	Número
Cumplen	19
No Cumplen	0
Excepcional	1
Total	20

Tabla 16:Cumplimiento de parámetros en alzado. Fuente: Elaboración propia.

La Norma 3.1.-IC también cita que "no se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, con la inclinación máxima establecida para cada velocidad de proyecto (Vp) y clase de carretera, cuya longitud supere tres mil metros." Además, "no se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, cuyo tiempo de recorrido, a la velocidad de proyecto (Vp), sea inferior a diez segundos (longitud medida entre vértices consecutivos)". Este último valor se calcula como la distancia que puede recorrer un vehículo a la velocidad de proyecto durante 10 segundos, cuyo valor en este caso es de 138.80 m.

$$V_p = 50 \text{ Km/h} = 13,88 \text{ m/s}$$

$$L_{\text{mín}} = 13,88 * 10 = 138,8 \text{ m}$$

Longitud recta	Número
Cumplen	11
No cumplen	9
Total	20

Tabla 17:Longitudes de recta. Fuente: Elaboración propia.

A la hora de realizar el análisis de los acuerdos verticales se tiene que considerar los aspectos de visibilidad y percepción visual, a partir de los parámetros de Kv obtenidos en la representación gráfica del trazado en alzado con el software de diseño AutoCad Civil 3D.

Parámetros visibilidad	Número
Cumplen	17
No cumplen	2
Total	19

Tabla 18:Parámetros visibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros estética	Número
Cumplen	19
No cumplen	0
Total	19

Tabla 19:Parámetros estética. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la coordinación planta alzado, el trazado de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad.

La carretera objeto de estudio se caracteriza por ser un tramo de montaña con pendientes ascendentes y rampas descendentes en todo el tramo de estudio que podrían suponer alguna de las siguientes descoordinaciones:

- Pérdida de trazado.
- Pérdida de orientación.
- Pérdida dinámica.

Para conseguir una adecuada coordinación del trazado, en toda clase de carretera, se tendrá en cuenta la siguiente condición:

- Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito.

En el caso del tramo objeto de estudio se han encontrado 2 casos de descoordinación planta alzado que podrían suponer origen de problemas de seguridad.

- **Acuerdo convexo PK 1+312**

En el primero de los casos se sufre la pérdida de coordinación puesto que el acuerdo comienza justo antes de la clotoide en sentido directo de avance de PKs, dejando así los puntos de tangencia del acuerdo fuera del radio de la curva y ocultando ligeramente a la misma.

- **Acuerdo vertical PK 0+948**

En el segundo de los casos el acuerdo se sitúa justo antes de los accesos directos al tronco de la recta en sentido directo de avance de PKs. La ubicación de este acuerdo genera que tanto desde los caminos de acceso como desde el tronco en aproximación no se disponga de visibilidad, pudiendo generar problemas de colisión directa entre los vehículos que se incorporan y los que circulan por el tronco.

### 6.1.3. Sec. Transversal

Como se ha visto en apartados anteriores el tramo se ha dividido en 5 secciones de distintas características las cuales no cumplen en ningún caso con el ancho y las condiciones mínimas exigidas, destacando entre dichas secciones los tramos de un único carril sin arcén.

Sección	Pk inicial	Pk final	Ancho
Sección 1	00+00	01+221	4,25
Sección 2	01+221	03+383	6
Estrechamiento	03+383	03+439	4,5
Sección 3	03+439	04+557	6
Sección 4	04+557	04+641	4,25

Tabla 20: Sección transversal. Fuente: Elaboración propia.

En la Norma 3.1.-IC Trazado se establece que, para una carretera convencional de velocidad de proyecto de 50 km/h, la calzada debe contar con carriles de 3 a 3,5 y arcenes de 0,5 o 1 m, además de bermas de 0,5 m. Por tanto, a la hora de proponer las alternativas de mejora será necesario obligatoriamente ampliar las secciones que cuentan con un único carril y estudiar al aumento del ancho para dotar de arcenes al resto de secciones.

## 6.2. Señalización vertical y balizamiento

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 ello, siempre que sea factible debe advertir de los posibles peligros, ordenar la circulación, recordar y proporcionar al usuario la información que precisa, siguiendo los principios básicos de la buena señalización: claridad, sencillez, uniformidad y continuidad.

En el tramo objeto de estudio de este análisis se caracteriza por la poca presencia de señalización vertical, especialmente en términos de recomendación u obligación de velocidad, lo que puede suponer un peligro potencial para un usuario no habitual de la carretera dadas las complicadas condiciones geométricas del trazado.

Durante todo el recorrido del tramo, existe prohibición del adelantamiento para la cual se deberían situar correctamente, según norma, dos señales R-305, una a cada lado de la calzada para marcar el inicio de dicha prohibición y marcar su final con una señal R-502, en el margen derecho en sentido de adelantamiento. Sin embargo, pese a que la prohibición de adelantamiento comienza antes, el tramo cuenta únicamente una señal de prohibición de adelantamiento única en el margen derecho del Pk 26+00.

Un estrechamiento como el que cuenta el tramo en el (Pk 03+383) debe señalar la prioridad de paso con antelación y contar con la correspondiente señal de aviso con distancia suficiente. En ambos sentidos se señala 60 m antes del estrechamiento, en el caso de sentido directo son 65, puesto que se coloca la señal antes de la curva inmediatamente anterior al estrechamiento dado que no existe visibilidad suficiente.

En cuanto a tamaño y visibilidad en el caso del tramo objeto de estudio, las pocas señales presentes a lo largo del recorrido cumplen las condiciones en cuanto a tamaño y forma exigidas por la norma 8.1-IC.

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. Además, el primero de los paneles advierte de la peligrosidad de esta ya que puede ser simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para tomar la curva en los términos recogidas en el apartado 8.4 de la instrucción.

Va-V <sub>2</sub>	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Ilustración 4: Paneles necesarios en función de la velocidad. Fuente: Norma 3.1-IC.

Una vez analizados los cambios de velocidad en función de la velocidad específica de cada elemento se obtienen 3 curvas que deberían contar con un primer panel doble, así como una que debe contar con uno triple acompañado de su adecuado escalón de velocidad y señalización.

Tipo de panel	Número
Simple	14
Doble	3
Triple	1

Tabla 21: Tipos de panel. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, pese a que los cálculos muestran la necesidad de dichos paneles, en todo el tramo contamos únicamente con paneles simples antes de cada curva, especialmente entre los PK (00+00 y 00+00) los cuales contienen la mayor agrupación de curvas de radio reducido.

Además, estos paneles no cumplen con el tamaño y forma exigidos, de modo que deberán ser reemplazados en las propuestas de mejora.



Ilustración 14: Panel en curva. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 15: Panel en curva. Fuente: Elaboración propia.

Durante todo el tramo, contamos con capta faros horizontales de empleo permanente (color blanco de la parte no retro reflectante), situados en los sistemas de contención en el margen exterior de la calzada. Gran parte de ellos cuentan con un deterioro importante, ya que han perdido las capacidades de retro reflectancia y al igual que pasa con las barreras en muchos casos se encuentran rotos.

### 6.3. Marcas Viales

Las marcas viales a lo largo del tramo consisten únicamente en la línea continua que separa los carriles en los tramos de dos sentidos y las líneas longitudinales de los márgenes, salvo el tramo inicial de 4.25 m de ancho el cual no distingue carriles y por lo tanto no hay marcas viales que lo señalice. Por otro lado, esta misma sección sí cuenta con una línea discontinua en los márgenes durante esta sección.

A lo largo del trazado no se encuentran cambios de continuidad para el adelantamiento ni flechas de retorno puesto que al ser de prohibición de adelantamiento al 100% no es necesario. Del mismo modo no tiene señales verticales con las que realizar Coordinación con señalización. Un repintado sería una buena opción para mejorar las condiciones de visibilidad, legibilidad y comprensión de las marcas viales.

### 6.4. Márgenes y sistemas de contención

A lo largo del tramo existen diversos problemas en los márgenes y sistemas de contención que podrían suponer un foco potencial de accidentabilidad.

A partir del estrechamiento, Pk 03+383, contamos con árboles en los márgenes de la calzada sin barrera, lo que podría suponer un problema de choque frontal en caso de pérdida de control del vehículo.

La presencia de dichos arboles genera también un obstáculo para la visibilidad, en varios casos en los que quedan recogidos por el interior de la curva. De manera análoga, a lo largo del tramo contamos con taludes pronunciados en el interior de las curvas que generan una situación en la que se cuenta con muy poco despeje.

En el caso del tramo objeto de estudio, a lo largo de todo el tramo existen barreras salva cunetas en el margen exterior de la ladera, protegiendo la posible caída. Será necesario medir su longitud ya que no todas las barreras cuentan con protección de motorista, lo que es peligroso puesto que no cuentan con perfiles IPE normativos y aún cuentan con perfiles en H.

Existen muchos defectos en los sistemas de contención instalados, ya que no siempre van al suelo en sus extremos, en muchos casos se encuentran mal anclados o incluso llegando a tener la tornillería suelta, posiblemente debido a accidentes ya producidos. Existen además varios puntos concretos en los que la barrera se encuentra deformada, ha saltado de su posición y no ha sido repuesta, lo que destaca un mantenimiento pobre.

## 6.5. Visibilidad

Como se ha mencionado en el apartado anterior, la continua existencia de taludes o agrupaciones de árboles en el interior de diversas curvas generan a lo largo de todo el tramo problemas de visibilidad que suponen un peligro importante para la seguridad vial del recorrido.

Para garantizar la existencia de una visibilidad necesaria, la distancia de visibilidad desde un punto debe ser superior a la distancia de parada en función de la velocidad de operación. Para el tramo objeto de estudio se toma la velocidad de proyecto  $V_p=50$  Km/h como velocidad de operación en todo el tramo, obteniendo la distancia de parada mediante la siguiente ecuación:

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

Siendo: =

$D_p$  = Distancia de parada (m).

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

$f_i$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento. (0,432)

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

$t_p$  = Tiempo de percepción y reacción (2 s).

Ecuación 1: Distancia de parada. Fuente: Norma 3.1-1C.

Por ello se ha realizado un análisis de visibilidad mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D, de la cual se ha obtenido los listados de visibilidad para cada sentido, adjuntos en el anejo nº 4. Auditoria de seguridad vial.

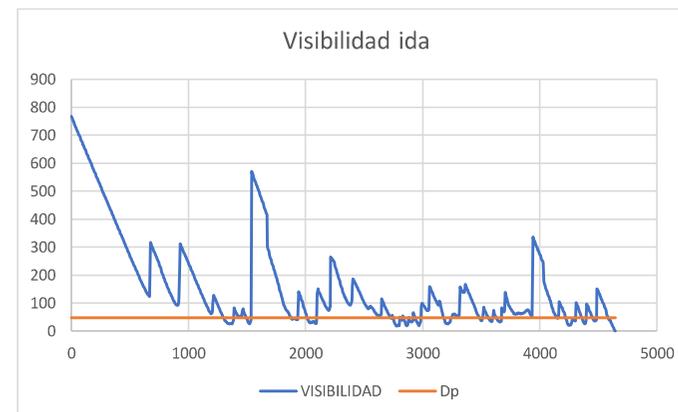


Ilustración 5: Visibilidad sentido directo. Fuente: Elaboración propia.

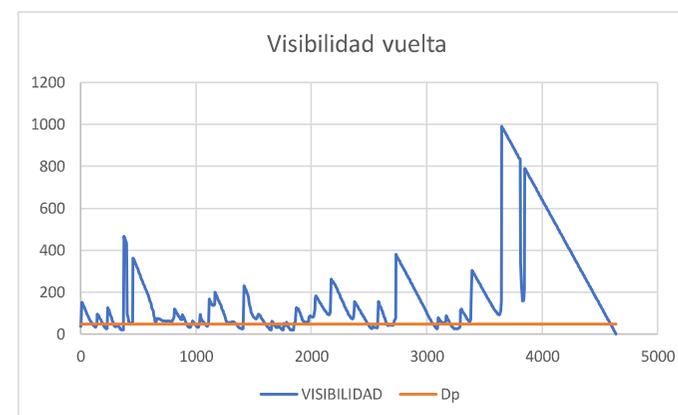


Ilustración 6: Visibilidad sentido opuesto. Fuente: Elaboración propia.

## 7. Propuestas de mejora

El análisis de la situación actual, en todos los ámbitos, ha servido para detectar las inconsistencias existentes y los incumplimientos de elementos, no solo del trazado, respecto a las normativas correspondientes. Es por tanto que en el presente apartado se buscan diferentes medidas que presenten solución a las deficiencias más destacables.

Dichas medidas se han terminado agrupando en dos alternativas contrapuestas, una primera de carácter más conservador en la que se prima el ahorro económico y se busca la mayor capacidad de mejora con el menor número de modificaciones mediante actuaciones complementarias al trazado geométrico.

Por otro lado, tenemos otra alternativa de actuación más directa en la que se presentan modificaciones del trazado en toda su extensión tratando de ajustarse a las condiciones de la zona.

### 7.1. Alternativa 1

Para esta primera propuesta, debido al escaso número de vehículos diarios que refleja el estudio de tráfico, se descarta para esta alternativa realizar cambios significativos en el trazado debido al impacto económico que supondría en comparación con la IMD del tramo, y se prioriza la mejora del tramo mediante actuaciones complementarias.

Así pues, las propuestas de esta alternativa consisten en una serie de actuaciones en las que se prioriza la mejora de la señalización, balizamiento, márgenes y sistemas de contención, actuando sobre el trazado únicamente en ciertos puntos para modificar su sección transversal o añadir sobrecancho en curvas de forma específica.

De este modo las actuaciones se pueden clasificar en:

- **Ampliación de sección transversal**

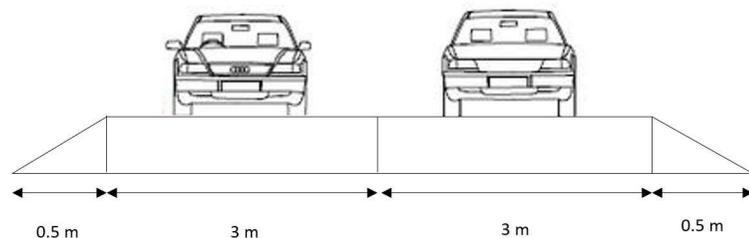


Ilustración 16: Sección transversal nueva. Fuente: Elaboración propia

Para esta nueva sección, dado que se cuenta con un ancho inferior al que se va a instalar, será necesario conformar un firme nuevo, con una explanada por debajo y una capa de

firme por encima sobre la cota del actual. En el anejo 5 se describe el proceso de selección de la que será finalmente la elección de paquete de firme a implantar:

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
	Riego de Curado	C60B3 CUR
	Suelocemento	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	45

Ilustración 17: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

#### • Tratamiento sobre el firme actual

El objetivo de la rehabilitación o renovación superficial es mejorar las características superficiales del pavimento, adecuándose a las necesidades funcionales y de durabilidad de este.

Para solucionar los problemas presentes en el firme se propone la combinación de dos actuaciones:

#### Tratamiento de regularidad superficial

Para corregir deficiencias de regularidad superficial en cualquier sobre pavimento, se utilizarán técnicas de eliminación (mediante cepillado o fresado), en combinación con un posterior recrecimiento, de modo que tras rebajar las irregularidades se establezca una capa de 5 cm de regularización por encima mediante un doble tratamiento superficial, con emulsión asfáltica c65b4 trg, con su adecuada extensión, compactación, limpieza y barrido.

Cuando, realizada la separación en tramos que necesitan tratamiento dentro del trazado existan tramos cortos (inferiores a 200 m) que no precisen rehabilitación estructural ni superficial, pero estén comprendidos entre dos contiguos que sí la necesitan, será conveniente dar continuidad a la superficie de rodadura, por criterios de uniformidad funcional.

Se va a realizar un tratamiento de regularidad superficial sobre los tramos comprendidos entre los siguientes Pks:

Tramo	PK inicial	PK Final	superficie (m2)
1	1+950	2+170	1320
2	2+750	2+975	1350
3	3+240	3+370	780
4	3+425	3+600	1050
<b>Total</b>			<b>4500</b>

Tabla 22: Superficie de tratamiento superficial. Fuente: Elaboración propia.

### Tratamiento de sellado de grietas

El sellado de grietas en pavimentos bituminosos es una operación habitual de conservación en las que se sellarán siempre que la longitud de sellado sea inferior a 3 km por kilómetro de calzada, incluso aunque este previsto un recrecimiento en dichas zonas.

En el caso de que la longitud de sellado en el tramo fuera superior a los 3 km por kilómetro de calzada, se realizará un estudio especial para determinar sus causas y su previsible evolución, con objeto de decidir si técnica y económicamente es aconsejable sellar o es necesaria la eliminación y reposición de la capa objeto de estudio.

Para el caso del tramo objeto de estudio se cuenta con 6 tramos del trazado que presentan mayores problemas de fisuración en el firme a sellar, siendo en cualquier caso una longitud total inferior a los 3 km.

Tramo	PK inicial	PK Final	Longitud fisuras (m)
1	1+345	1+490	28
2	1+700	1+775	33
3	1+865	1+960	36
4	2+366	2+738	22
5	2+905	3+050	41
6	3+068	3+206	72
<b>Total</b>			<b>232</b>

Tabla 23: Superficie de sellado de grietas. Fuente: Elaboración propia.

### • Sobreechanco en curvas:

Adicionalmente, para las curvas nº34 y 36 (Pks 02+713-02+763) y nº50 y 52 (Pks 03+142-03+202) las cuales se encuentran colocadas en C de manera consecutiva y que cuentan con los radios más pequeños de todo el trazado, se propone una ampliación mediante la ejecución de un sobreechanco para mejorar las condiciones de giro en las mismas.

Nº elemento	Radio (m)	longitud vehículo	sobreechanco
34	17	4,8	0,67
36	18	4,8	0,64
50	12	4,8	0,96
52	15	4,8	0,768

Tabla 24 Sobreechancos necesarios en curva. Fuente: Elaboración propia

Dado que se trata de elementos muy cercanos con recta intermedia por unificación de criterios se adoptará el mismo ancho, que, dado que además se trata de zonas sin arcén y radios reducidos, se va a establecer en 1 m para mayor seguridad.

### • Bermas de despeje:

Como se ha mencionado en otros documentos de este estudio la continua existencia de taludes en el interior de diversas curvas generan a lo largo de todo el tramo problemas de visibilidad que suponen un peligro importante para la seguridad vial del recorrido.

Por ello tras realizar el análisis de visibilidad mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D, se han obtenido los puntos en los cuales será necesario realizar las siguientes bermas de despeje:

Despeje para visibilidad		
Nº de berma despeje	Nº de elemento	Ancho de berma necesario
1	6	2.25
2	10	2.5
3	20	1.75
4	26	2
5	38	2.5
6	42	3
7	46	3
8	48	2
9	54	2,5
10	66	3
11	84	3.5
12	90	3
13	94	2

Tabla 25: Bermas de despeje necesarias. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizadas las bermas de despeje, se confeccionará el nuevo talud desde el pie de la misma con una inclinación 3V:1H siguiendo indicaciones del estudio geotécnico

- **Sistemas de contención:**

En cuanto a los sistemas de contención se va a remplazar las barreras de contención actuales en los puntos en los que presentan defectos de instalación o que se encuentran en estado de deterioro, colocando en su lugar las barreras correspondientes según norma con los perfiles normativos actuales de cantos rodados en sentido de circulación.

Obtenemos así la siguiente distribución:

Nº tramo	Pk inicial	Pk final
1	2+700	2+779
2	2+860	2+940
3	2+965	3+030
4	3+100	3+200
5	3+400	3+430
6	3+700	3+810
7	3+820	3+980
8	4+095	4+115
9	4+550	4+641.08

Tabla 26: Sistemas de contención a instalar. Fuente: Elaboración propia.

- **Instalación de Balizamiento y señalización vertical localizada:**

Se propone además para la inconsistencia de la señalización una correcta aplicación de los paneles de balizamiento vertical en curva según las condiciones necesarias descritas en el anejo de auditoría de seguridad vial, realizando además la sustitución de cada uno de los paneles por los paneles de adecuadas dimensiones.

Se adjuntan en el documento Planos, el despliegue de hojas de los planos descriptivos de señalización y balizamiento correspondientes a esta medida de actuación.

De este modo el nuevo criterio de instalación de paneles es el siguiente:

Nº curva	R (m)	Primer Panel	Pk (m)	Sentido
1	50	Doble	1+317.97	Directo
3	21	Simple	1+523.46	Directo
3	21	Simple	1+562.36	Opuesto
5	15	Doble	1+756.13	Directo
6	14	Simple	1+823.64	Opuesto
8	35	Simple	2+046.33	Directo
9	35	Doble	2+124.47	Opuesto

10	60	Simple	2+564.67	Directo
12	17	Simple	2+712.59	Directo
13	18	Simple	2+762.61	Opuesto
14	25	Simple	2+816.45	Opuesto
15	30	Simple	2+826.28	Directo
16	25	Simple	2+866.5	Directo
17	25	Simple	2+905.02	Directo
18	25	Simple	2+990.3	Opuesto
20	12	Simple	3+138.83	Directo
21	15	Simple	3+198.95	Opuesto
24	15	simple	3+373.00	Directo
28	30	Simple	3+584.39	Directo
28	30	Simple	3+621.19	Opuesto
32	80	Simple	3+737.53	Opuesto
38	40	Simple	4+210.10	Directo
39	35	Simple	4+286.17	Opuesto
41	50	Simple	4+341.90	Directo
42	30	Simple	4+416.92	Opuesto

Tabla 27: Paneles de balizamiento en curva. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al resto de señalización vertical se propone conservar la señalización existente y añadir en ciertos puntos localizados la nueva señalización que se cree necesaria:

Código	Cantidad	Señal	Código	Cantidad	Señal
R-1	1		P-1b	1	
R-305	4		P-17	2	
P-1	2		R-6	1	
R-2	1		R-5	1	
P-34	1		P-23	1	
P-14A	2		P-13A	4	
P-1	2		S-7	2	
S-7	2		R-301	4	
P-13B	4		S-7	1	
R-301	1		R-301	1	
P-4	1				

Ilustración 18: señalización a instalar. Fuente: Elaboración propia.

Se adjuntan en el documento Planos, el despliegue de hojas de los planos descriptivos de señalización y balizamiento correspondientes a esta medida de actuación.

## 7.2. Alternativa 2

Para esta segunda alternativa de solución se propone, en contraste con la primera, efectuar un nuevo trazado que solucione en la medida de lo posible los graves problemas geométricos que presenta el tramo objeto de estudio a fecha de redacción del mismo.

Así pues, las propuestas de esta alternativa consisten en una serie de actuaciones entre las que destaca principalmente la ejecución del nuevo trazado propuesto, así como las actuaciones derivadas del mismo, como son las nuevas secciones de firme o la nueva estructura dispuesta para salvar el barranco de la cierva. En cuanto a la señalización, balizamiento y márgenes se mantienen actuando únicamente en ciertos puntos para adaptarse a las condiciones del nuevo trazado.

### • Cambio de trazado

Dados los problemas en la geometría que presenta el trazado actual, tal y como se ha podido comprobar en el anejo de la auditoría de seguridad vial, se decide realizar una actuación directa sobre el trazado con la finalidad de mejorar considerablemente las condiciones del mismo. Para ello se han realizado cambios teniendo en cuenta la orografía existente y tratando de ajustarse lo máximo posible al trazado actual con el fin de ahorrar costes y no generar grandes movimientos de tierras.

Independientemente de los cambios producidos en el eje, los cuales se describirán a continuación, se va a ejecutar una nueva sección, de 3 m de ancho por carril y 0.5 m de ancho por arcén, uniformemente a lo largo de la toda la longitud del tramo objeto de estudio.

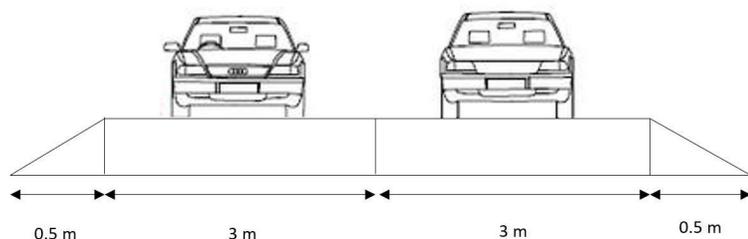


Ilustración 19: Sección transversal nueva. Fuente: Elaboración propia.

Para la elección del nuevo trazado se han estudiado las distintas alternativas de nuevo trazado en aquellos puntos de mayor conflicto del trazado actual en los que se necesitaba valorar las distintas afecciones al terreno, condiciones de seguridad y la economía que suponen cada cambio

de trazado, escogiendo para el trazado final en cada caso particularizado la opción que mejor se ajuste a los condicionantes existentes.

Todas estas modificaciones del trazado que han sido estudiadas de manera particularizada a cada caso dentro de los elementos que conforman el eje actual se recogen y desarrollan en el anejo nº7 de diseño de trazado geométrico.

El nuevo trazado recoge 51 elementos afectados por los cambios en el trazado, lo que ha resultado en una reducción de 99 elementos a 71, y una reducción de la longitud del tramo de 17 m pasando de una longitud total de 4.641 Km a 4.624 Km.

Se han realizado cambios que afectan principalmente a un número amplio de curvas con el objetivo de realizar un trazado más suave, mediante el aumento de radios, la inclusión de clotoides simétricas y la coordinación de elementos consecutivos en términos de velocidad.

Además, se particularizan los puntos clave de mayor peligro en los que se han estudiado diversas opciones para mejorar sus condiciones, como son:

- La primera curva tras la extensa recta inicial.
- Las curvas consecutivas en C de radio reducido.
- El estrechamiento sobre el barranco de la cierva.

### Ejecución nueva sección de firme

La ampliación del tronco mediante la ejecución de la nueva sección, con dos carriles de 3 m de ancho con 0.5 m de arcén, supone la necesidad de establecer un nuevo paquete de firme a lo largo de todo el tramo, tanto para la ampliación de este como para los casos de nueva ejecución derivados del cambio de trazado.

Así pues, contamos con dos secciones de firme diseñadas para cada uno de los diferentes tramos en función de los materiales existentes a lo largo del trazado, tal y como se explica en el anejo nº5 diseño de firmes.

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
	Riego de Curado	C60B3 CUR
	Suelocemento	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	45

Ilustración 20: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de imprimación	C50BF4 IMP
	Zahorras artificiales	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	55

Ilustración 21: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

Dichas secciones se van a aplicar en los siguientes tramos:

- El tramo inicial comprendido entre los PKs (00+000 y 00+950): Firme sobre suelo Tolerable con Explanada E1
- El tramo final, entre los PKs (04+557 y 04+641): Firme sobre suelo Tolerable con Explanada E1
- El tramo intermedio comprendido entre los Pks (00+950 y 04+557): Firme sobre Calizas y dolomías con Explanada E2.

### Ejecución de estructura sobre barranco de la cierva.

Dadas las condiciones actuales de la sección que atraviesa el barranco de la cierva, será necesario aumentar considerablemente el ancho de la misma para eliminar el estrechamiento existente. Dicha ampliación de la sección no se puede realizar sobre el puente de arco existente actualmente, de forma que se va a ejecutar una estructura nueva que sustituya al actual.

El nuevo puente a situar, de 85 metros de vano, 8,6 metros de ancho y 7 metros de profundidad en el punto más profundo del barranco, consiste en una estructura prefabricada de hormigón armado de 3 vanos de misma longitud, 28,33 metros cada uno, con cargaderos actuando como estribos sobre cimentación directa siempre que la ampliación del estudio geotécnico no indique que bajo la roca existan estratos incompatibles con este tipo de cimentación.

Los apoyos a ejecutar consisten en dos fustes sobre cimentación directa y dintel en cada uno de ellos, protegiendo dicha cimentación con escollera recebada de hormigón.

La ejecución del tablero consistirá en un tablero compuesto por vigas y pelosas prefabricadas, cubiertas por losa de compresión ejecutada in situ sobre las mismas. Por último se recubre el tablero con una capa de 5 cm del mismo firme bituminoso utilizado para el resto de ejecución del trazado.

### Señalización y balizamiento

Como se ha analizado previamente, el tramo objeto de estudio se caracteriza por la poca presencia de señalización vertical, por lo que, de manera análoga a la alternativa anterior, será necesario adecuar la nueva señalización a las condiciones geométricas del nuevo trazado.

Dicha señalización se resume completa en el siguiente cuadro:

Código	Cantidad	Señal	Código	Cantidad	Señal
R-1	1		P-1b	1	
R-305	4		P-4	2	
P-1	2		R-301	1	
R-2	1		R-301	1	
P-34	1		P-23	1	
P-14A	2		P-13A	3	
P-1	2		S-7	2	
S-7	1		R-301	4	
P-13B	2		S-7	1	

Ilustración 22: señalización a instalar. Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera que con la señalización, los constantes cambios en la coordinación de elementos consecutivos afectan directamente a los paneles de balizamiento necesarios en el nuevo trazado. Por tanto se resumen los paneles en curva necesarios en el siguiente cuadro:

Nº curva	R (m)	Primer Panel	Pk (m)	Sentido
8	45	Doble	2+601,31	Opuesto
9	60	Simple	2+953	Directo
16	40	Simple	3+372	Opuesto
17	45	Simple	3+390	Directo

Tabla 24: Paneles de balizamiento necesarios. Fuente: Elaboración propia.

### Bermas de despeje

De manera análoga a la alternativa 1, se ha realizado un análisis de visibilidad para el nuevo trazado mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D.

Dado esta alternativa nº2 cuenta con la ampliación de la sección a lo largo del trazado, los taludes generados con la nueva inclinación en los márgenes del mismo, así como el nuevo recorrido, mejoran la visibilidad en curva respecto de la alternativa anterior.

Aún así, dicha mejora de visibilidad sigue sin ser suficiente en ciertos puntos del trazado en los que el talud en el interior de la curva causa que sea igualmente necesaria la confección de las siguientes bermas de despeje:

Despeje para visibilidad		
Nº de berma despeje	Nº de elemento	Ancho de berma necesario
1	6	2.5
2	8	2.5
3	20	1
4	24	2
5	28	1
6	34	0.75
7	42	1.5
8	46	2.25

Tabla 25: Bermas de despeje necesarias. Fuente: Elaboración propia

### 7.3. Estimación Económica

Para realizar el cálculo de la estimación económica, se han organizado las unidades de obra en distintos capítulos, para dichas unidades de obra se obtiene su importe como el producto de su precio unitario y su medición correspondiente. Una vez conocido el importe de cada unidad de obra, se obtienen los importes de cada uno de los capítulos como el sumatorio de los importes de cada una de las unidades de obra que lo componen.

Finalmente, el presupuesto de ejecución material será el resultado de sumar el importe de cada uno de los capítulos, al cual se le aplicarán los porcentajes de beneficios industriales y gastos generales, así como el IVA con el objetivo de obtener el presupuesto base de licitación final.

En el anejo nº7 de la memoria figuran las mediciones y Precios que permiten obtener el Presupuesto Base de Licitación de la obra, desglosado por unidades de obra para conocimiento de la administración en caso de licitación.

El desglose de la valoración económica para cada alternativa es el siguiente:

### Alternativa 1

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	16026.4805 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	152630.573 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	102433.334 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	88778.75 €
CAPITULO 5: Señalización.....	8151.85 €
CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	32460.30 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	7943.48 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....	409,675.76 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS NUEVE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS € (409,675.76)

### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	53,257.84 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	24,580.54 €
TOTAL .....	487,514.14 €

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS CON CATORCE CENTIMOS (487,514.14 €)

### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	102,377.97 €
TOTAL .....	589,892.11 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON ONCE CENTIMOS (589,892.11 €)

## Alternativa 2

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	62,798.29 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	654,911.36 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	289,243.85 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	179,671.60 €
CAPITULO 5: Señalización.....	17,489.23 €
CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	116,474.30 €
CAPITULO 7: Estructura.....	782,289.71 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	41,031.77 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....	2,143,910.11 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS DIEZ EUROS CON ONCE CENTIMOS (2,143,910.11 €)

### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	278,708.31 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	128,634.60 €
TOTAL .....	2,551,253.02 €

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de DOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON DOS CENTIMOS (2,551,253.02 €)

### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	535,753.02 €
TOTAL .....	3,087,016.15 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de TRES MILLONES OCHENTA Y SIETE MIL DIECISEIS EUROS CON QUINCE CENTIMOS (3,792,717.67 €)

## 8. Valoración global de alternativas

Se plantean las soluciones viables, y se analizan mediante un análisis multicriterio que consiste en la aplicación de un sistema de valoración técnico – ponderado para adoptar la solución que más se ajuste a las necesidades planteadas para la ejecución del proyecto de mejora y acondicionamiento de la carretera CV-425.

La aplicación del análisis multicriterio para la elección de la alternativa mas óptima se ha realizado con el método de "Valor técnico ponderado" siendo este de suficiente fiabilidad para la elección dado la complejidad de las distintas alternativas.

Para ello es necesario definir los diferentes criterios por los cuales se va a medir el grado de adecuación de cada alternativa a los condicionantes de la carretera:

- **Económico**
- **Técnico**
- **Mantenimiento**
- **Ambiental**
- **Estético**
- **Seguridad vial**

Se utiliza un rango de notas de 1 a 10 para definir el grado de adecuación de cada alternativa a los condicionantes por los cuales se ve afectada, siendo: la nota mínima (1) equivale a la afección más negativa y la mayor nota (10) la que representa un impacto mínimo sobre la zona y la opción más idónea. Por tanto, aquella alternativa que obtenga una calificación más próxima a 10 en un criterio será la más ventajosa.

Los valores del 1 al 3 representan un cumplimiento muy pobre del criterio valorado; Los valores entre 4 y 6 representan un cumplimiento moderado del criterio y del 7 al 10 representan el cumplimiento deseado.

En cuanto a la ponderación, los pesos utilizados suman un porcentaje total del 100%, en nuestro caso 12 puntos, los cuales se han repartido entre todos los criterios, previamente descritos en el apartado anterior, siendo el 3 el más condicionante y 1 el de menor importancia. De esta forma siendo 12 puntos el total (100%) un criterio con un peso de 3 puntos supondrá una influencia del 25% sobre el total de los criterios. Un 2 es un 16,66 % y un 1 en un 8,33 %.

Tras valorar cada uno de los criterios para cada alternativa se obtiene un valor ponderado final sobre 1, siendo la alternativa que más se aproxime a este valor la más óptima. Para ello se multiplica el peso por el valor del criterio y se divide por el peso total (12) por el valor mas alto asignado.

Criterios	Peso	Alternativas			
		1	2	...	m
1	$g_1$	$p_{11} \cdot g_1$	$p_{21} \cdot g_1$	...	$p_{m1} \cdot g_1$
2	$g_2$	$p_{12} \cdot g_2$	$p_{22} \cdot g_2$	...	$p_{m2} \cdot g_2$
...	...	...	...	...	...
n	$g_n$	$p_{1n} \cdot g_n$	$p_{2n} \cdot g_n$	...	$p_{mn} \cdot g_n$
Sumatorios	$\sum g_i$	$\sum p_{1i} \cdot g_i$	$\sum p_{2i} \cdot g_i$	...	$\sum p_{mi} \cdot g_i$
	VTP	VTP <sub>1</sub>	VTP <sub>2</sub>	...	VTP <sub>m</sub>

Tabla 1: Tabla genérica de cálculo del VTP

$$VTP_i = \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot g_j}{p_{máx} \cdot \sum_{j=1}^n g_j}$$

Ecuación 2: Método de valoración ponderada.

Por tanto, la alternativa más ventajosa será aquella que obtenga una calificación más próxima a 1:

CRITERIOS	PESO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		VALOR	VTP	VALOR	VTP
ECONÓMICO	3	7	0,2187	2	0,041
AMBIENTAL	3	7	0,2187	5	0,156
SEG.VIAL	2	6	0,125	8	0,1666
ESTÉTICO	2	8	0,1666	6	0,125
TÉCNICO	1	8	0,0833	6	0,0625
EXPLOTACIÓN	1	7	0,0729	7	0,0729
TOTAL	12	TOTAL	0,885	TOTAL	0,624

Tabla 26: Tabla de comparación de alternativas. Fuente: Elaboración propia.

## 9. Alternativa adoptada

Una vez realizado el estudio de alternativas se obtiene que se deberá adoptar finalmente como solución la alternativa 1 con un peso de 0.885 total frente a un 0.624 de la alternativa 2.

Dicha alternativa, basada en la aplicación de actuaciones complementarias sin modificación de trazado con el objetivo de resultar más económica y suponer una menor afección al entorno, se basa en la ejecución de las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la sección transversal entre los PKs (00+000 y 00+950) y (04+557 y 04+641).
- Sobredimensionamiento en las curvas nº34 y 36 (Pks 02+713-02+763) y nº50 y 52 (Pks 03+142-03+202).
- Tratamientos de refuerzo al firme entre los PKs (01+135 y 03+206).
- Confección de bermas de despeje que garanticen visibilidad.
- Remplazo de sistemas de contención en deterioro y defectos de instalación.
- Instalación de Balizamiento y señalización vertical localizada.

Con un coste total en el que asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON ONCE CENTIMOS (583,329.03 €)

## 10. Conclusiones

A partir del análisis previo de las condiciones actuales que presenta la carretera CV-425 en el tramo objeto de estudio, es evidente que las características del tramo no corresponden con lo exigido en la normativa actual (Norma 3.1- IC) ni en la anterior (Normativa 2000), generando graves problemas de seguridad vial.

Dichos problemas se deben principalmente a que el trazado existente se encuentra muy condicionado por la orografía, pero también a incumplimientos de otros aspectos como la señalización, el balizamiento o los sistemas de contención.

En conclusión, dadas las condiciones de la zona en la que se encuentra encajado el trazado actual del tramo objeto de estudio, se imposibilita el planteamiento y análisis de alternativas en un sentido clásico en proyectos de obras lineales, dado que más que la justificación de adoptar alternativa de trazado entre distintas proyecciones del mismo, solamente es factible la justificación global a través de las distintas actuaciones pormenorizadas que se han adoptado en el trazado, en sus tres vertientes de planta, alzado y sección transversal.

Atendiendo a los resultados del estudio de alternativas, la construcción de ambas alternativas resultaría beneficiosa para los usuarios, pero que la Alternativa 1 sería la mejor opción. La

Alternativa 1 iguala o supera a la Alternativa 2 en casi todos los criterios. Concretamente, presenta ventajas en los dos factores más relevantes: valoración económica y medio ambiente.

Se considera por tanto que la solución adoptada, la alternativa 1, queda justificada en tanto que lo están cada una de las soluciones decididas a la resolución de cada uno de los aspectos que generan problemas de seguridad vial, suponiendo además un coste de inversión menos desproporcionado en relación con el escaso tráfico que presenta el tramo y una actuación más sostenible que genera menor afección al entorno de la zona.



# ANEJO Nº1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

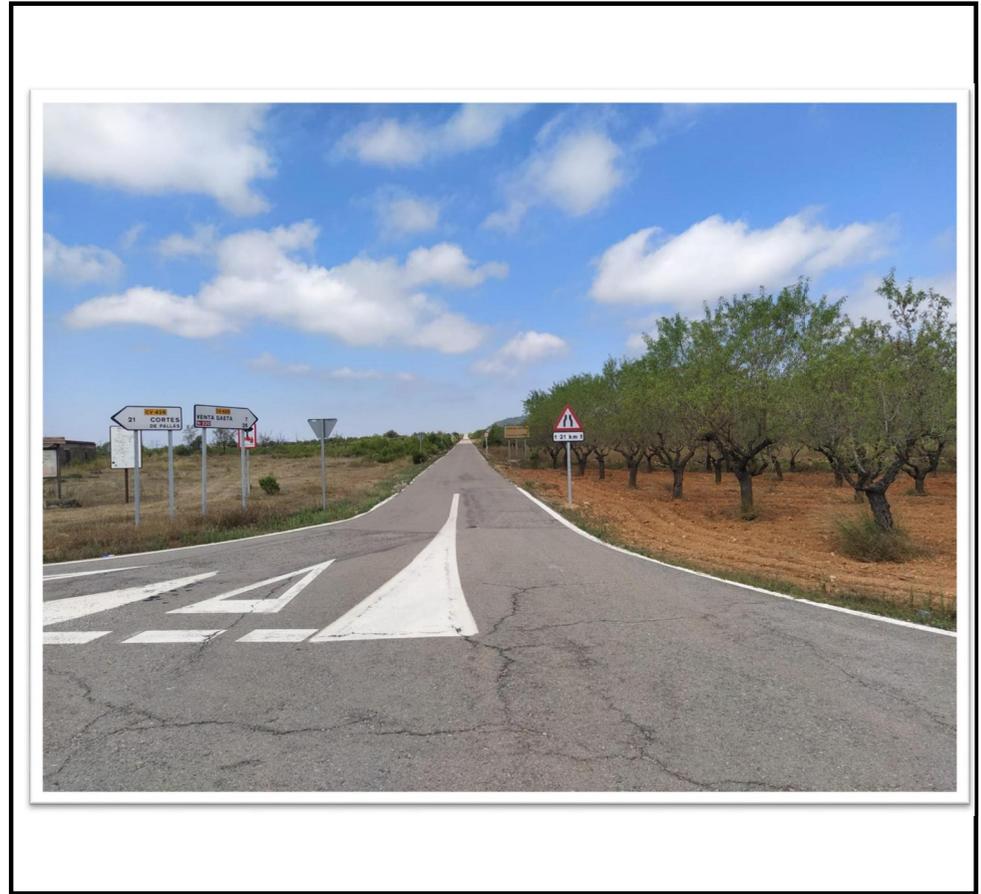
AUTOR: José Antonio Piedras Jorge  
TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## 1. Objeto

El objeto del presente anejo es la exposición del reportaje fotográfico elaborado en el ámbito de actuación del "Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)", con el objetivo de obtener una concepción global del estado actual del entorno.

## 2. Reportaje fotográfico

En este Anejo se han incluido un total de 131 fotografías, tomadas entre el 13 de Febrero de 2021 y el 3 de mayo de 2021. Adicionalmente, se incluyen al final del anejo 4 planos de situación en el que se representa la localización y orientación con la que se han tomado cada una de las mismas.



<b>Observaciones:</b> Inicio del tramo. Intersección con CV-428	PK:24+700
	Nº:1



**Observaciones:**  
Inicio del tramo. Intersección con CV-428

PK:24+750

Nº:2

**Observaciones:**  
Recta de sección estrecha. 4,25 m

PK:24+720

Nº:3



<b>Observaciones:</b> Aproximación a Intersección con CV-428	PK:24+875
	Nº:4

<b>Observaciones:</b> Recta de sección estrecha. 4,25 m	PK:25+100
	Nº:5



**Observaciones:**  
Recta de sección estrecha. 4,25 m

PK:25+400

Nº:6

**Observaciones:**  
Acceso directo de camino lateral

PK:25+650

Nº:7



**Observaciones:**  
Acceso directo de camino lateral

PK:25+650

Nº:8

**Observaciones:**  
Recta de sección estrecha. 4,25 m

PK:25+700

Nº:9



**Observaciones:**  
Sistema de drenaje existente

PK:25+700

Nº:10

**Observaciones:**  
Defectos de regularidad en el firme

PK:25+850

Nº:11



**Observaciones:**

Aproximación a cambio de sección a 2 carriles

PK:28+900

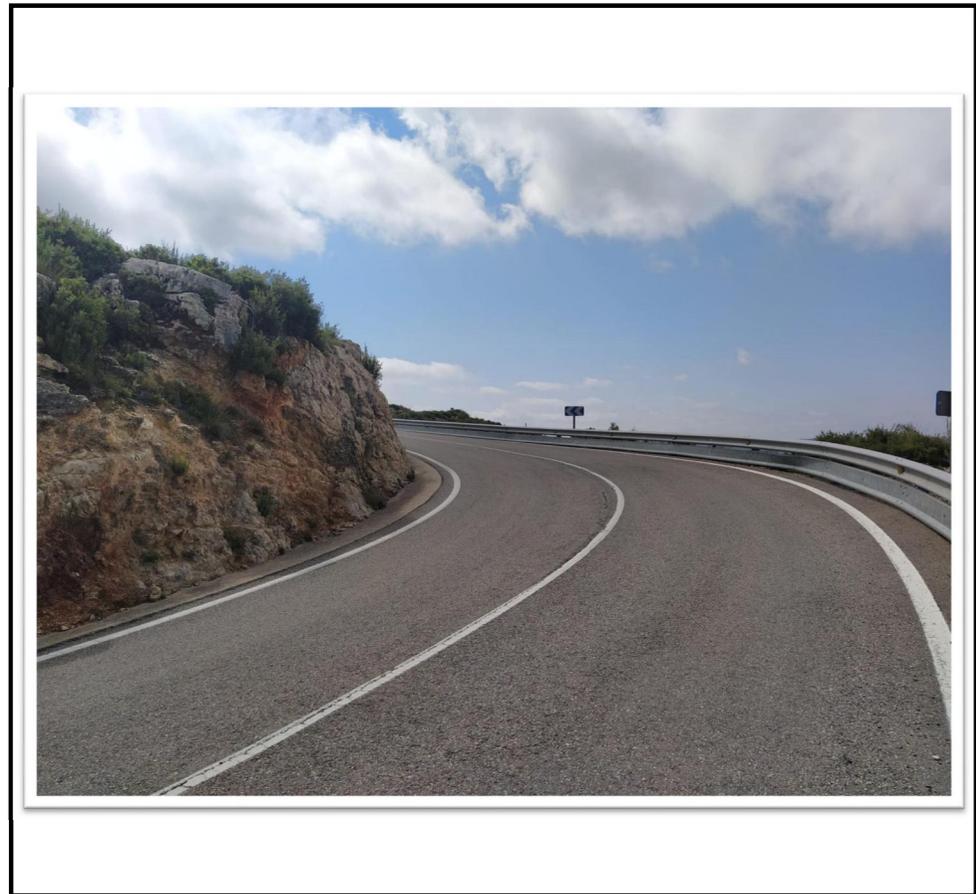
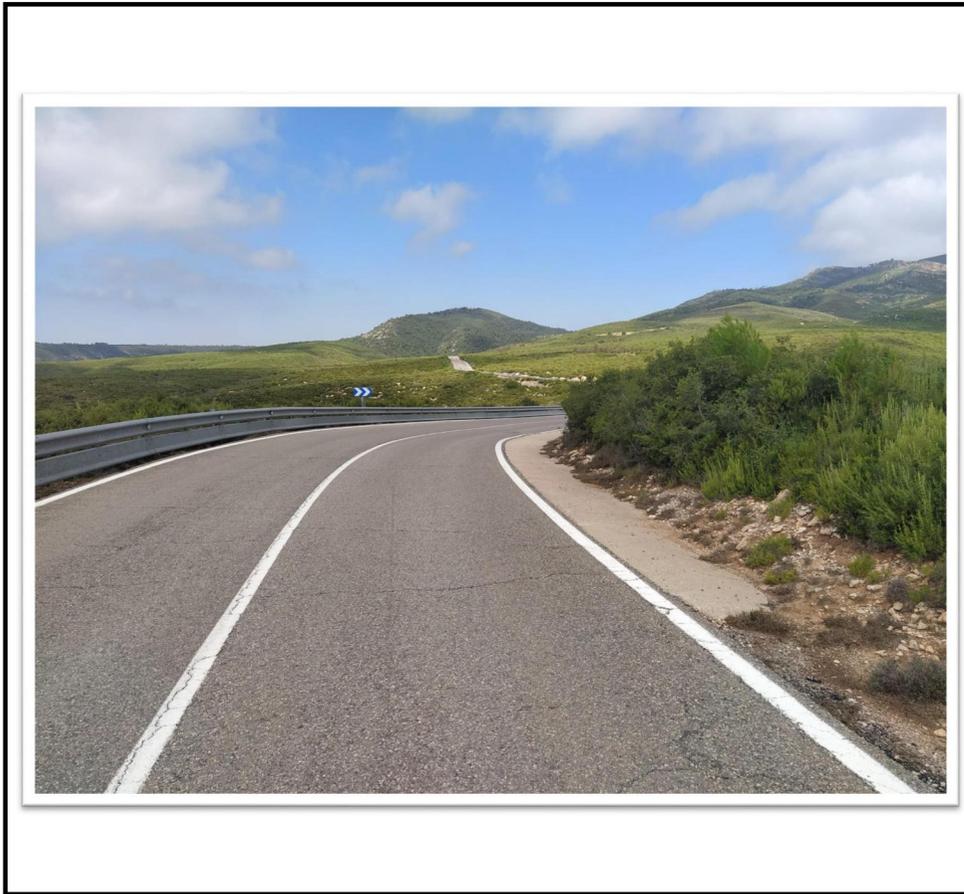
Nº:12

**Observaciones:**

Acceso directo contiguo a curva de visibilidad reducida

PK:28+960

Nº:13



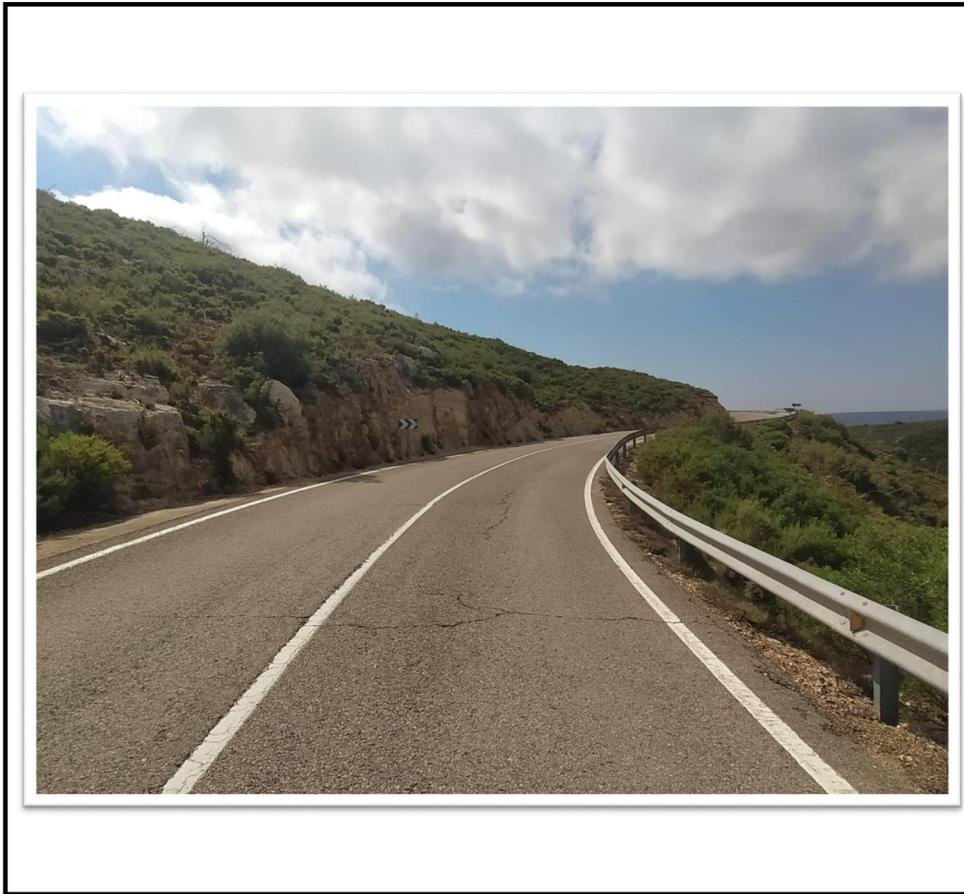
<p><b>Observaciones:</b> Curva a derechas sentido directo de circulación</p>	PK:26+00
	Nº:14

<p><b>Observaciones:</b> Curva a izquierdas sentido opuesto de circulación</p>	PK:26+050
	Nº:15



<b>Observaciones:</b> Curva a derechas sentido directo de circulación	PK:26+220
	Nº:16

<b>Observaciones:</b> Salida de curva a izquierdas sentido opuesto de circulación	PK:26+245
	Nº:17



<b>Observaciones:</b> Curva a derechas sentido opuesto de circulación	PK:26+400
	Nº:18

<b>Observaciones:</b> Aproximación a curva de radio reducido	PK:26+475
	Nº:19



**Observaciones:**  
Aproximación a curva de radio reducido

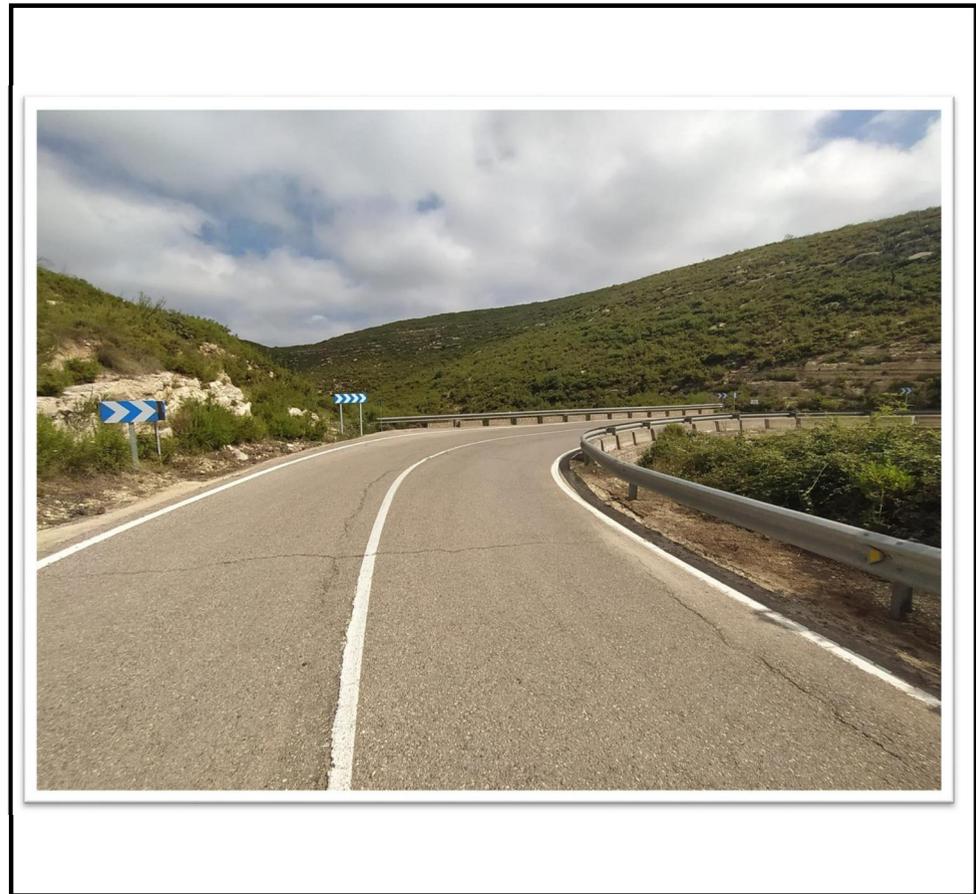
PK:26+465

Nº:20

**Observaciones:**  
Curva sobre estructura de paso

PK:26+475

Nº:21



<b>Observaciones:</b> Aproximación a curva de radio reducido	PK:26+480
	Nº:22

<b>Observaciones:</b> Aproximación a curva de radio reducido	PK:26+520
	Nº:23

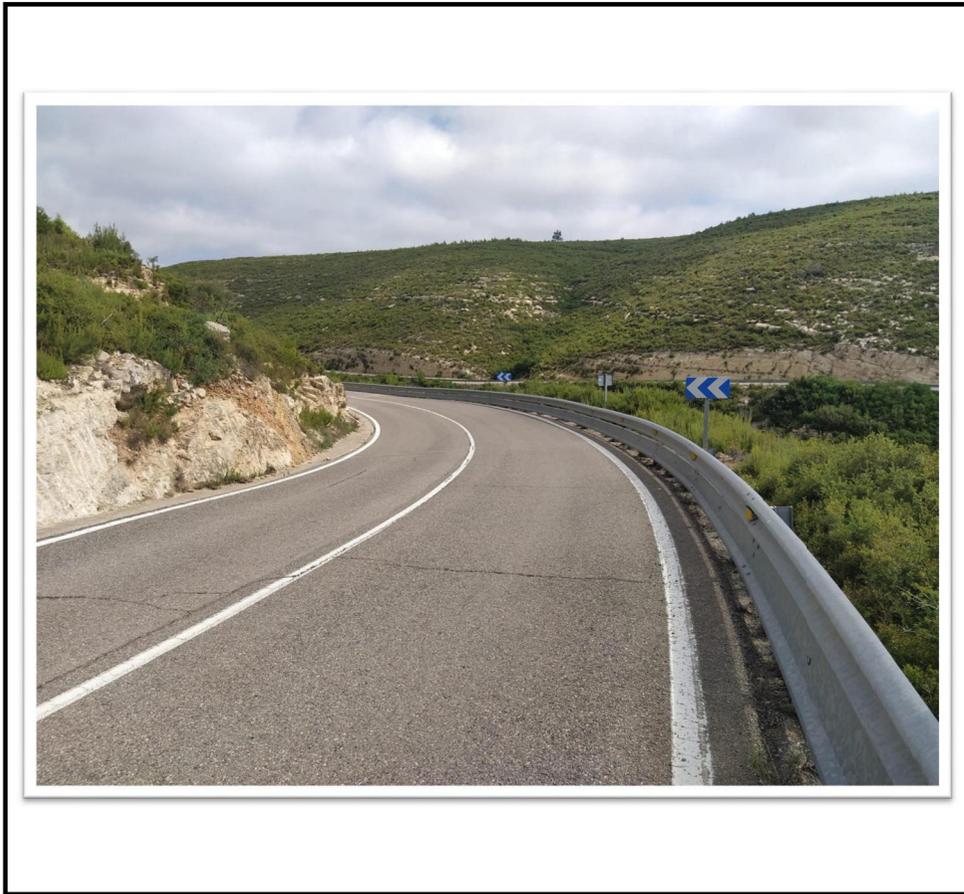


**Observaciones:**  
Estructura de paso sobre barranco del fraile

PK:26+590  
Nº:24

**Observaciones:**  
Curva a derechas sentido directo de circulación

PK:26+590  
Nº:25



<p><b>Observaciones:</b> Curva a izquierdas sentido opuesto de circulación</p>	PK:26+660
	Nº:26

<p><b>Observaciones:</b> Curva a derechas sentido opuesto de circulación</p>	PK:26+740
	Nº:27



**Observaciones:**

Curva a izquierdas sentido directo de circulación

PK:26+760

Nº:28

**Observaciones:**

Curva a izquierdas sentido opuesto de circulación

PK:26+780

Nº:29



**Observaciones:**

Curva a derechas sentido directo de circulación

PK:26+780

Nº:30

**Observaciones:**

Curva a izquierdas sentido opuesto de circulación

PK:26+800

Nº:31



**Observaciones:**  
Aproximación a curva a izquierdas

PK:26+900

Nº:33

**Observaciones:**  
Sección de dos carriles de 3 m

PK:26+900

Nº:34



<b>Observaciones:</b> Sistema de drenaje existente	PK:27+100
	Nº:35

<b>Observaciones:</b> Sistema de drenaje existente	PK:27+100
	Nº:36



**Observaciones:**  
Sección de dos carriles de 3 m

PK:27+115

Nº:37

**Observaciones:**  
Sección de dos carriles de 3 m

PK:27+115

Nº:38



**Observaciones:**  
Acceso directo a tronco

PK:27+250

Nº:39

**Observaciones:**  
Aproximación a curva a derechas

PK:27+240

Nº:40



**Observaciones:**

Salida de curva en sentido opuesto de circulación

PK:27+320

Nº:41

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:27+380

Nº:42



**Observaciones:**

Aproximación a curva a izquierdas sentido opuesto de circulación

PK:27+370

Nº:43

**Observaciones:**

Curva de radio reducido a izquierdas sentido directo de circulación

PK:27+410

Nº:44



**Observaciones:**

Panel de balizamiento existente en curva

PK:27+420

Nº:45

**Observaciones:**

Sistema de contención en el interior de curvas en C

PK:27+420

Nº:46



**Observaciones:**

Estado actual de sistema de drenaje existente en curva

PK:27+430

Nº:48

**Observaciones:**

Estado actual de sistema de drenaje existente en curva

PK:27+430

Nº:49



**Observaciones:**

Salida de curvas en C sentido directo de circulación

PK:27+430

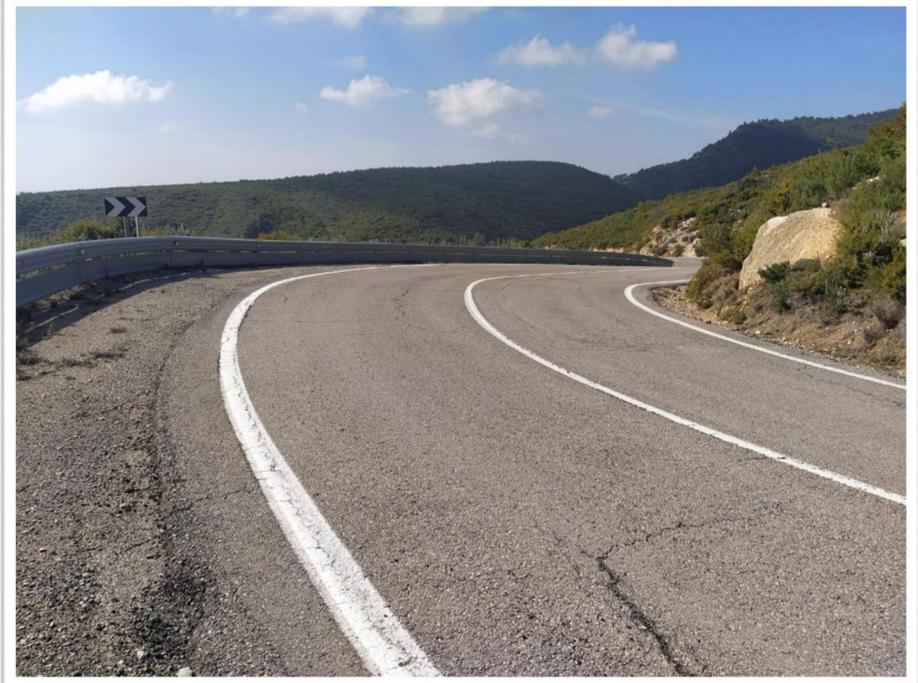
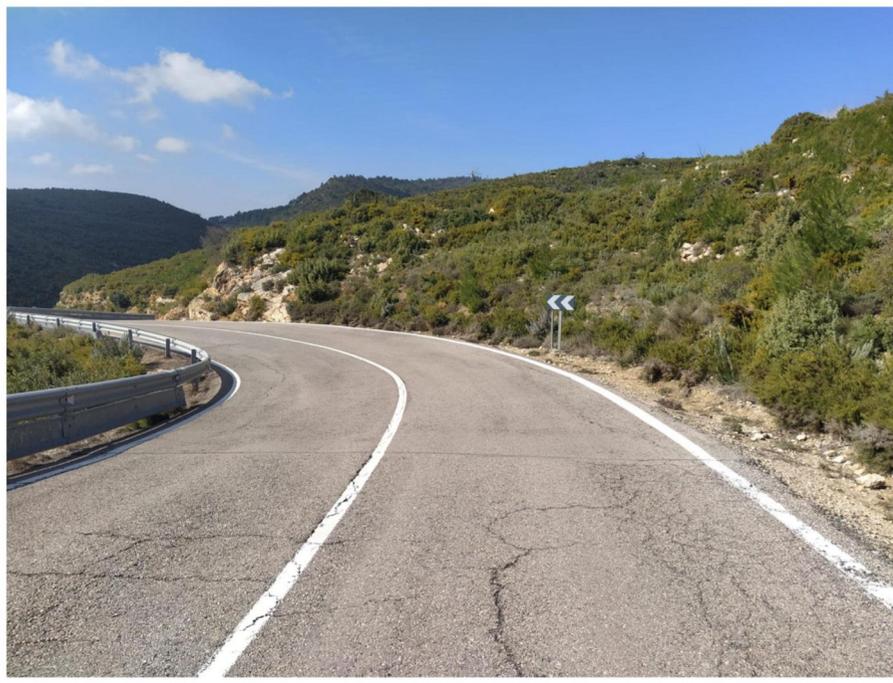
Nº:50

**Observaciones:**

entrada curvas en C sentido opuesto de circulación

PK:27+450

Nº:51



**Observaciones:**  
Curva en sentido directo de circulación

PK:27+460

Nº:52

**Observaciones:**  
Estado actual de curva

PK:27+480

Nº:53



**Observaciones:**

Curva en sentido opuesto de circulación

PK:27+510

Nº:54

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:27+540

Nº:55



**Observaciones:**  
Defecto en sistema de contención

PK:27+570

Nº:56

**Observaciones:**  
Defecto en sistema de contención

PK:27+570

Nº:57



**Observaciones:**

Sistema de contención en el exterior de curva

PK:27+615

Nº:58

**Observaciones:**

Curva en sentido directo

PK:27+615

Nº:59



**Observaciones:**

Aproximación a curva a izquierdas sentido opuesto de  
circulación

PK:27+620

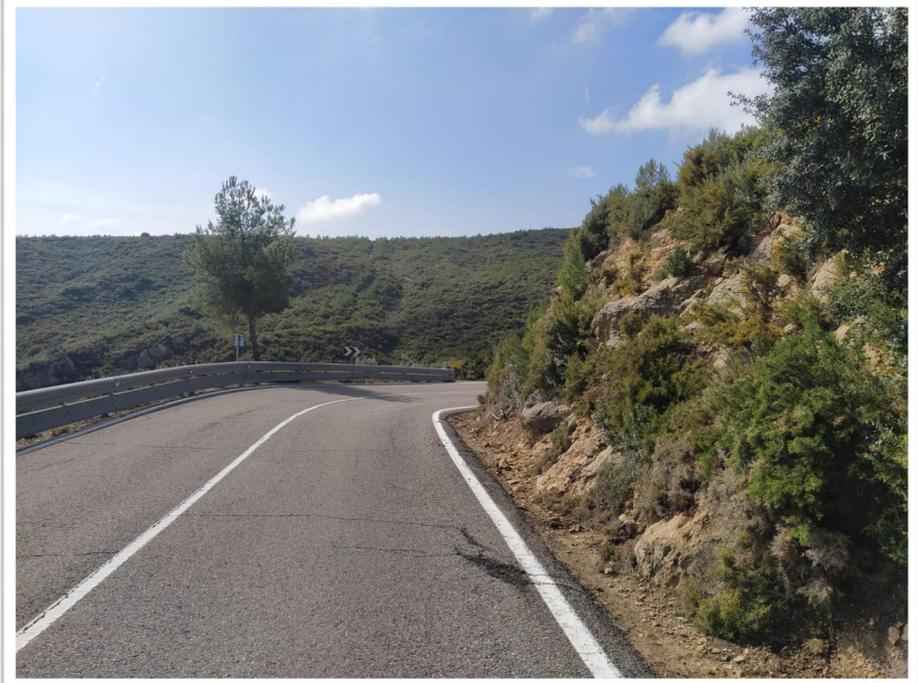
Nº:60

**Observaciones:**

Defectos en sistema de contención

PK:27+650

Nº:61



**Observaciones:**  
Defectos en sistema de contención

PK:27+640

Nº:62

**Observaciones:**  
Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:27+700

Nº:63



**Observaciones:**

Curva en sentido opuesto de circulación

PK:27+725

Nº:64

**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:27+720

Nº:65



**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:27+720

Nº:66

**Observaciones:**

Estado actual de sistema de balizamiento

PK:27+720

Nº:67





**Observaciones:**

Estado actual de sistema de contención

PK:27+750

Nº:68

**Observaciones:**

Estado actual de ojo de gato sobre sistema de contención

PK:27+740

Nº:69



**Observaciones:**

Estado actual de sistema de contención

PK:27+780

Nº:70

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:27+780

Nº:71



**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:27+820

Nº:72

**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:27+860

Nº:73



**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:27+865

Nº:74

**Observaciones:**

Estado actual de sistema de contención

PK:27+860

Nº:75



<p><b>Observaciones:</b> Aproximación a curva en sentido directo de circulación</p>	<p>PK:27+860</p>
	<p>Nº:76</p>

<p><b>Observaciones:</b> Entrada curvas en C</p>	<p>PK:27+875</p>
	<p>Nº:77</p>



<p><b>Observaciones:</b> Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación</p>	PK:27+950
	Nº:78

<p><b>Observaciones:</b> Aproximación a curva en sentido directo de circulación</p>	PK:27+925
	Nº:79



**Observaciones:**  
Talud en margen de carril

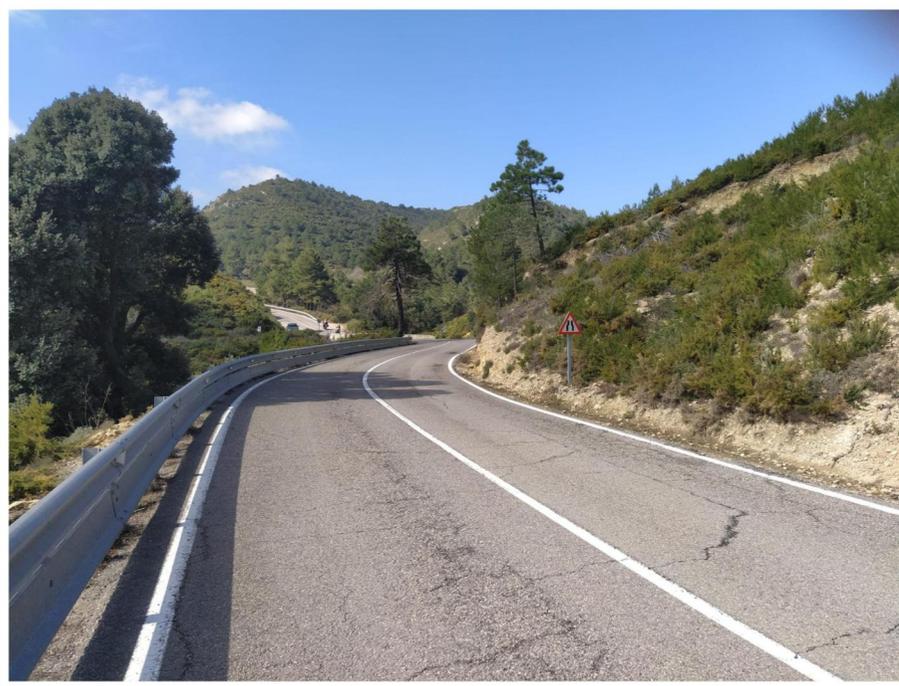
PK:28+080

Nº:80

**Observaciones:**  
Defecto localizado en el firme

PK:28+070

Nº:81



**Observaciones:**  
Estado actual del firme

PK:28+00

Nº:82

**Observaciones:**  
Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:28+00

Nº:83



**Observaciones:**

Aproximación a estrechamiento sentido directo de circulación

PK:28+090

Nº:84

**Observaciones:**

Estrechamiento en sentido directo de circulación

PK:28+100

Nº:85



**Observaciones:**

Estructura existente sobre barranco

PK:28+130

Nº:86

**Observaciones:**

Estructura existente sobre barranco

PK:28+130

Nº:87



**Observaciones:**  
Estrechamiento existente sobre estructura

PK:28+130

Nº:88

**Observaciones:**  
Estrechamiento en sentido opuesto de circulación

PK:28+140

Nº:89



**Observaciones:**

Aproximación a estrechamiento sentido opuesto de  
circulación

PK:28+180

Nº:90

**Observaciones:**

Estado actual de firme

PK:18+280

Nº:91



**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:28+220

Nº:92

**Observaciones:**

Curva a derechas sentido opuesto de circulación

PK:28+320

Nº:93



**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:28+280

Nº:94

**Observaciones:**

Curva a izquierdas sentido directo de circulación

PK:28+320

Nº:95



**Observaciones:**

Cambio de rasante sentido opuesto de circulación

PK:28+380

Nº:96

**Observaciones:**

Señalización existente

PK:28+450

Nº:97



**Observaciones:**

Estructura actual sobre barranco xx

PK:29+550

Nº:98

**Observaciones:**

Sistema de drenaje existente

PK:640

Nº:99



**Observaciones:**

Sistema de drenaje existente en margen izquierdo

PK:29+640

Nº:100

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:750

Nº:101



<b>Observaciones:</b> Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación	PK:29+840
	Nº:102

<b>Observaciones:</b> Sistema de drenaje existente	PK:29+820
	Nº:103



**Observaciones:**  
Sistema de drenaje existente

PK:29+820

Nº:104

**Observaciones:**  
Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:29+840

Nº:105



**Observaciones:**

Curva a izquierdas en sentido directo de circulación

PK:28+910

Nº:106

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:28+910

Nº:107



**Observaciones:**

Aproximación a curva a derecha en sentido directo de  
circulación

PK:28+915

Nº:108

**Observaciones:**

Curva a derechas sin visibilidad

PK:28+920

Nº:109



<b>Observaciones:</b> Curva a derechas con talud en el interior de la curva	PK:28+925
	Nº:110

<b>Observaciones:</b> Talud en roca existente en margen calzada	PK:28+930
	Nº:111



**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:28+940

Nº:112

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido directo de circulación

PK:28+940

Nº:113



**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:29+040

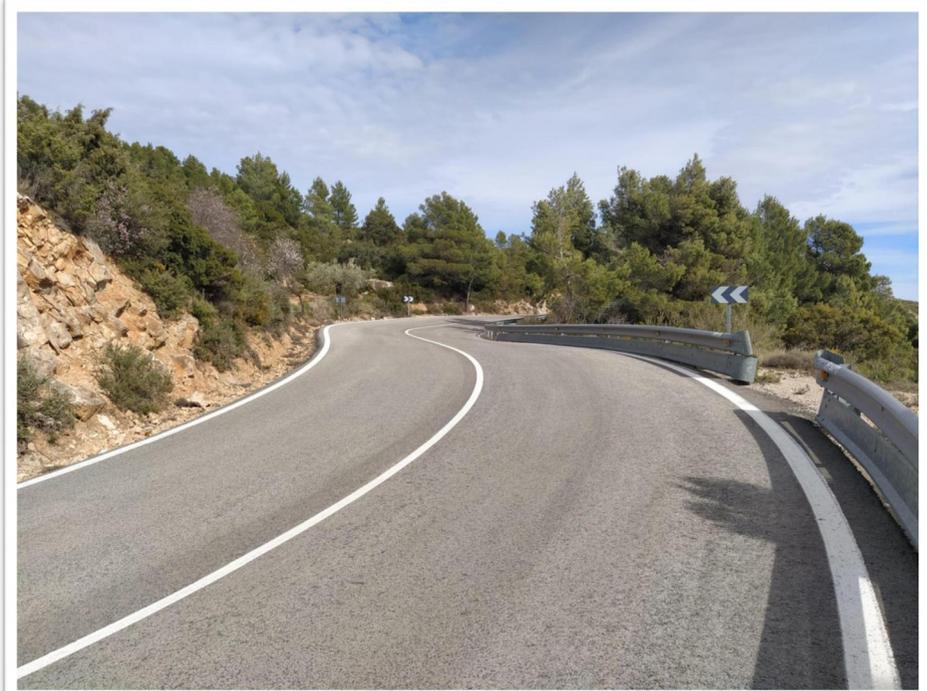
Nº:114

**Observaciones:**

Curva a derechas sentido opuesto de circulación

PK:29+060

Nº:115



**Observaciones:**

Curva a izquierdas en sentido directo de circulación

PK:29+060

Nº:116

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:29+120

Nº:117



**Observaciones:**

Defecto de instalación en sistema de contención

PK:29+120

Nº:118

**Observaciones:**

Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:29+120

Nº:119



**Observaciones:**  
Sistema de drenaje existente

PK:29+130

Nº:120

**Observaciones:**  
Sistema de drenaje existente

PK:29+130

Nº:121



**Observaciones:**  
Sistema de drenaje existente

PK:29+130

Nº:122

**Observaciones:**  
Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación

PK:29+140

Nº:123



<p><b>Observaciones:</b> Aproximación a curva en sentido opuesto de circulación</p>	PK:29+145
	Nº:124

<p><b>Observaciones:</b> Sistemas de contención existentes</p>	PK:29+140
	Nº:125



**Observaciones:**

Entrada a sección estrecha en tramo final de trazado

PK:29+210

Nº:126

**Observaciones:**

Sección estrecha en tramo final de trazado

PK:29+210

Nº:127



**Observaciones:**

Sección estrecha en tramo final de trazado

PK:29+250

Nº:128

**Observaciones:**

Sección estrecha en tramo final de trazado

PK:29+300

Nº:129



**Observaciones:**

Intersección de tramo con camino El oro-Venta Gaeta

PK:29+300

Nº:130

**Observaciones:**

Intersección de tramo con camino El oro-Venta Gaeta

PK:29+300

Nº:131





## ANEJO N<sup>o</sup>2. ESTUDIO DE TRÁFICO

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1. Objeto .....	3
2. Estudio de tráfico .....	3
2.1 Aforos .....	3
2.2 Proyección IMD .....	4
2.2.1 Tasas de crecimiento .....	4
2.2.2 IMD en año de puesta en servicio .....	4
2.3 Vehículos pesados .....	4
2.4 Nivel de servicio .....	5
3. Bibliografía .....	7

## 1. Objeto

En el presente anejo se detalla el estudio del tráfico del tramo objeto del estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 existente en el término municipal de Cortes de Pallás. Este estudio tiene por objeto la determinación de la categoría de tráfico, para proyectar adecuadamente la sección de firme a ejecutar en las alternativas de mejora, así como el Nivel de Servicio del tramo de carretera objeto de este de estudio, para poder acondicionar la carretera existente a la Norma 3.1-IC en función del tráfico proyectado.

Para ello se analizan los valores de la intensidad media diaria (IMD) aforados en el tramo afectado de la carretera objeto de estudio, obtenidos de los libros de aforos obtenidos del área de carreteras de la Diputación de Valencia, y realizando una proyección del tráfico al año actual y al año previsto de puesta en servicio.

Para el análisis y estimación del nivel de servicio del tramo objeto de estudio, se ha seguido los criterios definidos en el Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de los Estados Unidos. Con el análisis de la Intensidad Media Diaria y el Nivel de Servicio del tramo objeto de estudio de la CV-425 que se está analizando, se acondicionará dicho tramo al tráfico de vehículos requerido, mejorando la seguridad y comodidad de la vía en todo su trazado.

## 2. Estudio de tráfico

### 2.1 Aforos

Las alternativas presentadas en el estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 comprenden ampliación, mejora de plataforma y trazado de la carretera existente. Por tanto se considera que los datos aforados por la diputación de Valencia en los últimos años son representativos del tráfico potencial de la vía una vez mejorada; no obstante, es necesario realizar las previsiones de variación en el tiempo a partir de los aforos conocidos.

Los valores de aforos se han obtenido de los libros de aforos de los años: 2016, 2017 y 2018, por ser los más recientes que cuentan con medición en el tramo objeto de este estudio, publicados por el Servicio de Seguridad Vial y Supervisión del Área de Carreteras de la Diputación provincial de Valencia. Los datos de aforo recogidos corresponden a la intensidad media diaria de un día medio del mes aforado.

Las mediciones realizadas en los años señalados se han tomado de la estación de cobertura de código: 425070, la cual según consideraciones de la diputación cubre un tramo de 20.78 Km con Pk inicial:24.60 y Pk final: 45.38, por lo tanto se considera que dicha estación cubre los datos de tráfico del tramo objeto de estudio.

Se dispone adicionalmente de datos para el coeficiente de estacionalidad y de festivos, obtenidos de estaciones afines. No obstante dadas las características del entorno, se asume de partida una distribución homogénea del tráfico a lo largo del año.

Para el tramo objeto de estudio de la carretera CV-425 afectado por las alternativas se dispone de los siguientes puntos de aforos de la Excm. Diputación de Valencia:

Código: 425070	Tipo estación: Cobertura	PK aforo: 42,00	PK inicial: 24,60
Tramo: De CV-428 a N-330		Longitud tramo: 20,78	PK final: 45,38
<b>IMD: 75 vh/d</b>	<b>Pesados: 5,97 %</b>	<b>Motos: 4,48 %</b>	<b>Estaciones Afines</b>
Int-reg Lab (vh/d): 67	Pesados-Lab (vh/d): 4	Motos-Lab (vh/d): 3	<b>Datos Históricos</b>
Int-reg Fes (vh/d): -	Pesados-Fes (vh/d): -	Motos-Fes (vh/d): -	
<b>Aforo mar</b>			<b>Estacional (L): 425060</b> L1: 1.1823 L2: 1.3154 L3: 1.1630 L4: 0.7568 L5: 1.1146 L6: 1.0068 L7: 0.9068 L8: 0.7230 L9: 1.0876 L10: 1.0889 L11: 1.0974 L12: 0.9949 <b>Festivos (S): 384010</b> S: 0,9658
ID (vh/d): 67			
ID motos: 3			
% pesados: 5,97 %			

Ilustración 1: Datos de aforos 2018. Fuente: Diputación de Valencia

Código: 425070	Tipo estación: Cobertura	PK aforo: 42,00	PK inicial: 24,60
Tramo: De CV-428 a N-330		Longitud tramo: 20,78	PK final: 45,38

<b>IMD: 79 vh/d</b>	<b>Pesados: 4,48 %</b>	<b>Motos: 4,48 %</b>	<b>Datos Históricos</b>
Int-reg Lab (vh/d): 67	Pesados-Lab (vh/d): 3	Motos-Lab (vh/d): 3	IMD-2016: 30 - %Pesados: 7,41 IMD-2015: 50 - %Pesados: 3,70 IMD-2014: 43 - %Pesados: 6,67 IMD-2013: 24 - %Pesados: 8,33 IMD-2012: 43 - %Pesados: 6,98 IMD-2011: - - %Pesados: -
Int-reg Fes (vh/d): -	Pesados-Fes (vh/d): -	Motos-Fes (vh/d): -	
<b>Aforo mar</b>			
ID (vh/d): 67			
ID motos: 3			
% pesados: 4,48 %			

Ilustración 2: Datos de aforos 2017. Fuente: Diputación de Valencia

Código: 425070	Tipo estación: Cobertura	PK aforo: 42,00	PK inicial: 24,60
Tramo: De CV-428 a N-330		Longitud tramo: 20,79	PK final: 45,39

<b>IMD: 30 vh/d</b>	<b>Pesados: 7,41 %</b>	<b>Motos: 18,52 %</b>	<b>Estaciones Afines</b>
Int-reg Lab (vh/d): 27	Pesados-Lab (vh/d): 2	Motos-Lab (vh/d): 5	<b>Datos Históricos</b>
Int-reg Fes (vh/d): -	Pesados-Fes (vh/d): -	Motos-Fes (vh/d): -	
<b>Aforo oct</b>			<b>Estacional (L): 425060</b> L1: 1,0876 L2: 1,1042 L3: 1,0000 L4: 0,6215 L5: 0,8939 L6: 1,0068 L7: 0,8773 L8: 0,9290 L9: 1,0876 L10: 1,1410 L11: 1,1028 L12: 1,8619 <b>Festivos (S): 384010</b> S: 0,9823
ID (vh/d): 27			
ID motos: 5			
% pesados: 7,41 %			

Ilustración 3: Datos de aforos 2016. Fuente: Diputación de Valencia

De hojas de aforo expuestas previamente en este apartado se puede presentar el siguiente cuadro de síntesis con los datos más relevantes de las mediciones realizadas en los años señalados sobre la estación de código: 425070:

Año	IMD	%Pesados	%Motos
2016	30	7,41	18,52
2017	79	4,48	4,48
2018	75	5,97	4,28

Tabla 1: Resumen de aforos. Elaboración propia.

## 2.2 Proyección IMD

### 2.2.1 Tasas de crecimiento

Para realizar las proyecciones de tráfico a los años correspondientes se utilizarán los coeficientes de crecimiento anual a utilizar en estudios de tráfico definidos en el apéndice II de la Orden FOM/3317/2010, BOE del 23/12/2010:

*Incrementos de tráfico a utilizar en estudios*

Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Ilustración 4: Tasas de crecimiento de tráfico. Fuente: ORDEN FOM/3317/2010

### 2.2.2 IMD en año de puesta en servicio

A los efectos de cálculo, se va a tomar como dato de partida la IMD del año 2018 por ser la medición representativa mas reciente recogida en los libros de aforo.

En primer lugar se va a actualizar la intensidad media diaria (IMD) para el año de redacción del presente estudio (2021) mediante los factores de crecimiento proporcionados por el Ministerio de Fomento en la Orden FOM/3317/2010:

$$IMD_{2021} = IMD_{2018} * 1,0144^3 = 78 \text{ veh/d}$$

El anterior resultado es el que se emplea para considerar la IMD actual del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425.

A continuación se va a proyectar la intensidad media diaria (IMD) para el año estimado de puesta en servicio (2024) de las alternativas proyectadas, el tercero desde la redacción del Proyecto, en concordancia con la Norma de Secciones de Firme de la Comunitat Valenciana, mediante los

factores de crecimiento proporcionados por el Ministerio de Fomento en la Orden FOM/3317/2010:

$$IMD_{2024} = IMD_{2021} * 1,0144^3 = 81 \text{ veh/d}$$

El anterior resultado es el que se emplea para considerar la IMD del año estimado de puesta en servicio del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425.

Por último, adicionalmente, se va a proyectar la intensidad media diaria (IMD) para el año horizonte estimado (2044) tomando una base de 20 años como horizonte de las alternativas proyectadas, mediante los factores de crecimiento proporcionados por el Ministerio de Fomento en la Orden FOM/3317/2010:

$$IMD_{2044} = IMD_{2024} * 1,0144^{20} = 108 \text{ veh/d}$$

El anterior resultado es el que se emplea para considerar la IMD del año horizonte estimado del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425.

## 2.3 Vehículos pesados

Para la determinación del tráfico pesado se adoptan los datos de porcentaje de pesados correspondientes a los aforos del año 2018, (último año publicado); de este modo, la IMD de pesados en cada año correspondiente se obtiene multiplicado los valores obtenidos en el apartado anterior por el porcentaje de pesados aforado.

La IMD de pesados en cada año resulta:

- Para el año actual (2021) del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425:

$$IMD_{p2021} = IMD_{2021} * 5.97 = 5 \text{ vehp/d}$$

- Para el año estimado de puesta en servicio (2024) del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425:

$$IMD_{p2024} = IMD_{2024} * 5.97 = 5 \text{ vehp/d}$$

- Para el año horizonte estimado (2044) del tramo objeto de estudio de la carretera CV-425:

$$IMD_{p2044} = IMD_{2044} * 5.97 = 6 \text{ vehp/d}$$

### 2.4 Nivel de servicio

El nivel de servicio de una carretera proporciona información sobre el comportamiento del tráfico en un tramo determinado. Para obtener el nivel de servicio es necesario conocer la Intensidad de Hora Punta (IHP), cuyo valor está relacionado con la IMD. La Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras, expresa para el diseño de carreteras que en cada caso deberá justificarse la IHP adoptada, no siendo inferior a la hora treinta (30) ni superior a la hora ciento cincuenta (150).

#### Intensidades Horarias

Distribución de intensidades horarias según el carácter de la carretera

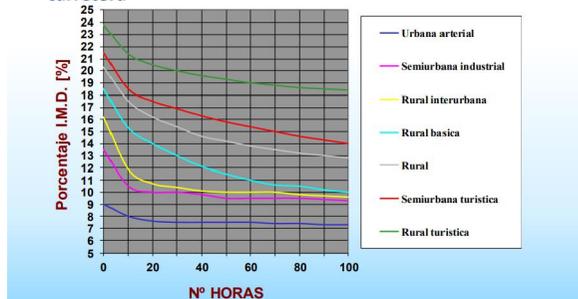


Ilustración 5: Distribución de intensidades horarias. Fuente: Norma de trazado 3.1-IC.

Dadas las condiciones de la carretera, en la gráfica adjunta, para una hora de proyecto 30 se escoge la curva de tipo rural como representativa del tramo de carretera estudiado. Por tanto se puede considerar la IHP como el 15.5% de la IMD, para el que se obtiene lo siguiente:

$$IHP = IMD * 0.155 = 78 * 0.155 = 12 \text{ veh/h}$$

Para el estudio del nivel de servicio se emplea el método del Highway Capacity Manual 6.0, el cual se realiza para cada sentido de circulación, por lo que el valor de la IHP obtenido tiene que dividirse para cada sentido de circulación en función del porcentaje de tráfico que circula en cada sentido. Por lo tanto, para analizar el nivel de servicio del tramo objeto de estudio de la CV-425, se considera un tráfico repartido al 50% para cada sentido de circulación, obteniendo una IHP para cada sentido de 6 veh/h.

Para el cálculo del nivel de servicio se imponen una serie de condicionantes:

- Se considera un terreno ondulado, puesto que el tramo de carretera pertenece a una zona montañosa.
- El tramo es considerado de Clase III, ya que se trata de una carretera por la cual los conductores no esperan viajar necesariamente a velocidades elevadas y el tiempo de espera es aceptable.
- Se considera una intensidad de vehículos pesados inferior a 50 veh.p./h por sentido, como indica el análisis de intensidades del tráfico realizado.
- Se considera un porcentaje de no adelantamiento del 100% para ambos sentidos.

Al considerarse una carretera de Clase III, únicamente será necesario verificar la velocidad media de recorrido (ATS). Para ello en primer lugar es necesario realizar la estimación de la velocidad en flujo libre:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Ecuación 1: Estimación velocidad flujo libre. Fuente: Highway Capacity Manual.

Donde:

- Velocidad de flujo libre base (BFFS): Para este caso la velocidad de diseño (mi/h) + 10 (mi/h)
- Anchura de carril y arcén (FLS): Dado que el carril y/o el arcén son más estrechos que los base, se reduce la velocidad (mi/h) (Tabla 2)
- Densidad de accesos (FA): Si la densidad de accesos es superior a la base, se reduce la velocidad (mi/h) (Tabla 3)

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

Tabla 2: Anchura de arcén y carril. Fuente: Highway Capacity Manual.

Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Tabla 3: Densidad de accesos por milla. Fuente: Highway Capacity Manual.

Obteniendo los valores correspondientes de las tablas tenemos:

$$FFS = 47.28 - 6.4 - 1 = 39.88 \text{ mi/h}$$

A continuación es necesario ajustar la demanda para estimar posteriormente la velocidad media de recorrido (ATS), para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Ecuación 2: Intensidad de demanda para velocidad media. Fuente: Highway Capacity Manual.

Donde:

- $v_{i,ATS}$ : Intensidad de demanda para velocidad media en la dirección de análisis (pc/h) (en este caso igual para ambos sentidos)
- $V_i$ : Intensidad de demanda en la dirección de análisis (veh/h) (en este caso igual para ambos sentidos)
- PHF - Factor de hora punta: Carretera rural  $\approx 0,90$
- $f_{g,ATS}$ : Factor de pendiente para velocidad media, al aumentar la pendiente, se incrementa el número de vehículos equivalentes (Tabla 4)
- $f_{HV,ATS}$ : Factor de pesados para velocidad media, al aumentar los pesados, se incrementa el número de vehículos equivalentes (Ecuación 3)

One-Direction Demand Flow Rate, $v_{vph}$ (veh/h)	Adjustment Factor	
	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1.00

Tabla 4: Factor de pendiente para velocidad media. Fuente: Highway Capacity Manual.

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Ecuación 3: Factor de pesados para velocidad media. Fuente: Highway Capacity Manual.

$F_{HV,ATS}$ : factor de pesados para ATS (2 decimales)  
 $P_T$ : porcentaje de pesados (tanto por 1)  
 $E_T$ : factor de equivalencia de pesados  
 $P_R$ : porcentaje de vehículos recreativos (tanto por 1)  
 $E_R$ : factor de equivalencia de vehículos recreativos

Ilustración 6: Factores para ecuación 3. Fuente: Highway Capacity Manual.

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, $v$ (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
Trucks, $E_T$	≤100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
RVs, $E_R$	≥900	1.0	1.3
	All flows	1.0	1.1

Tabla 5: Factor equivalente de pesados. Fuente: Highway Capacity Manual.

Obteniendo los valores correspondientes de las tablas tenemos:

$$v_{i,ATS} = 6 / (0.9 - 0.67 - 0.9) = 11 \text{ Pc/h}$$

Finalmente estimamos la velocidad media de recorrido (ATS) la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ATS = FFS - 0.00776 \cdot (v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

Donde:

- $v_{i,ATS}$  = Intensidad de demanda equivalente de vehículos ligeros para el cálculo del ATS. Empleando los porcentajes mencionados anteriormente y con el mismo valor para ambos sentidos.

- $f_{np,ATS}$  = Factor de corrección por prohibición de adelantamiento para ATS.  
Considerando un porcentaje de no adelantamiento del 100% y realizando interpolación para el valor correspondiente (tabla 6).

Opposing Demand Flow Rate, $V_{o,ATS}$ (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	≤ 20	40	60	80	100
<b>FFS ≥ 65 mi/h</b>					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1,600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
<b>FFS = 60 mi/h</b>					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1,600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7

Tabla 6: Factor de prohibición de adelantamiento. Fuente: Highway Capacity Manual..

A partir de estos resultados y según la clasificación que realiza el HCM 6.0 (Tabla 7) para los niveles de servicio de una carretera convencional, se deduce que el tramo de carretera estudiado presenta un nivel de servicio A para ambos sentidos de circulación, lo que implica una circulación fluida del tráfico rodado en toda la longitud del tramo.

### 3. Bibliografía

- Fichas de Estaciones de Aforos área carreteras diputación de Valencia.
- OrdenFOM/3317/2010 (Ministerio de Fomento).
- Highway Capacity Manual 6th Edición (2016), Nivel de Servicio en Carreteras Convencionales

Obteniendo los valores correspondientes de las tablas tenemos:

$$ATS = 39.88 - 0.00776(2 \cdot 11) - 2.4 = 37.309 \text{ mill/h}$$

Con este valor finalmente podemos realizar la estimación del % con velocidad libre (PFFS) mediante la siguiente expresión que relaciona ATS y FFS:

$$PFFS = ATS/FFS = 0.935$$

LOS	Class I Highways		Class II	Class III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	Highways PTSF (%)	Highways PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Tabla 7: Nivel de Servicio. Fuente: Highway Capacity Manual.

# ANEJO N°3. TRAZADO GEOMÉTRICO ACTUAL

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1.Introducción.....	3
2.Trazado en planta, .....	3
3.Trazado en alzado.....	5
4.Sección transversal.....	6
5.Estructuras.....	7
6.Conclusiones.....	8
Apéndice 1: Listado de alineaciones en planta.....	9
Apéndice 2: Listado de alineaciones alzado.....	9

## 1. Introducción

El siguiente anexo contiene la descripción de la situación actual del tramo de la carretera CV-425, comprendido entre los p.k. 24+700 y el p.k. 29+300. El objetivo del anexo es listar las condiciones geométricas actuales del tramo lo cual expondrá sus deficiencias que, posteriormente, serán analizadas según las prescripciones de la Norma 3.1-IC de Trazado mediante una auditoria de seguridad vial.

Este documento ayudará para el posterior estudio del cumplimiento de las condiciones geométricas, así como para el estudio de alternativas.

El trazado de la carretera está proyectado con parámetros de planta y alzado para una velocidad de 50 km/h, velocidad estimada por la señalización y las características de la zona. Para determinar las características geométricas tanto en planta como en alzado, se ha empleado el software de diseño AutoCAD Civil 3D. Mediante esta herramienta informática se ha realizado la restitución del tramo con el objetivo de recrear las condiciones existentes de todos los elementos que conforman la sección.

Debido a la insuficiencia de datos que caractericen el trazado de la carretera, se representa la totalidad de este a partir de la superficie cartográfica obtenida por el tutor y la percepción de la geo ubicación del propio software de diseño.

## 2. Trazado en planta.

En la figura 1 se muestra el trazado en planta del tramo de carretera objeto de este estudio, compuesto por rectas, curvas circulares y curvas de transición o clotoides, el cual se encuentra acotado en sus dos extremos por la carretera CV-428 al inicio del tramo y el acceso camino El Oro-Venta Gaeta en su final.



Ilustración 1: Trazado en planta tramo objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.

El trazado existente en planta se caracteriza por la existencia de tramos en los que, ante la necesidad de salvar los altos desniveles producidos por la orografía de zona, se rodean dichos desniveles mediante consecuciones de curvas de radio reducido con rectas intermedias escasas o inexistentes. Los distintos elementos que conforman el trazado serán analizados posteriormente de manera independientemente para comprobar el riesgo del trazado actual.

En las siguientes tablas se muestran resúmenes de las características de cada uno de los elementos por separado mientras que se presenta el estado de alineaciones en planta completo en el apéndice 1.

El listado en planta del tramo de carretera objeto de este estudio existen un total de 114 elementos, de los cuales 31 son alineaciones rectas, donde, 33 de ellas se encuentran entre curvas circulares de sentido contrario (curvas en "S"), 12 de ellas entre curvas circulares del mismo sentido (curvas en "C") y únicamente 5 se consideran como aisladas.

En la Tabla 1 se recoge el listado resumen de las características de las alineaciones rectas existentes en el tramo.

Numero de elemento	Longitud (m)	Tipo
1	957.813	aislada
2	245.694	aislada
3	96.752	aislada
4	8.367	s
5	32.096	s
6	9.665	s
7	39.748	c
8	38.050	c
9	5.419	c
10	40.925	s
11	14.461	s
12	7.495	s
13	8.961	c
14	235.629	aislada
15	197.823	aislada
16	24.305	c
17	29.018	s
18	2.459	c
19	16.440	s
20	9.826	s
21	8.092	s
22	11.006	s

23	36.767	s
24	21.986	c
25	1.146	s
26	1.193	c
27	7.498	s
28	24.290	c
29	37.377	s
30	19.672	s
31	41.095	s
32	33.466	s
33	15.180	s
34	50.657	s
35	24.868	s
36	7.248	s
37	82.203	c
38	35.199	s
39	13.921	c
40	3.068	s
41	11.253	s
42	4.387	s
43	7.162	c
44	12.041	s
45	10.887	s
46	37.966	s
47	23.561	s
48	14.963	s

Tabla 1: Resumen características alineaciones rectas en planta.

Del listado de las alineaciones rectas se puede realizar un análisis previo en el que queda evidente que muchas de las alineaciones rectas, pese a cumplir con la restricción de longitud máxima exigida por la norma, cuentan con longitudes muy pequeñas que pueden resultar inferiores a las mínimas necesarias entre curvas, lo que puede originar graves problema de seguridad vial debido a las dudas provocadas al conductor para adaptar su velocidad al trazado por el que circula.

El trazado en planta cuenta con 49 curvas circulares, las cuales se caracterizan por no contar, en la mayor parte de los casos, con curvas de transición y por la gran diversidad existente entre los distintos radios de las mismas, los cuales en muchos casos no llegan al mínimo necesario, y que pueden generar problemas serios de coordinación de elementos por la diferencia de velocidades específicas de cada una.

En la Tabla 2 se recoge el listado resumen de radios de las alineaciones circulares existentes en el tramo.

Numero de elemento	Radio (m)
1	400.000
2	400.000
3	50.000
4	55.000
5	21.000
6	60.000
7	200.000
8	15.000
9	14.000
10	65.000
11	45.000
12	35.000
13	35.000
14	400.000
15	60.000
16	65.000
17	17.000
18	18.000
19	25.000
20	30.000
21	25.000
22	25.000
23	25.000
24	80.000
25	12.000
26	15.000
27	45.000
28	67.403
29	15.000
30	100.000
31	150.000
32	90.000
33	30.000
34	80.000
35	80.000
36	300.000
37	100.000
38	60.000
39	100.000
40	150.000

41	40.000
42	35.000
43	100.000
44	50.000
45	30.000
46	120.000
47	75.000
48	40.000
49	20.000

Tabla 2: Resumen características alineaciones circulares en planta.

En la Tabla 3 se recoge el listado resumen de las características de las curvas de transición existentes en el tramo.

Numero de elemento	Radio (m)	A(entrada)	A(salida)
3	50	38	20
4	55	30	0
5	21	20	0
6	60	50	45
9	14	0	24
10	65	60	0
11	45	0	35
16	65	30	0
23	25	0	30
24	80	0	75
25	12	17	0
26	15	0	20

Tabla 3: Resumen de las características de clotoides.

A simple vista de los resúmenes de las características del trazado en planta se puede deducir que el tramo presenta unas condiciones geométricas, en muchos casos, inferiores a las exigidas por normativa. En el anejo nº4 Auditoria de seguridad vial se realiza el análisis completo de forma particular.

### 3. Trazado en alzado

Tras realizar la representación gráfica del trazado en alzado del tramo de la carretera CV-35 analizado en este estudio a partir del software informático AutoCAD Civil 3D, se consigue definir los elementos que componen dicho trazado, como son las rasantes, con inclinación constante y los acuerdos verticales parabólicos.

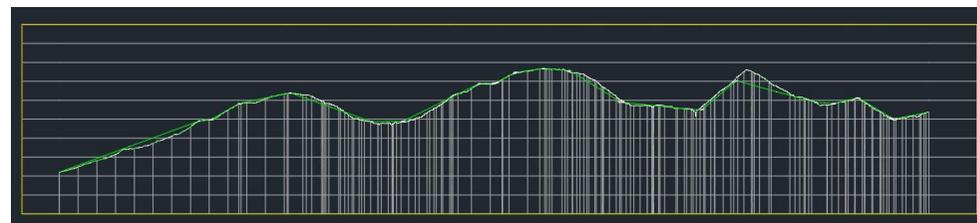


Ilustración 2: Diagrama de trazado en alzado. Fuente: Elaboración propia.

El alzado del trazado cuenta con 39 elementos, de los cuales 19 son acuerdos, divididos entre 9 convexos y 10 cóncavos. En cuanto a alineaciones rectas, el trazado cuenta con 20 alineaciones de las cuales 10 son rampas y 10 pendientes.

En las siguientes tablas se muestran resúmenes de las características de cada uno de los elementos por separado mientras que se presenta el estado de alineaciones en alzado completo en el apéndice 2.

Nº	P.K. inicial	Tipo de curva de perfil	Valor de K (m)
1	00+74	Convexo	2.112
2	00+80	Cóncavo	5.500
3	00+93	Convexo	1.979
4	01+23	Convexo	2.000
5	01+66	Cóncavo	3.788
6	01+82	Cóncavo	4.372
7	02+24	Convexo	2.500
8	02+31	Cóncavo	5.132
9	02+42	Convexo	5.200
10	02+58	Convexo	3.131
11	02+71	Convexo	2.000
12	02+98	Cóncavo	6.000
13	03+37	Cóncavo	7.600
14	03+42	Cóncavo	2.199
15	03+60	Convexo	2.000
16	04+03	Cóncavo	5.000
17	04+13	Cóncavo	5.500
18	04+25	Convexo	2.500
19	04+43	Cóncavo	4.840

Tabla 4: Resumen de características de acuerdos verticales.

La Tabla 3 muestra el resumen de las pendientes actuales de las rasantes del tramo de carretera estudiado, indicando su longitud e inclinación, la cual en la mayor parte cumple con la Norma 3.1.-IC.

nº elemento	Longitud	Pendientes
1	743.818m	3.63%
3	45.947m	1.03%
5	134.997m	5.63%
7	265.198m	2.07%
9	422.032m	-3.52%
11	148.954m	0.16%
13	391.055m	4.89%
15	67.576m	0.32%
17	85.218m	5.18%
19	137.017m	1.44%
21	126.314m	-0.82%
23	250.041m	-6.22%
25	365.278m	-0.98%
27	40.247m	-0.07%
29	163.157m	8.34%
31	409.435m	-2.68%
33	85.261m	-0.60%
35	108.234m	2.41%
37	160.594m	-5.93%
39	168.777m	1.94%

Tabla 5: Resumen de características de alineaciones rectas en alzado.

#### 4. Sección transversal

El tramo objeto de estudio contiene diferencias principales en el ancho de la sección transversal durante su longitud, por ello se ha dividido el tramo en 5 secciones según los cambios en el ancho de las mismas.

El tramo tiene una longitud total de 4.640 km, de los que vamos a tomar el Pk 24+700 de la CV-425 como el km 00.00 del tramo, punto desde el cual se va a comenzar el seccionamiento, obteniendo los siguientes tramos:

Sección	Pk inicial	Pk final	Ancho (m)
Sección 1	00+00	01+221	4,25
Sección 2	01+221	03+383	6
Estrechamiento	03+383	03+439	4,5
Sección 3	03+439	04+557	6
Sección 4	04+557	04+641	4,25

Tabla 6: Tramos con secciones diferentes.

Los tramos resumidos en la tabla 5 cuentan con las siguientes características:

- Sección 1: Cuenta con un único carril sin separación, con un ancho de 4,25 m sin arcenes.
- Sección 2: Cuenta con dos carriles de 3 m cada uno sin arcenes.
- Estrechamiento: Presenta una reducción del ancho a un único carril de 4,5 m sin arcenes sobre una estructura.
- Sección 3: Mismas características que la 2, con dos carriles de 3 m sin arcenes.
- Sección 4: Único carril sin separación con 4,25 m de ancho sin arcenes.



Ilustración 1: Sección 1. Fuente: Elaboración propia.

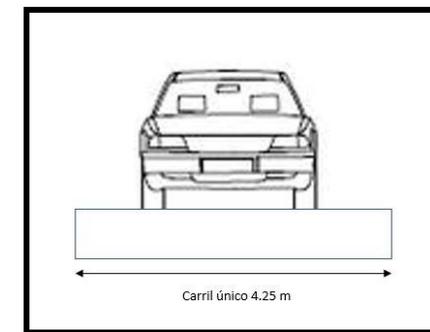


Ilustración 4: Diagrama de sección 1. Fuente: Elaboración propia.

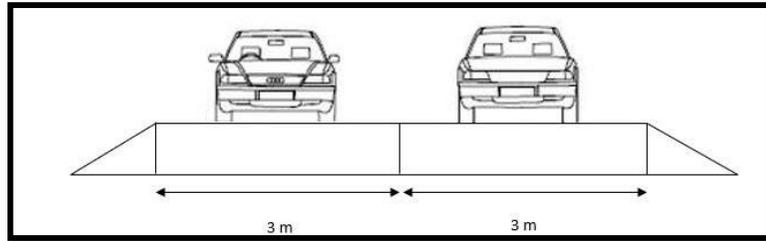


Ilustración 5: Diagrama de sección 2. Fuente: Elaboración propia.

## 5. Estructuras

El tramo de estudio de la carretera CV-425 presenta dos estructuras que resultan relevantes de destacar las cuales comparten el mismo objetivo, salvar diferentes cuencas generadas de forma natural por el terreno. La función de dichas estructuras es salvar los puntuales desniveles que se encuentra la carretera en su trazado y, además, realizan la función de drenaje transversal de la infraestructura.

A continuación, se especificarán cada una de ellas:

- Entre el pk1+782 y el pk1+810, se localiza una estructura de 28 m de longitud salva el barranco del fraile en su cruce con el trazado.
- Entre el pk03+383 y el pk03+439 se localiza un puente de arco de 26 m de longitud que salva el barranco de la cierva, en su cruce con el trazado.

No se dispone de inspecciones de estructuras que refleje técnicamente el estado actual de las mismas, aunque a partir de una inspección visual se puede destacar la inexistencia de elementos en estado defectuoso, que pueda poner en riesgo la funcionalidad de las estructuras.

En el Anejo nº1: Reportaje Fotográfico, se muestran fotografías en detalle de sendas estructuras.

Entre el pk1+782 y el pk1+810 encontramos una estructura, que consiste en un puente de piedra de tipo arco, situada para salvar el paso del barranco del fraile, la cual cuenta con 6 m de ancho, 28 m de longitud y una altura máxima de 8 m.



Ilustración 6: Estructura sobre barranco del fraile. Fuente: Elaboración propia.

Si se quieren modificar las características de este tramo, con el objetivo de mejorar sus condiciones de seguridad, cualquier cambio en el trazado que no pase sobre la estructura actual supondrían elevados movimientos de tierras, debido a las grandes alturas del barranco y taludes cercanos en roca.

Entre el pk03+383 y el pk03+439 nos encontramos con un estrechamiento dentro del cual existe una estructura situada para salvar el paso del barranco, el cual cuenta con 4.25 m de ancho, 26 m de longitud y una altura máxima de 6 m. Dicha estructura consiste en un puente de piedra de tipo arco, considerado del grupo bóveda de cañón o de medio punto.

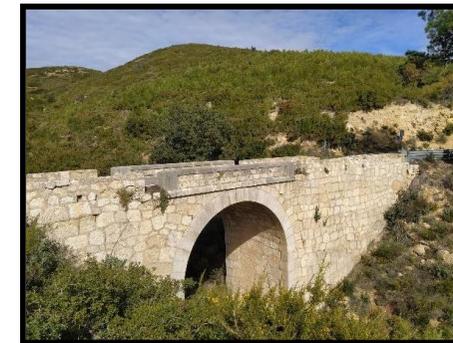


Ilustración 7: Puente sobre barranco de la cierva. Fuente: Elaboración propia.

Este puente cuenta con un ancho que en ningún caso puede soportar la sección correspondiente a un carril por sentido de circulación y su ubicación se encuentra forzada por el trazado, el cual genera una curva de radio muy reducido en entrada al estrechamiento.

Por tanto, si se quieren modificar las características de ese tramo, con el objetivo de mejorar sus condiciones de seguridad, será necesario realizar una nueva estructura en paralelo a la actual.

## 6.Conclusiones

Analizando la situación actual del tramo se detecta que:

- El trazado actual no cuenta con continuidad en su sección transversal, incumpliendo los mínimos en su mayor parte.
- El trazado actual no respeta la normativa vigente.
- La existencia continua de curvas de dotoides asimétricas y curvas circulares sin dotoides afectan directamente a la seguridad vial de la vía.
- Existen diferencias de radios consecutivos entre las curvas del trazado que generan una consistencia pobre que puede afectar directamente a la funcionalidad y la seguridad vial de la vía.
- Existen proximidad de puntos kilométricos entre acuerdos verticales y curvas que podrían suponer problemas de coordinación planta alzado.

A partir de estas conclusiones se justifica la intervención para una mejora del trazado dentro del tramo de estudio, para la cual se realizará una auditoria de seguridad vial completa con el objetivo de obtener los datos detallados respecto a los incumplimientos del tramo con la normativa vigente.

## Apéndice 1: Listado de alineaciones en planta.

Numero de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+957.81m	957.813m		
2	Curva	0+957.81m	0+970.35m	12.535m	400.000m	
3	Recta	0+970.35m	1+216.04m	245.694m		
4	Curva	1+216.04m	1+221.22m	5.174m	400.000m	
5	Recta	1+221.22m	1+317.97m	96.752m		
6	Clotoide	1+317.97m	1+346.85m	28.880m		38.000m
7	Curva	1+346.85m	1+405.96m	59.109m	50.000m	
8	Clotoide	1+405.96m	1+413.96m	8.000m		20.000m
9	Recta	1+413.96m	1+422.32m	8.367m		
10	Clotoide	1+422.32m	1+438.69m	16.364m		30.000m
11	Curva	1+438.69m	1+491.37m	52.677m	55.000m	
12	Recta	1+491.37m	1+523.46m	32.096m		
13	Clotoide	1+523.46m	1+542.51m	19.048m		20.000m
14	Curva	1+542.51m	1+562.36m	19.849m	21.000m	
15	Recta	1+562.36m	1+572.02m	9.665m		
16	Clotoide	1+572.02m	1+613.69m	41.667m		50.000m
17	Curva	1+613.69m	1+628.00m	14.313m	60.000m	
18	Clotoide	1+628.00m	1+661.75m	33.750m		45.000m
19	Recta	1+661.75m	1+701.50m	39.748m		
20	Curva	1+701.50m	1+718.08m	16.581m	200.000m	
21	Recta	1+718.08m	1+756.13m	38.050m		
22	Curva	1+756.13m	1+775.83m	19.701m	15.000m	
23	Recta	1+775.83m	1+781.25m	5.419m		
24	Curva	1+781.25m	1+782.50m	1.245m	14.000m	
25	Clotoide	1+782.50m	1+823.64m	41.143m		24.000m
26	Recta	1+823.64m	1+864.56m	40.925m		
27	Clotoide	1+864.56m	1+919.95m	55.385m		60.000m
28	Curva	1+919.95m	1+962.78m	42.833m	65.000m	
29	Recta	1+962.78m	1+977.24m	14.461m		
30	Curva	1+977.24m	2+011.61m	34.366m	45.000m	
31	Clotoide	2+011.61m	2+038.83m	27.222m		35.000m

32	Recta	2+038.83m	2+046.33m	7.495m		
33	Curva	2+046.33m	2+084.34m	38.010m	35.000m	
34	Recta	2+084.34m	2+093.30m	8.961m		
35	Curva	2+093.30m	2+127.47m	34.175m	35.000m	
36	Recta	2+127.47m	2+363.10m	235.629m		
37	Curva	2+363.10m	2+366.84m	3.741m	400.000m	
38	Recta	2+366.84m	2+564.67m	197.823m		
39	Curva	2+564.67m	2+591.33m	26.668m	60.000m	
40	Recta	2+591.33m	2+615.64m	24.305m		
41	Clotoide	2+615.64m	2+629.48m	13.846m		30.000m
42	Curva	2+629.48m	2+683.57m	54.090m	65.000m	
43	Recta	2+683.57m	2+712.59m	29.018m		
44	Curva	2+712.59m	2+737.47m	24.881m	17.000m	
45	Recta	2+737.47m	2+739.93m	2.459m		
46	Curva	2+739.93m	2+762.61m	22.683m	18.000m	
47	Recta	2+762.61m	2+779.05m	16.440m		
48	Curva	2+779.05m	2+816.45m	37.395m	25.000m	
49	Recta	2+816.45m	2+826.28m	9.826m		
50	Curva	2+826.28m	2+858.50m	32.220m	30.000m	
51	Recta	2+858.50m	2+866.59m	8.092m		
52	Curva	2+866.59m	2+894.01m	27.423m	25.000m	
53	Recta	2+894.01m	2+905.02m	11.006m		
54	Curva	2+905.02m	2+936.49m	31.474m	25.000m	
55	Recta	2+936.49m	2+973.26m	36.767m		
56	Curva	2+973.26m	2+990.37m	17.117m	25.000m	
57	Clotoide	2+990.37m	3+026.37m	36.000m		30.000m
58	Recta	3+026.37m	3+048.36m	21.986m		
59	Curva	3+048.36m	3+067.37m	19.009m	80.000m	
60	Clotoide	3+067.37m	3+137.68m	70.312m		75.000m
61	Recta	3+137.68m	3+138.83m	1.146m		
62	Clotoide	3+138.83m	3+162.91m	24.083m		17.000m
63	Curva	3+162.91m	3+166.79m	3.883m	12.000m	
64	Recta	3+166.79m	3+167.99m	1.193m		

65	Curva	3+167.99m	3+172.29m	4.300m	15.000m	
66	Clotoide	3+172.29m	3+198.95m	26.667m		20.000m
67	Recta	3+199.05m	3+206.55m	7.498m		
68	Curva	3+206.55m	3+230.91m	24.356m	45.000m	
69	Espiral a espiral	3+230.91m	3+291.76m	60.853m		52.329m
70	Espiral a espiral	3+291.76m	3+336.77m	45.016m		55.084m
71	Curva	3+336.77m	3+348.71m	11.934m	67.403m	
72	Recta	3+348.71m	3+373.00m	24.290m		
73	Curva	3+373.00m	3+383.11m	10.111m	15.000m	
74	Recta	3+383.11m	3+420.49m	37.377m		
75	Curva	3+420.49m	3+439.65m	19.165m	100.000m	
76	Clotoide	3+439.65m	3+447.12m	7.466m		
77	Curva	3+447.12m	3+477.39m	30.275m	150.000m	
78	Recta	3+477.39m	3+497.06m	19.672m		
79	Curva	3+497.06m	3+543.29m	46.227m	90.000m	
80	Recta	3+543.29m	3+584.39m	41.095m		
81	Curva	3+584.39m	3+621.19m	36.809m	30.000m	
82	Recta	3+621.19m	3+654.66m	33.466m		
83	Curva	3+654.66m	3+694.41m	39.754m	80.000m	
84	Recta	3+694.41m	3+709.59m	15.180m		
85	Curva	3+709.59m	3+737.53m	27.935m	80.000m	
86	Recta	3+737.53m	3+788.19m	50.657m		
87	Curva	3+788.19m	3+927.64m	139.457m	300.000m	
88	Recta	3+927.64m	3+952.51m	24.868m		
89	Curva	3+952.51m	3+975.03m	22.518m	100.000m	
90	Recta	3+975.03m	3+982.28m	7.248m		
91	Curva	3+982.28m	4+015.83m	33.550m	60.000m	
92	Recta	4+015.83m	4+098.03m	82.203m		
93	Curva	4+098.03m	4+123.78m	25.744m	100.000m	
94	Recta	4+123.78m	4+158.97m	35.199m		
95	Curva	4+158.97m	4+196.18m	37.202m	150.000m	
96	Recta	4+196.18m	4+210.10m	13.921m		

97	Curva	4+210.10m	4+245.66m	35.558m	40.000m	
98	Recta	4+245.66m	4+248.72m	3.068m		
99	Curva	4+248.72m	4+286.17m	37.450m	35.000m	
100	Recta	4+286.17m	4+297.43m	11.253m		
101	Curva	4+297.43m	4+337.51m	40.087m	100.000m	
102	Recta	4+337.51m	4+341.90m	4.387m		
103	Curva	4+341.90m	4+380.16m	38.259m	50.000m	
104	Recta	4+380.16m	4+387.32m	7.162m		
105	Curva	4+387.32m	4+416.92m	29.601m	30.000m	
106	Recta	4+416.92m	4+428.96m	12.041m		
107	Curva	4+428.96m	4+454.75m	25.790m	120.000m	
108	Recta	4+454.75m	4+465.64m	10.887m		
109	Curva	4+465.64m	4+519.71m	54.074m	75.000m	
110	Recta	4+519.71m	4+557.68m	37.966m		
111	Curva	4+557.68m	4+592.09m	34.410m	40.000m	
112	Recta	4+592.09m	4+615.65m	23.561m		
113	Curva	4+615.65m	4+626.12m	10.465m	20.000m	
114	Recta	4+626.12m	4+641.08m	14.963m		

## Apéndice 2: Listado de alineaciones alzado.

Nº	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Acuerdo	Valor de K	Pendiente
1	Tangente	00+00	00+74	743.818m			3.63%
2	Parábola simétrica	00+74	00+75	5.496m	Convexo	2.112	
3	Tangente	00+75	00+80	45.947m			1.03%
4	Parábola simétrica	00+80	00+82	25.305m	Cóncavo	5.500	
5	Tangente	00+82	00+93	134.997m			5.63%
6	Parábola simétrica	00+93	00+96	7.036m	Convexo	1.979	
7	Tangente	00+96	01+23	265.198m			2.07%
8	Parábola simétrica	01+23	01+24	11.190m	Convexo	2.000	
9	Tangente	01+24	01+66	422.032m			-3.52%
10	Parábola simétrica	01+66	01+67	13.932m	Cóncavo	3.788	
11	Tangente	01+67	01+82	148.954m			0.16%
12	Parábola simétrica	01+82	01+84	20.700m	Cóncavo	4.372	
13	Tangente	01+84	02+24	391.055m			4.89%
14	Parábola simétrica	02+24	02+25	11.435m	Convexo	2.500	
15	Tangente	02+25	02+31	67.576m			0.32%
16	Parábola simétrica	02+31	02+34	24.951m	Cóncavo	5.132	
17	Tangente	02+34	02+42	85.218m			5.18%
18	Parábola simétrica	02+42	02+44	19.473m	Convexo	5.200	
19	Tangente	02+44	02+58	137.017m			1.44%
20	Parábola simétrica	02+58	02+59	7.069m	Convexo	3.131	
21	Tangente	02+59	02+71	126.314m			-0.82%
22	Parábola simétrica	02+71	02+73	10.803m	Convexo	2.000	
23	Tangente	02+73	02+98	250.041m			-6.22%
24	Parábola simétrica	02+98	03+01	31.434m	Cóncavo	6.000	
25	Tangente	03+01	03+37	365.278m			-0.98%
26	Parábola simétrica	03+37	03+38	6.952m	Cóncavo	7.600	
27	Tangente	03+38	03+42	40.247m			-0.07%
28	Parábola simétrica	03+42	03+44	18.499m	Cóncavo	2.199	
29	Tangente	03+44	03+60	163.157m			8.34%
30	Parábola simétrica	03+60	03+62	22.054m	Convexo	2.000	
31	Tangente	03+62	04+03	409.435m			-2.68%
32	Parábola simétrica	04+03	04+04	10.388m	Cóncavo	5.000	
33	Tangente	04+04	04+13	85.261m			-0.60%
34	Parábola simétrica	04+13	04+14	16.569m	Cóncavo	5.500	
35	Tangente	04+14	04+25	108.234m			2.41%
36	Parábola simétrica	04+25	04+27	20.856m	Convexo	2.500	
37	Tangente	04+27	04+43	160.594m			-5.93%
38	Parábola simétrica	04+43	04+47	38.092m	Cóncavo	4.840	
39	Tangente	04+47	04+64	168.777m			1.94%



# ANEJO Nº4. AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Contenido

1. Objeto de estudio .....	3
2. Análisis de seguridad vial .....	3
2.1. Trazado .....	3
2.1.1. Planta .....	3
2.1.2. Alzado .....	10
2.1.3. Coordinación Planta-Alzado .....	13
2.1.4. Sección transversal .....	14
2.2. Señalización vertical y balizamiento .....	15
2.3. Marcas Viales .....	19
2.4. Márgenes y sistemas de contención .....	20
2.5. Visibilidad .....	21
3. Bibliografía .....	22
Apéndice 1: Listado de visibilidades ida .....	23
Apéndice 2: Listado de visibilidades vuelta .....	23

## 1. Objeto de estudio

El objetivo del presente anejo es el análisis de la situación actual de la carretera N-425 en el tramo comprendido entre los puntos kilométricos: PK 24+700 y PK 29+300 en el término municipal de Cortés de Pallás.

Para ello, la inspección consistirá en la revisión detallada de los elementos de la carretera con el fin de exponer las deficiencias que presenta la carretera según las prescripciones y requisitos de la norma correspondiente, lo que será de gran utilidad para la realización de las posteriores propuestas de mejora, puesto que la corrección de las deficiencias mostradas en este documento con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad de la circulación son el objetivo último del estudio de mejora.

Se ha realizado el análisis siguiendo los criterios de la ORDEN CIRCULAR 30/2012 del ministerio de fomento, así como las normativas 8.1-IC de señalización y 3.1-IC de trazado. Del mismo modo se tomará el apartado 4.3.1 de dicha orden circular como índice de los aspectos a inspeccionar en el tramo objeto de estudio.

La restitución realizada, tanto en planta como en alzado, del tramo actual de la carretera CV425, está diseñada para una velocidad de proyecto de 50 km/h mediante el uso del software de diseño AutoCAD Civil 3D en su versión 2020, recreando todos los elementos existentes en el trazado geométrico actual a través de su representación mediante los datos de geo ubicación proporcionados por el propio software de diseño puesto que no se disponen de datos más precisos del trazado actual.

## 2. Análisis de seguridad vial

### 2.1. Trazado

#### 2.1.1. Planta

##### 2.1.1.1. Alineaciones rectas.

Son consideradas como alineaciones rectas aquellas que presentan radio infinito, y sus características dentro del trazado son delimitadas por la Norma 3.1-IC. Dichos elementos quedan limitados por una longitud máxima, con el fin de evitar problemas vinculados al cansancio, deslumbramientos y excesos de velocidad. Por otra parte, también se ven limitadas a una longitud mínima que considere la adaptación en la conducción y la comodidad.

Según desarrolla la normativa, las longitudes máximas y mínimas recomendables de las rectas se establecen en función de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) y, se obtienen de las siguientes expresiones:

$$L_{min,s} = 1,39 * V_p \text{ (Entre curvas en "S")}$$

$$L_{min,c} = 2,78 * V_p \text{ (Entre curvas en "C")}$$

$$L_{max} = 16,70 * V_p \text{ (en rectas aisladas)}$$

Considerando una tipología de vía C-50 para el tramo, es decir, con una velocidad de proyecto ( $V_p$ ) de 50 km/h, se obtienen los siguientes valores:

Recta mínima, curva en C:	139 m
Recta mínima, curva en S:	69,5 m
Recta máxima:	835 m

Ilustración 1: Longitudes de recta permitidas. Fuente: elaboración propia.

En el tramo de carretera objeto de este estudio existen un total de 48 alineaciones rectas, donde 31 de ellas se encuentran entre curvas circulares de sentido contrario (curvas en "S") y 12 de ellas entre curvas circulares del mismo sentido (curvas en "C").

En la Tabla siguiente se observa el análisis de longitudes de las alineaciones rectas existentes en el tramo:

Numero de elemento	Longitud (m)	tipo	Lmín (m)	Lmáx (m)	¿Cumple?
1	957.813	aislada		835	No
2	245.694	aislada		835	Si
3	96.752	aislada		835	Si
4	8.367	s	69,5	835	No
5	32.09	s	69,5	835	No
6	9.66	s	69,5	835	No
7	39.748	c	139	835	No
8	38.050	c	139	835	No
9	5.419	c	139	835	No
10	40.925	s	69,5	835	No
11	14.461	s	69,5	835	No
12	7.495	s	69,5	835	No
13	8.961	c	139	835	No
14	235.629	aislada		835	Si
15	197.823	aislada		835	Si
16	24.305	c	139	835	No
17	29.018	s	69,5	835	No
18	2.459	c	139	835	No
19	16.440	s	69,5	835	No
20	9.826	s	69,5	835	No

21	8.092	s	69,5	835	No
22	11.006	s	69,5	835	No
23	36.767	s	69,5	835	No
24	21.986	c	139	835	No
25	1.146	s	69,5	835	No
26	1.193	c	139	835	No
27	7.498	s	69,5	835	No
28	24.290	c	139	835	No
29	37.377	s	69,5	835	No
30	19.672	s	69,5	835	No
31	41.095	s	69,5	835	No
32	33.466	s	69,5	835	No
33	15.180	s	69,5	835	No
34	50.657	s	69,5	835	No
35	24.868	s	69,5	835	No
36	7.248	s	69,5	835	No
37	82.203	c	139	835	No
38	35.199	s	69,5	835	No
39	13.921	c	139	835	No
40	3.068	s	69,5	835	No
41	11.253	s	69,5	835	No
42	4.387	s	69,5	835	No
43	7.162	c	139	835	No
44	12.041	s	69,5	835	No
45	10.887	s	69,5	835	No
46	37.966	s	69,5	835	No
47	23.561	s	69,5	835	No
48	14.963	s	69,5	835	No

Tabla 1: Longitudes de recta existentes. Fuente: Elaboración propia.

Según la norma de trazado vigente, 3.1-IC de Trazado, para una tipología de vía con una velocidad de proyecto de 50 km/h, se consideran rectas de longitud limitada aquellas que disponga una longitud igual o menor a 50 m, por lo que 41 de las alineaciones rectas que forman el tramo actual se califican de esta manera. En el resto de las alineaciones rectas el conductor del vehículo podrá adoptar la velocidad máxima alcanzable en dicha alineación recta conforme a sus propias preferencias sobre la conducción y las limitaciones de velocidad señalizadas, tal y como describe la norma previamente mencionada.

Del análisis de las alineaciones rectas realizado se puede deducir que la práctica totalidad de las alineaciones rectas son rectas de longitud limitada en las que no se cumple con las longitudes mínimas entre curvas en ningún caso, lo que genera un grave problema de seguridad vial debido a las dudas provocadas al conductor para adaptar su velocidad al trazado por el que circula, pudiendo provocar accidentes graves.

### 2.1.1.2. Curvas circulares

Las curvas circulares son los elementos del trazado estrictamente necesarios para enlazar dos alineaciones rectas con direcciones diferentes. Estos elementos vienen definidos por su radio, el cual viene determinado por varios parámetros directos como son la velocidad, el peralte, el rozamiento transversal y por otros condicionantes como la visibilidad de parada en toda su longitud o la coordinación del trazado en planta y alzado, con el objetivo de conseguir evitar pérdidas de trazado o de orientación.

La expresión mediante la cual se relacionan algunos de dichos parámetros es la siguiente:

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot (f_t + p/100)$$

Ecuación 1: Velocidad en curva. Fuente: Norma 3.1-IC.

Donde:

V = Velocidad de la curva circular (km/h).

R = Radio de la circunferencia que define el eje del trazado en planta (m).

$f_t$  = Coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = Peralte (%).

En la ecuación anterior se relaciona la velocidad de la curva circular, el radio, el coeficiente de rozamiento transversal movilizado y el peralte, con lo cual es posible calcular el radio mínimo determinando una velocidad, en este caso la velocidad estimada de proyecto  $V_p=50$  Km/H y un peralte del 7%.

El resto de parámetros se determinan a partir de dicha velocidad. Las siguientes tablas muestran los valores máximos correspondientes para la velocidad de proyecto:

$V_e$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{tMAX}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Tabla 2: Coeficiente de rozamiento transversal máximo. Fuente: Norma 3.1-IC.

Utilizando los criterios previamente descritos, la norma 3.1-IC nos da la siguiente tabla resumen para cada velocidad y tipo de carretera:

VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1050	8,00	-	-	-	-
130	850	8,00	-	-	-	-
120	-	-	700	8,00	-	-
110	-	-	550	8,00	-	-
100	-	-	450	8,00	-	-
90	-	-	350	8,00	350	7,00
80	-	-	250	8,00	265	7,00
70	-	-	-	-	190	7,00
60	-	-	-	-	130	7,00
50	-	-	-	-	85	7,00
40	-	-	-	-	50	7,00

Ilustración 2: Radios mínimos por grupo y velocidad. Fuente: Norma 3.1-IC.

En el caso de la carretera objeto de estudio contamos con una velocidad de proyecto V<sub>p</sub>= 50 km/H, por lo que según la norma de trazado correspondiente es necesario que todas las curvas cuenten con un radio mínimo de 85 m. Como podemos comprobar en la tabla resumen adjunta, 37 de las 49 curvas no cumplen este requisito:

Numero de elemento	Radio (m)	Rmín (m)	¿Cumple?
1	400.000	85	Si
2	400.000	85	Si
3	50.000	85	No
4	55.000	85	No
5	21.000	85	No
6	60.000	85	No
7	200.000	85	Si
8	15.000	85	No
9	14.000	85	No
10	65.000	85	No
11	45.000	85	No

12	35.000	85	No
13	35.000	85	No
14	400.000	85	Si
15	60.000	85	No
16	65.000	85	No
17	17.000	85	No
18	18.000	85	No
19	25.000	85	No
20	30.000	85	No
21	25.000	85	No
22	25.000	85	No
23	25.000	85	No
24	80.000	85	No
25	12.000	85	No
26	15.000	85	No
27	45.000	85	No
28	67.403	85	No
29	15.000	85	No
30	100.000	85	Si
31	150.000	85	Si
32	90.000	85	Si
33	30.000	85	No
34	80.000	85	No
35	80.000	85	No
36	300.000	85	S
37	100.000	85	No
38	60.000	85	No
39	100.000	85	Si
40	150.000	85	Si
41	40.000	85	No
42	35.000	85	No
43	100.000	85	Si
44	50.000	85	No
45	30.000	85	No
46	120.000	85	Si
47	75.000	85	No
48	40.000	85	No
49	20.000	85	No

Tabla 3: Radios existentes. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los radios mínimos de curvas circulares junto con el análisis de longitudes mínimas de las alineaciones rectas nos indica que el tramo comprendido ente los PKs (00+900 y 03+383) presenta unas condiciones geométricas inferiores a las del resto trazado, ya que está compuesto por las curvas de menor radio de todo el trazado y las

rectas entre ellas cuentan con unas longitudes muy reducidas, por lo que será importante el análisis de la coordinación entre esta serie de elementos consecutivos.

### 2.1.1.3. Coordinación de curvas

Entre curvas consecutivas sin recta intermedia o con recta intermedia de longitud inferior o igual a 400 metros, lo cual en el presente caso supone la mayoría de las rectas entre curvas, se deberá buscar que la diferencia de radios no sea excesivamente brusca, evitando variaciones en la velocidad de operación que dificulten la conducción y disminuyan la seguridad.

Para lograrlo, se deben respetar las siguientes limitaciones en cuanto a radios mínimos y máximos entre elementos sucesivos (R1 y R2):

RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA.<sup>12</sup>

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1800	$R' \geq 700$

Ilustración 3: Relación de radios en elementos consecutivos. Fuente: Norma 3.1-IC.

Utilizando estas relaciones de radios se obtiene para cada curva un radio máximo y un radio mínimo en función del radio de su curva anterior en ambos sentidos de circulación, sentido creciente y decreciente de los PKs. De esta forma se analiza si el radio existente se encuentra coordinado con los elementos adyacentes:

Sentido creciente				
Numero de elemento	R	R' min	R' max	cumple
1	50			
2	55			
3	21	43,514	72,91	No
4	60	24,436	18,938	No
5	200			
6	15	137,013	303,100	No

7	14	17,54	9,413	No
8	65	16,89	7,825	No
9	45	50,008	88,788	No
10	35	37,021	57,038	No
11	35	30,527	41,163	Si
12	400			
13	60			
14	65			
15	17	50,008	88,788	No
16	18	18,839	12,588	No
17	25	19,488	14,175	No
18	30	24,034	25,288	No
19	25	27,281	33,225	No
20	25	24,034	25,288	No
21	25	24,034	25,288	Si
22	80	24,034	25,288	No
23	12	59,748	112,600	No
24	15	15,592	4,650	No
25	45	17,540	9,413	No
26	67	37,021	57,038	No
27	15	51,306	91,963	No
28	100	17,540	9,413	No
29	150	72,735	144,350	No
30	90	105,203	223,725	No
31	30	66,242	128,475	No
32	80	27,281	33,225	No
33	80	59,748	112,600	No
34	300	59,748	112,600	No
35	100			
36	60	72,735	144,350	No
37	100	46,761	80,850	No
38	150			
39	40	105,203	223,725	No
40	35	33,774	49,100	No
41	100	30,527	41,163	No
42	50	72,735	144,350	No
43	30	40,268	64,975	No
44	120	27,281	33,225	No
45	75	85,722	176,100	No
46	40	56,501	104,663	No
47	20	33,774	49,100	No

Tabla 4: Coordinación de elementos sentido creciente. Fuente: Elaboración propia.

Sentido decreciente				
Numero de elemento	R	R' min	R' max	cumple
1	50	43,514	72,9125	Si
2	55	21,436	18,9375	No
3	21	46,761	80,85	No
4	60	137,670	303,1	No
5	200			
6	15	16,890	7,825	No
7	14	50,00	88,7875	No
8	65	37,020	57,0375	No
9	45	30,527	41,1625	No
10	35	30,527	41,1625	Si
11	35			
12	400			
13	60	50,00	88,7875	Si
14	65	18,838	12,5875	No
15	17	19,48	14,175	No
16	18	24,033	25,2875	No
17	25	27,280	33,225	No
18	30	24,033	25,2875	No
19	25	24,03	25,2875	Si
20	25	24,033	25,2875	Si
21	25	59,748	112,6	No
22	80	15,592	4,65	No
23	12	17,540	9,4125	No
24	15	37,020	57,0375	No
25	45	51,306	91,9625	No
26	67	17,540	9,4125	No
27	15	72,735	144,35	No
28	100	105,202	223,725	No
29	150	66,241	128,475	No
30	90	27,280	33,225	No
31	30	59,7480	112,6	No
32	80	59,7480	112,6	No
33	80			
34	300	72,735	144,35	No
35	100	46,761	80,85	No
36	60			
37	100	105,202	223,725	No
38	150	33,774	49,1	No
39	40	30,527	41,1625	No
40	35	72,735	144,35	No
41	100	40,267	64,975	No

42	50	27,280	33,225	No
43	30	85,722	176,1	No
44	120	56,501	104,6625	No
45	75	33,774	49,1	No
46	40	20,787	17,35	No
47	20			

Tabla 5: Coordinación de elementos sentido decreciente. Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizada la coordinación de cada una de las curvas se puede comprobar como independientemente del sentido de circulación existe un problema grave de coordinación de elementos, problema que deriva, como se ha visto anteriormente, de lo condicionado que se encuentra el trazado respecto al terreno por el que circula y los constantes radios de pequeñas dimensiones.

#### 2.1.1.4. Curvas de transición

Las curvas de acuerdo (o curvas de transición) tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que, en su diseño deberán proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado. Para proporcionar dichas condiciones es necesario que todas las curvas circulares cuenten con una curva de acuerdo de entrada y otra de salida, las cuales además deberán ser simétricas.

Para curvas circulares de radio menor que cinco mil metros (< 5 000 m) en carreteras de los Grupos 1 y 2 y para curvas circulares de radio menor que dos mil quinientos metros (< 2 500 m) en carreteras del Grupo 3, como el presente caso de estudio, será necesario utilizar curvas de acuerdo. Dichas curvas de acuerdo deberán ser simétricas salvo justificación técnica.

Tras realizar el análisis sobre las curvas de acuerdo existentes, el cual se adjunta en la siguiente tabla, se comprueba que la mayor parte de las curvas del tramo objeto de estudio no cuentan con clotoides y que además en las escasas ocasiones en las que se cuenta con clotoides en ninguna de ellas dichas clotoides son simétricas.

Numero de elemento	Radio (m)	Clotoides	A(entrada)	A(salida)	Simétricas
1	400	No			
2	400	No			
3	50	Si	38	20	No
4	55	Si	30	0	No
5	21	Si	20	0	No
6	60	Si	50	45	No
7	200	No			
8	15	No			
9	14	Si	0	24	No
10	65	Si	60	0	No
11	45	Si	0	35	No

12	35	No			
13	35	No			
14	400	No			
15	60	No			
16	65	Si	30	0	No
17	17	No			
18	18	No			
19	25	No			
20	30	No			
21	25	No			
22	25	No			
23	25	Si	0	30	No
24	80	Si	0	75	No
25	12	Si	17	0	No
26	15	Si	0	20	No
27	45	No			
28	67,4	No			
29	15.000m	No			
30	100.000m	No			
31	150.000m	No			
32	90.000m	No			
33	30.000m	No			
34	80.000m	No			
35	80.000m	No			
36	300.000m	No			
37	100.000m	No			
38	60.000m	No			
39	100.000m	No			
40	150.000m	No			
41	40.000m	No			
42	35.000m	No			
43	100.000m	No			
44	50.000m	No			
45	30.000m	No			
46	120.000m	No			
47	75.000m	No			
48	40.000m	No			
49	20.000m	No			

Tabla 6: Curvas de acuerdo. Fuente: Elaboración propia.

Las curvas de transición tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que, en su diseño deberán proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado, tal y como indica la Norma 3.1.-IC de Trazado.

Los parámetros que definen una curva de transición vienen quedados establecidos en la siguiente expresión:

$$R \cdot L = A^2$$

Ecuación 2: Parámetros curva de transición. Fuente: Norma 3.1-IC.

Donde:

R = Radio de la curva circular (m).

L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión y el punto de radio R (m).

A = Parámetro de la curva de transición o clotoide.

Existen diferentes criterios para su cálculo, lo que significa que se escogerán como valores los mayores de entre cada uno de los 3 criterios siguientes:

- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal. (Criterio I).
- Limitación por transición del peralte. (Criterio II).
- Limitación por condiciones de percepción visual. (Criterio III).

Criterio I:

Suponiendo que la clotoide se recorre a velocidad constante igual a la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor, el parámetro: Amin, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_0 \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \frac{(P_0 - P_1)}{(1 - \frac{R_0}{R_1})} \right]}$$

Ecuación 3: Parámetro mínimo según criterio 1. Fuente: Norma 3.1-IC.

Siendo:

Ve = Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

J = Variación de la aceleración centrífuga (m/s<sup>3</sup>).

R1 = Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).

Ro = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

$P_1$  = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio mayor (%).

$P_0$  = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio menor (%).

Lo que supone una longitud mínima ( $L_{min}$ ) de la clotoide en metros dada por la expresión:

$$L_{min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[ \frac{V_e^2}{R_0} \cdot \left( 1 - \frac{R_0}{R_1} \right) - 1,27 \cdot (P_0 - P_1) \right]$$

Ecuación 4: Longitud mínima de curva de transición. Fuente: Norma 3.1-IC.

A efectos de cálculo, se adoptarán para  $J$  los valores indicados en la siguiente tabla, debiendo sólo utilizarse los valores de  $J_{máx}$  cuando suponga un menor coste tal, que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, aunque conlleve una disminución de la comodidad.

$V_e$ (km/h)	$V_e < 80$	$80 \leq V_e < 100$	$100 \leq V_e < 120$	$V_e \geq 120$
$(J)$ (m/s <sup>3</sup> )	0,5	0,4	0,4	0,4
$(J_{máx})$ (m/s <sup>3</sup> )	0,7	0,6	0,5	0,4

Ilustración 4: Variación de la aceleración centrífuga. Fuente: Norma 3.1-IC.

### Criterio II:

Es necesario limitar por razones de comodidad en la conducción el gradiente de la pendiente transversal en la transición de peralte. Considerando el borde de la sección que soporta una variación longitudinal de la pendiente transversal mayor, la longitud mínima en la que se deberá llevar a cabo dicha transición vendrá dada por la ecuación:

$$\nabla_{ip} = 0,86 - 0,004 \cdot V_p$$

Ecuación 5: Gradiente de la pendiente transversal. Fuente: Norma 3.1-IC.

Siendo:

- $\nabla_{ip}$  = Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).
- $V_p$  = Velocidad de proyecto (km/h).

Dado que en general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo, la longitud de la transición del peralte y, consecuentemente, la longitud de la clotoide tendrá un valor mínimo definido por la expresión:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot k$$

Ecuación 6: Longitud mínima de clotoide criterio 2. Fuente: Norma 3.1-IC.

Siendo:

- $L_{min}$  = Longitud mínima de transición del peralte (m).
- $p_f$  = Peralte final con su signo (%).
- $p_i$  = Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%).
- $B$  = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).
- $k$  = Factor de ajuste, función del número de carriles que giran; se considerarán los siguientes valores:
  - $k = 1,00$  si gira un carril
  - $k = 0,75$  si giran dos carriles
  - $k = 0,67$  si giran tres o más carriles

De esta forma, el valor de ( $A_{min}$ ) será:

$$A_{min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}}}$$

Ecuación 7: Parámetro mínimo de clotoide criterio 2. Fuente: Norma 3.1-IC.

### Criterio III:

Para que la presencia de una curva de acuerdo resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que un dieciochoavo de radián ( $\geq 1/18$  radianes).
- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros ( $\geq 50$  cm).

Es decir:

$$L_{\min} = \frac{R_0}{9} \Rightarrow A_{\min} = \frac{R_0}{3}$$

$$L_{\min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_0} \Rightarrow A_{\min} = (12 \cdot R_0^3)^{1/4}$$

Ecuación 8: Longitud mínima clotoide por criterio 3. Fuente: Norma 3.1-1C.

Siendo:

- $L_{\min}$  = Longitud (m).
- $R_0$  = Radio de la curva circular (m).

Para valores de  $R_0$  mayores o iguales que novecientos setenta y dos metros ( $\geq 972$  m) es aplicable la primera condición y para valores de  $R_0$  menores que novecientos setenta y dos metros ( $< 972$  m) es aplicable la segunda condición.

Se procurará, además, que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro ( $\Omega$ ) entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide.

Es decir:

$$L_{\min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_0 \Rightarrow A_{\min} = R_0 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}}$$

Ecuación 9: Parámetro mínimo clotoide criterio 3. Fuente: Norma 3.1-1C.

Siendo:

- $L_{\min}$  = Longitud (m).
- $R_0$  = Radio de la curva circular (m).
- $\Omega$  = Ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon).

Numero de elemento	Radio (m)	A(entrada)	A(salida)	Amin	Amax	¿Cumple?
3	50	38	20	44,217	54,155	No
4	55	30	0	47,042	57,615	No
5	21	20	0	24,698	30,249	No
6	60	50	45	49,758	60,940	No
9	14	0	24	18,642	22,832	No
10	65	60	0	52,373	64,144	Si
11	45	0	35	41,269	50,544	No
16	65	30	0	52,373	64,143	No
23	25	0	30	27,830	34,085	Si
24	80	0	75	59,709	73,128	No
25	12	17	0	16,732	20,492	Si
26	15	0	20	19,562	23,959	Si

Tabla 7: Parámetros clotoides existentes. Fuente: Elaboración propia.

Tras el estudio de las curvas de transición, se puede observar que en un elevado número de curvas, las clotoides no solo no son simétricas, sino que el parámetro no alcanza el valor mínimo requerido por normativa.

## 2.1.2. Alzado

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

A partir de la representación realizada a través del software AutoCAD Civil 3D, se obtienen las características de los elementos que componen el perfil de la rasante.

### 2.1.2.1. Inclinación de las rasantes

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, en función de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ), serán los siguientes:

- Carreteras convencionales y carreteras multicarril, como el caso del tramo objeto de estudio:

TABLA 5.2.

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

Tabla 8: Inclinaciones máximas de rasante. Fuente: Norma 3.1-IC.

La siguiente tabla muestra el análisis realizado a las pendientes actuales de las rasantes del tramo objeto de estudio, según los criterios de la Norma 3.1.-IC previamente mencionados:

Nº elemento	P.K. inicial	Inclinación de Rasante	Inclinación máxima	Inclinación excepcional	¿cumple?
1	00+00	3,63%	7%	10%	Si
3	00+75	1,03%	7%	10%	Si
5	00+82	5,63%	7%	10%	Si
7	00+96	2,07%	7%	10%	Si
9	01+24	-3,52%	7%	10%	Si
11	01+67	0,16%	7%	10%	Si
13	01+84	4,89%	7%	10%	Si
15	02+25	0,32%	7%	10%	Si
17	02+34	5,18%	7%	10%	Si
19	02+44	1,44%	7%	10%	Si
21	02+59	-0,82%	7%	10%	Si
23	02+73	-6,22%	7%	10%	Si
25	03+01	-0,98%	7%	10%	Si
27	03+38	-0,07%	7%	10%	Si
29	03+44	8,34%	7%	10%	Excepcional
31	03+62	-2,68%	7%	10%	Si
33	04+04	-0,60%	7%	10%	Si
35	04+14	2,41%	7%	10%	Si
37	04+27	-5,93%	7%	10%	Si
39	04+47	1,94%	7%	10%	Si

Tabla 9: Inclinación de rasantes. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.2.2. Longitud de las rasantes

La Norma 3.1.-IC cita que "no se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, con la inclinación máxima establecida para cada velocidad de proyecto (vp) y clase de

carretera, cuya longitud supere tres mil metros." Así como, "no se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, cuyo tiempo de recorrido, a la velocidad de proyecto (vp), sea inferior a diez segundos (longitud medida entre vértices consecutivos)". Este último valor se calcula como la distancia que puede recorrer un vehículo a la velocidad de proyecto durante 10 segundos, cuyo valor en este caso es de 138,80 m

$$V_p = 50 \text{ Km/h} = 13,88 \text{ m/s}$$

$$L_{\text{mín}} = 13,88 * 10 = 138,8 \text{ m}$$

Nº elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Lmínima (m)	¿cumple?
1	00+00	00+74	743,818m	138,80	Si
3	00+75	00+80	45,947m	138,80	No
5	00+82	00+93	134,997m	138,80	No
7	00+96	01+23	265,198m	138,80	Si
9	01+24	01+66	422,032m	138,80	Si
11	01+67	01+82	148,954m	138,80	Si
13	01+84	02+24	391,055m	138,80	Si
15	02+25	02+31	67,576m	138,80	No
17	02+34	02+42	85,218m	138,80	No
19	02+44	02+58	137,017m	138,80	No
21	02+59	02+71	126,314m	138,80	No
23	02+73	02+98	250,041m	138,80	Si
25	03+01	03+37	365,278m	138,80	Si
27	03+38	03+42	40,247m	138,80	No
29	03+44	03+60	163,157m	138,80	Si
31	03+62	04+03	409,435m	138,80	Si
33	04+04	04+13	85,261m	138,80	No
35	04+14	04+25	108,234m	138,80	No
37	04+27	04+43	160,594m	138,80	Si
39	04+47	04+64	168,777m	138,80	Si

Tabla 10: Longitud de rasantes. Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse en la tabla, aproximadamente la mitad de las rasantes dentro del trazado no disponen de la longitud mínima exigida.

### 2.1.2.3. Parámetros de acuerdos

A la hora de realizar el análisis de los acuerdos verticales se tiene que considerar los aspectos de visibilidad y percepción visual a partir de los parámetros Kv obtenidos en la representación gráfica del trazado en alzado con el software de diseño AutoCad Civil 3D.

Según la instrucción 3.1-IC los parámetros mínimos para acuerdos verticales son los siguientes:

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

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

Ilustración 5: Parámetros mínimos para acuerdos verticales. Fuente: Norma 3.1-IC.

Siendo en este caso una carretera del grupo 3:

V <sub>p</sub>	CONVEXOS		CONCAVOS	
	K <sub>v</sub> (m) parada	K <sub>v</sub> (m) adelantamiento	K <sub>v</sub> (m) parada	K <sub>v</sub> (m) adelantamiento
50	450	650	1160	3000

Tabla 11: Parámetros mínimos caso de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Nº	P.K. inicial	Tipo de curva de perfil	Valor de K (m)	¿Cumple?
1	00+74	Convexo	2.112	Si
2	00+80	Cóncavo	5.500	Si
3	00+93	Convexo	1.979	Si
4	01+23	Convexo	2.000	Si
5	01+66	Cóncavo	3.788	Si
6	01+82	Cóncavo	4.372	Si
7	02+24	Convexo	2.500	Si
8	02+31	Cóncavo	5.132	si
9	02+42	Convexo	5.200	si
10	02+58	Convexo	3.131	si
11	02+71	Convexo	2.000	si
12	02+98	Cóncavo	6.000	si
13	03+37	Cóncavo	7.600	si
14	03+42	Cóncavo	2.199	No
15	03+60	Convexo	2.000	Si
16	04+03	Cóncavo	5.000	Si
17	04+13	Cóncavo	5.500	Si
18	04+25	Convexo	2.500	Si
19	04+43	Cóncavo	4.840	Si

Tabla 12: Parámetros de acuerdos verticales existentes. Fuente: Elaboración propia.

Únicamente existe 1 acuerdo cóncavo que no cumple con los parámetros de adelantamiento, pero puesto que se encuentra en un tramo en el que no se permite adelantar se puede considerar que no supone un problema grave.

Por motivos de consideración estética los acuerdos verticales necesitan una longitud de desarrollo mínimo para evitar la aparición de codos ópticos. Esa longitud mínima viene marcada por la velocidad de proyecto, ya que debe cumplirse que:

$$L(m) \geq V_p(km/h).$$

Por tanto para el tramo de estudio será necesario que los acuerdos cumplan con un mínimo de 50 m de longitud por condiciones de estética.

Nº	Acuerdo	Longitud	¿Cumple?
1	Convexo	5.496m	No
2	Cóncavo	25.305m	No
3	Convexo	7.036m	No
4	Convexo	11.190m	No
5	Cóncavo	13.932m	No

6	Cóncavo	20.700m	No
7	Convexo	11.435m	No
8	Cóncavo	24.951m	No
9	Convexo	19.473m	No
10	Convexo	7.069m	No
11	Convexo	10.803m	No
12	Cóncavo	31.434m	No
13	Cóncavo	6.952m	No
14	Cóncavo	18.499m	No
15	Convexo	22.054m	No
16	Cóncavo	10.388m	No
17	Cóncavo	16.569m	No
18	Convexo	20.856m	No
19	Cóncavo	38.092m	No

Tabla 13: Parámetros por estética acuerdos verticales. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.3. Coordinación Planta-Alzado

El trazado de una carretera en planta y alzado deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad.

La carretera objeto de estudio se caracteriza por ser un tramo de montaña con pendientes ascendentes y rampas descendentes en todo el tramo de estudio que podrían suponer alguna de las siguientes descoordinaciones:

- Pérdida de trazado.
- Pérdida de orientación.
- Pérdida dinámica.

Estas situaciones se presentarán, en general, de forma combinada o con cierta desproporción entre los elementos del trazado en planta y alzado, lo que puede conllevar una diferencia de curvatura muy significativa entre dichos elementos.

El tramo objeto de estudio presenta un par de problemas de pérdida de orientación generados por el mismo motivo, un acuerdo vertical convexo.

#### ACUERDOS VERTICALES.

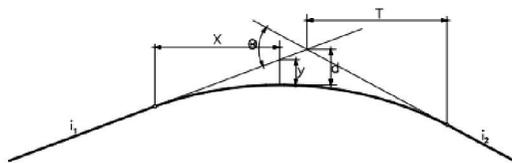


Ilustración 6: Acuerdo vertical convexo. Fuente: Norma 3.1-IC.

Estos problemas de coordinación se presentan en los siguientes puntos:

- Curva nº elemento 6, Pk 1+312
- Recta inicial, Pk 0+948

Pese a que ambos acuerdos sí cumplen los parámetros de acuerdo mínimos para disponer de visibilidad de parada necesaria, dado que la longitud de los acuerdos no cumple con los parámetros mínimos, ocurre la desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor, generando incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir, y ocultando así los elementos posteriores.

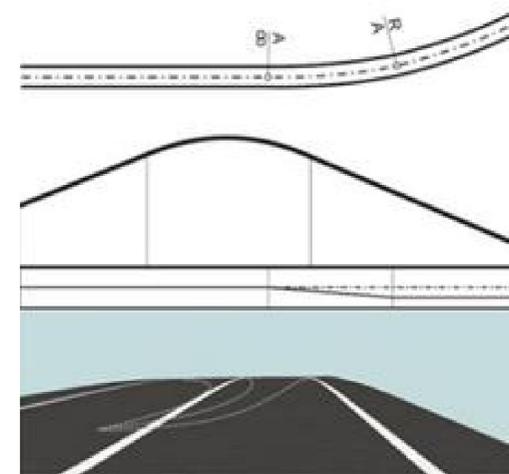


Ilustración 7: Esquema de pérdida de orientación. Fuente: Norma 3.1-IC.

- Acuerdo convexo PK 1+312

En el primero de los casos se sufre la pérdida de coordinación puesto que el acuerdo comienza justo antes de la cotaide en sentido directo de avance de PKs, dejando así los puntos de tangencia del acuerdo fuera del radio de la curva y ocultando ligeramente a la misma.



Ilustración 9: Localización en planta acuerdo vertical. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 8: Aproximación a curva tras acuerdo vertical. Fuente: Elaboración propia.

La ubicación de este acuerdo genera que tanto desde los caminos de acceso como desde el tronco en aproximación no se disponga de visibilidad, pudiendo generar problemas de colisión directa entre los vehículos que se incorporan y los que circulan por el tronco.



Ilustración 10: Aproximación a acuerdo vertical. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 11: Aproximación a acuerdo vertical. Fuente: Elaboración propia.

Este segundo caso, cuenta con una solución más sencilla, puesto que serviría con desplazar los accesos hasta situarlos en una posición previa al punto de inflexión.

#### 2.1.4. Sección transversal

La calzada del tramo de estudio de la carretera CV-425, como se ha visto en la descripción del estado actual, está formada por una calzada única de dos sentidos de circulación, la cual presenta variaciones en su ancho a lo largo del tramo, motivo por el cual se ha dividido el tramo en 5 secciones:

Sección	Pk inicial	Pk final	Ancho
Sección 1	00+00	01+221	4,25
Sección 2	01+221	03+383	6
Estrechamiento	03+383	03+439	4,5
Sección 3	03+439	04+557	6
Sección 4	04+557	04+641	4,25

Tabla 14: Ancho de tronco por secciones. Fuente: Elaboración propia.

En la mayor parte del tramo el ancho es de 3 m por carril sin arcones. Además, la inexistencia de bermas en gran parte del tramo obliga en algunos casos a reservar un ancho que permita la colocación de señalización vertical o impide la colocación de la misma.

Para conseguir una adecuada coordinación del trazado, se tendrá en cuenta la siguiente condición:

- Los puntos de tangencia de todo el acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito o dentro del radio circular en planta.

Este cambio se puede producir de dos formas, bajando el parámetro del acuerdo o aumentando el radio en planta de la curva. La mejor manera es utilizar los dos a la vez.

- Acuerdo vertical PK 0+948

En el segundo de los casos el acuerdo se sitúa justo antes de los accesos directos al tronco de la recta en sentido directo de avance de PKs.



Ilustración 9: Localización en planta de acuerdo vertical. Fuente: Elaboración propia.

En la Norma 3.1.-IC Trazado se establece que, para una carretera convencional de velocidad de proyecto de 50 km/h, los arcenes deben contar con carriles de 3 a 3,5 y arcenes de 0,5 o 1 m, además de unas bermas de 0,5 m.

DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h)	CARRILES	ANCHO (m)			NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Carretera convencional	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	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
	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
Ramal de enlace de doble sentido	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	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

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreeschancado correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

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

Por tanto, en ningún punto del tramo objeto de estudio se cumplen los mínimos exigidos por la norma, siendo de especial interés las secciones 1 y 4 en las que se cuenta con un único carril, las cuales serán de obligatoria modificación en las propuestas de mejora.

## 2.2. Señalización vertical y balizamiento

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 ello, siempre que sea factible debe advertir de los posibles peligros, ordenar la circulación, recordar y proporcionar al usuario la información que precisa, siguiendo los principios básicos de la buena señalización: claridad, sencillez, uniformidad y continuidad.

En el tramo objeto de estudio de este análisis se caracteriza por la poca presencia de señalización vertical, especialmente en términos de recomendación u obligación de velocidad, lo que puede suponer un peligro potencial para un usuario no habitual de la carretera dadas las complicadas condiciones geométricas del trazado.

### 2.2.1. Tamaño y forma

Las señales del tramo objeto de estudio han de ser vistas desde un vehículo en movimiento en una carretera convencional, por tanto deberán tener el tamaño indicado en la siguiente figura, para su clase de carretera correspondiente, en este caso, convencional sin arcén. Previa justificación, se podrían utilizar de otro tamaño, según las características de la circulación y, en especial, la velocidad.

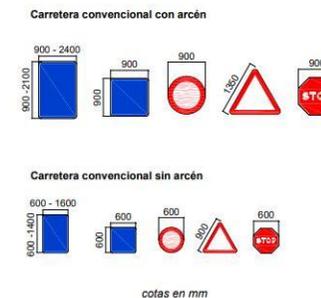


Ilustración 12: Dimensiones de señalización. Fuente: Norma 8.1.-IC.

La altura de las señales rectangulares de servicio, y en general de indicaciones, 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.

En cuanto a tamaño y visibilidad en el caso del tramo objeto de estudio, las pocas señales presentes a lo largo del recorrido cumplen las condiciones en cuanto a tamaño y forma exigidas por la norma 8.1-IC.

### 2.2.2. Señales limitación de velocidad

En carreteras como el tramo objeto de estudio, la velocidad se señala adecuadamente, mediante limitaciones específicas de carácter lineal por medio de señales R-301.

En el caso del tramo objeto de estudio, no se presenta ninguna señal vertical de recomendación de velocidad ni tampoco de obligación, por lo cual la señalización de velocidad deberá ser instalada en las propuestas de mejora y deberá contar las siguientes condiciones:

En todos los casos del tramo serán consideradas de aplicación para las propuestas de mejora las señales de velocidad limitada R-301 o recomendada S-7. Por 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.

Se recomienda que esta distancia no sea inferior a la indicada en la tabla.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD (m) GEOMÉTRICA MÍNIMA A UNA SEÑAL  
DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD

VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN (km/h)	LIMITACIÓN DE VELOCIDAD (km/h) EN LA SEÑAL										
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	55	45									
50	80	70	60	45							
60	105	95	85	75	55						
70			120	105	90	65					
80				140	120	100	75				
90					160	140	105	85			
100						180	155	125	95		
110							205	175	140	100	
120								225	190	155	115

Tabla 15: Distancia de visibilidad necesaria en señalización. Fuente: Norma 8.1-IC.

### 2.2.3. Ordenación y señalización de adelantamiento

En carreteras de calzada única y doble sentido de circulación, como nuestro tramo objeto de estudio, en las que para adelantar a otro vehículo más lento haya que invadir un carril reservado al sentido contrario, a efectos de la ordenación de la circulación se definirán:

- Tramos de adelantamiento permitido.
- Tramos de preaviso, dentro de los cuales no se debe iniciar un adelantamiento, pero sí se puede completar uno iniciado con anterioridad.
- Tramos de prohibición de adelantamiento, dentro de los cuales no se debe invadir el carril contrario.

Los tramos de preaviso se señalarán de acuerdo con lo especificado en la norma 8.2-IC marcas viales. En el tramo objeto de estudio se cuenta únicamente con uno de estos tramos.

Durante todo el recorrido, existe prohibición del adelantamiento para la cual se deberían situar correctamente, según norma, dos señales R-305, una a cada lado de la calzada para marcar el inicio de dicha prohibición y marcar su final con una señal R-502, en el margen derecho en sentido de adelantamiento. Sin embargo, pese a que la prohibición de adelantamiento comienza antes, el tramo cuenta únicamente con una señal de prohibición de adelantamiento única en el margen derecho del PK 01+300.

### 2.2.4. Señalización de hielo y presencia animales

A lo largo del tramo se cuenta con dos señales de advertencia de riesgo especiales, una de presencia de animales y otra de riesgo por heladas, las cuales se considera que cuentan con visibilidad y comprensión suficientes, por lo que se mantendrán en las propuestas de mejora.



Ilustración 16: Señalización de presencia animales. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 13: Señalización advertencia por hielo. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.5. Señalización de estrechamiento

Un estrechamiento como el que se encuentra en el (PK 03+383) debe señalizar la prioridad de paso con antelación y contar con la correspondiente señal de aviso con distancia suficiente.

En ambos sentidos se señala 60 m antes del estrechamiento, en el caso de sentido directo son 65, puesto que se coloca la señal antes de la curva anterior al estrechamiento dado que no existe visibilidad suficiente.



Ilustración 15: Aproximación a estrechamiento. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 14: Señalización de estrechamiento. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.6. Paneles en curva

La señalización de una curva puede ser de recomendación o de limitación de velocidad. De acuerdo a las tablas del apartado 8.2 de la instrucción de señalización se obtiene la velocidad recomendada para cada curva en función de su radio cuando el peralte de la curva es el que corresponde según la norma de trazado.

En función de las velocidades obtenidas para cada curva, se deberá disponer de una señal P-13 siempre que la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad de la curva sea mayor de 15 km/h. Adicionalmente se utilizan limitaciones de velocidad cuando no exista visibilidad suficiente para detenerse ante un obstáculo imprevisto.

Aun cuando el trazado de la curva no imponga esta restricción, también puede ser utilizada en tramos como consecuencia de la siniestralidad detectada, o por otras características de dichos tramos.

Radio	Recomendación de velocidad
Menor de 65 m	40
Entre 65 m y 105 m	50
Entre 105 m y 155 m	60
Entre 155 m y 220 m	70
Entre 220 m y 300 m	80

Ilustración 16: Recomendaciones de velocidad en curva. Fuente: Norma 8.1-IC.

En el tramo objeto de estudio contamos con diversas curvas con diferencia de velocidad significativa, que se encuentran adecuadamente señalizados mediante paneles de balizamiento, pero que no se complementa con una señal de precaución o con una recomendación de velocidad, lo que se deberá tener en cuenta en las propuestas de mejora.

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. Además, el primero de los paneles advierte de la peligrosidad de esta ya que puede ser simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para tomar la curva en los términos recogidas en el apartado 8.4 de la instrucción.

Va-V <sub>2</sub>	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Ilustración 17: Paneles de balizamiento en función de velocidad. Fuente: Norma 8.1-IC.

En el caso del tramo objeto de estudio se cuenta únicamente con un panel por curva, que además no es normativo en muchos casos puesto que no cumple con las condiciones de tamaño y retro reflectancia necesarias, por tanto se van a analizar los paneles necesarios por curva en función de su variación de velocidad respecto a la curva anterior en sentido directo y opuesto de avance de los PKs.

Nº curva	R (m)	Ve (Km/h)	Va (Km/h)	Va-Ve	Sentido	Panel
1	50	40	60	20	Directo	Triple
2	55	41	40	-1	Opuesto	
3	21	27	41	14	Directo	Simple
4	60	43	27	-16	Opuesto	Simple
5						
6	15	22	60	38	Directo	Doble
7	14	22	22	0		
8	65	44	22	-22	Opuesto	Simple
9	45	38	44	6	Directo	
10	35	33	38	5	Directo	
11	35	33	33	0		
12	60	43	33	-10	Opuesto	
13	65	44	43	-1	Opuesto	
14	17	24	44	20	Directo	Simple
15	18	25	24	-1	Opuesto	

16	25	29	25	-4	Opuesto	
17	30	31	29	-2	Opuesto	
18	25	29	31	2	Directo	
19	25	29	29	0		
20	25	29	29	0		
21	80	49	29	-20	Opuesto	Simple
22	12	20	49	29	Directo	Simple
23	15	22	20	-2	Opuesto	
24	45	38	22	-16	Opuesto	Simple
25	67	45	38	-7	Opuesto	
26	15	22	45	23	Directo	simple
27						
28						
29						
30	30	31	60	29	Directo	Simple
31	80	49	31	-18	Opuesto	Simple
32	80	49	49	0		
33	300	84	49	-35	Opuesto	Doble
34	100	54	84	30	Directo	Doble
35	60	43	54	11	Directo	
36	100	54	43	-11	Opuesto	
37	150	65	54	-11	Opuesto	
38	40	36	65	29	Directo	Simple
39	35	33	36	3	Directo	
40	100	54	33	-21	Opuesto	Simple
41	50	39	54	15	Directo	Simple
42	30	31	39	8	Directo	
43	120	58	31	-27	Opuesto	Simple
44	75	47	58	11	Directo	
45	40	36	47	11	Directo	
46	20	26	36	10	Directo	

Tabla 16: Paneles de balizamiento necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizados los cambios de velocidad en función de la velocidad específica de cada elemento se obtienen 3 curvas que deberían contar con un primer panel doble, así como una que debe contar con un triple acompañado de su adecuado escalón de velocidad y señalización.

Sin embargo, pese a que los cálculos muestran la necesidad de dichos paneles, en todo el tramo contamos únicamente con paneles simples antes de cada curva, especialmente entre los PK (01+300 y 03+830) los cuales contienen la mayor agrupación de curvas de radio reducido.

Además estos paneles no cumplen con el tamaño adecuado, de modo que deberán ser remplazados en las propuestas de mejora.



Ilustración 21: Panel de balizamiento existente. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 22: Panel de balizamiento existente. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.7Hitos de arista

Dado que tramo objeto de estudio pertenece a una carretera convencional de una única calzada, debe contar con balizamiento por hitos de arista de tipo 1 de sección A, con lados iguales de 12 cm y ángulo de 30°.



Ilustración 18: Balizamiento lateral existente. Fuente: Elaboración propia.

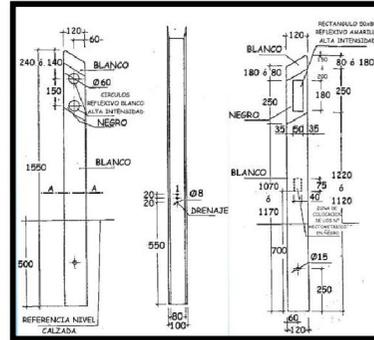


Ilustración 20: Hito de arista sección A. Fuente: Norma 8.1-IC.

En el caso del tramo de estudio, el balizamiento lateral se realiza mediante balizas cuadradas distintas a los hitos de aristas expuestos que corresponden según norma. Se trata de balizas planas para marcar el borde de la carretera y el obstáculo que suponen cada una de las obras de drenaje.

### 2.2.8.Captafaros

Durante todo el tramo, contamos con capta faros horizontales de empleo permanente (color blanco de la parte no retro reflectante), situados en los sistemas de contención en el margen exterior de la calzada. Gran parte de ellos cuentan con un deterioro importante, ya que han perdido las capacidades de retro reflectancia y al igual que pasa con las barreras en muchos casos se encuentran rotos.



Ilustración 24: Estado actual de capta faros. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 19: Estado actual de capta faros. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.Marcas Viales

Las marcas viales a lo largo del tramo consisten únicamente en la línea continua que separa los carriles en los tramos de dos sentidos y las líneas longitudinales de los márgenes, salvo el tramo inicial de 4.25 m de ancho el cual no distingue carriles y por lo tanto no hay marcas viales que lo señalice. Por otro lado, esta misma sección sí cuenta con una línea discontinua en los márgenes durante esta sección.



Ilustración 20: Marcas viales laterales. Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del trazado no se encuentran cambios de continuidad para el adelantamiento ni flechas de retorno puesto que al ser de prohibición de adelantamiento al 100% no es necesario. Del mismo modo no tiene señales verticales con las que realizar Coordinación con señalización.

Un repintado sería una buena opción para mejorar las condiciones de visibilidad, legibilidad y comprensión de las marcas viales.

## 2.4. Márgenes y sistemas de contención

### 2.4.1. Obstáculos

A partir del estrechamiento, en el PK 03+830, hasta el final del trazado se cuenta con la presencia continuada de árboles en los márgenes de la calzada sin una barrera que los proteja, lo que podría suponer un problema de choque frontal en caso de pérdida de control del vehículo.

La presencia de dichos árboles genera también un obstáculo para la visibilidad, en varios casos en los que quedan recogidos por el interior de la curva. De manera análoga, a lo largo del tramo contamos con taludes pronunciados en el interior de las curvas que generan una situación en la que se cuenta con muy poco despeje interior.

Además, la inexistencia de bermas en gran parte del tramo obliga en algunos casos a reservar un ancho que permita la colocación de señalización vertical, la cual no cuenta con protección de los sistemas de contención, lo que podría suponer, de nuevo, un riesgo de choque frontal.

### 2.4.2. Desniveles

Dada la complicada situación orográfica de la carretera, el tramo se encuentra encerrado entre los pequeños márgenes que deja la montaña, lo que causa que durante todo el tramo

exceptuando las dos rectas principales, contemos con un barranco de gran altura en el margen izquierdo en sentido directo de avance de los PKs.

Se han encontrado diversas localizaciones donde no existe barrera que proteja el desnivel, ya que en muchos casos únicamente se encuentra en el exterior de la curva, de modo que será necesario añadir protección frente a estos desniveles en las propuestas de mejora.

### 2.4.3. Barreras y defectos en los sistemas instalados

Las barreras de seguridad son sistemas de contención de vehículos cuya implantación en las carreteras contribuye activamente a mitigar las consecuencias de un eventual accidente de circulación, reduciendo objetivamente su gravedad y haciéndolo más predecible, pero no evitando que se produzca.

En el caso del tramo objeto de estudio, a lo largo de todo el tramo existen barreras salva cunetas en el margen exterior de la ladera, protegiendo la posible caída. Será necesario medir su longitud ya que no todas las barreras cuentan con protección de motorista, lo que es peligroso puesto que no cuentan con perfiles IPE normativos y aún cuentan con perfiles en H.

Existen muchos defectos en los sistemas de contención instalados, ya que no siempre van al suelo en sus extremos, en muchos casos se encuentran mal anclados o incluso llegando a tener la tornillería suelta, posiblemente debido a accidentes ya producidos. Existen además varios puntos concretos en los que la barrera se encuentra deformada, a saltado de su posición y no ha sido repuesta, lo que destaca un mantenimiento pobre.

Existen Varios sitios donde no hay barrera que proteja el desnivel, ya que en muchos casos únicamente se encuentra en el exterior de la curva donde se pueden salir los motoristas, debería revisarse el cumplimiento de las barreras.



Ilustración 21: Defectos de instalación en barrera. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 29: Defectos de instalación en barrera. Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4.5.Desprendimientos

Dado que el trazado de todo el tramo esta condicionado por la orografía de la zona y discurre en media ladera los taludes del margen interior quedan en muchos casos elevados sustancialmente por encima de la rasante de la carretera, lo que puede suponer desprendimientos puntuales, los cuales no parecen un problema importante en un principio debido a la composición de dichos taludes.

En contraposición, si la calzada tuviese el ancho suficiente no seria un problema puesto que las caídas de roca quedan al pie del talud y no invaden la calzada, pero dado que no hay arcén prácticamente, los desprendimientos quedan en el borde mismo del carril y pueden llegar a generar problemas. Una calzada más amplia con berma podría solucionar este problema sin necesidad de mallas protectoras o refuerzos del talud.

En varios puntos, principalmente entre los PKs 00+00 y 01+200, se observan potenciales problemas de deslizamiento debidos a los accesos laterales directos a la calzada de caminos de tierra situados en las rectas principales. Estos restos que quedan sobre el asfalto pueden suponer un problema de seguridad vial especialmente para el tráfico motociclista, dado que debido a sus características se ve afectado en mayor medida ante posibles problemas de deslizamiento.

#### 2.5.Visibilidad

Como se ha mencionado anteriormente, la continua existencia de taludes o agrupaciones de árboles en el interior de diversas curvas generan a lo largo de todo el tramo problemas de visibilidad que suponen un peligro importante para la seguridad vial del recorrido.

Para garantizar la existencia de una visibilidad necesaria, la distancia de visibilidad desde un punto debe ser superior a la distancia de parada en función de la velocidad de operación. Para el tramo objeto de estudio se toma la velocidad de proyecto  $V_p=50$  Km/h como velocidad de operación en todo el tramo, obteniendo la distancia de parada mediante la siguiente ecuación:

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

Siendo: =

$D_p$  = Distancia de parada (m).

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

$f_l$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento. (0,432)

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

$t_p$  = Tiempo de percepción y reacción (2 s).

Ecuación 10: Distancia de parada. Fuente: Norma 3.1-1C.

Finalmente se obtiene una distancia de parada  $D_p=48,27$  m. Por tanto cualquier punto con una distancia de visibilidad inferior será un problema de seguridad vial.

Para obtener el análisis completo se ha realizado un análisis de visibilidad mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D, de la cual se ha obtenido los listados de visibilidad adjuntos en los apéndices 1 y 2 se que se han resumido mediante los siguientes gráficos:

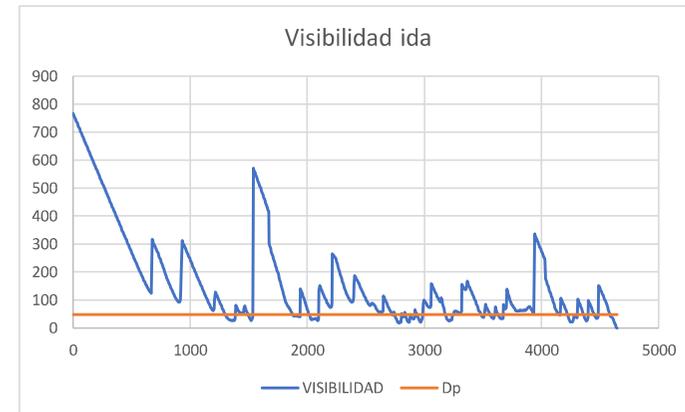


Ilustración 22: Visibilidad ida. Fuente: Elaboración propia.

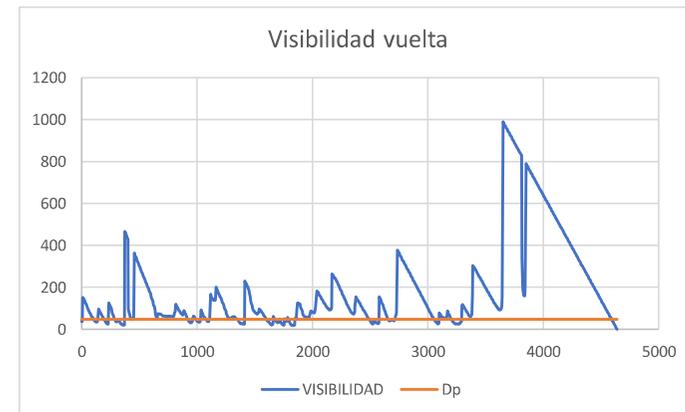


Ilustración 23: Visibilidad vuelta. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Bibliografía

- Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Norma 8.1 IC instrucción de señalización vertical.
- ORDEN CIRCULAR 30/2012 POR LA QUE SE APRUEBAN LAS DIRECTRICES DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO.
- Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado.

## Apéndice 1: Listado de visibilidades ida.

PK (m)	VISIBILIDAD	Dp	Cumple
0	767,15	48,27	Si
5	762,15	48,27	Si
10	757,15	48,27	Si
15	752,15	48,27	Si
20	747,15	48,27	Si
25	742,15	48,27	Si
30	737,2	48,27	Si
35	732,2	48,27	Si
40	727,2	48,27	Si
45	722,2	48,27	Si
50	717,25	48,27	Si
55	712,25	48,27	Si
60	707,25	48,27	Si
65	702,25	48,27	Si
70	697,25	48,27	Si
75	692,3	48,27	Si
80	687,3	48,27	Si
85	682,3	48,27	Si
90	677,3	48,27	Si
95	672,35	48,27	Si
100	667,35	48,27	Si
105	662,35	48,27	Si
110	657,35	48,27	Si
115	652,4	48,27	Si
120	647,4	48,27	Si
125	642,4	48,27	Si
130	637,45	48,27	Si
135	632,45	48,27	Si
140	627,45	48,27	Si
145	622,45	48,27	Si
150	617,5	48,27	Si
155	612,5	48,27	Si
160	607,5	48,27	Si
165	602,55	48,27	Si
170	597,55	48,27	Si
175	592,55	48,27	Si
180	587,6	48,27	Si
185	582,6	48,27	Si
190	577,6	48,27	Si
195	572,65	48,27	Si
200	567,65	48,27	Si
205	562,65	48,27	Si

210	557,7	48,27	Si
215	552,7	48,27	Si
220	547,75	48,27	Si
225	542,75	48,27	Si
230	537,75	48,27	Si
235	532,8	48,27	Si
240	527,8	48,27	Si
245	522,85	48,27	Si
250	517,85	48,27	Si
255	512,9	48,27	Si
260	507,9	48,27	Si
265	502,95	48,27	Si
270	497,95	48,27	Si
275	493	48,27	Si
280	488	48,27	Si
285	483,05	48,27	Si
290	478,05	48,27	Si
295	473,1	48,27	Si
300	468,1	48,27	Si
305	463,15	48,27	Si
310	458,15	48,27	Si
315	453,2	48,27	Si
320	448,25	48,27	Si
325	443,25	48,27	Si
330	438,3	48,27	Si
335	433,35	48,27	Si
340	428,35	48,27	Si
345	423,4	48,27	Si
350	418,45	48,27	Si
355	413,5	48,27	Si
360	408,5	48,27	Si
365	403,55	48,27	Si
370	398,6	48,27	Si
375	393,65	48,27	Si
380	388,7	48,27	Si
385	383,75	48,27	Si
390	378,8	48,27	Si
395	373,85	48,27	Si
400	368,9	48,27	Si
405	363,95	48,27	Si
410	359	48,27	Si
415	354,05	48,27	Si
420	349,1	48,27	Si

425	344,15	48,27	Si
430	339,2	48,27	Si
435	334,3	48,27	Si
440	329,35	48,27	Si
445	324,4	48,27	Si
450	319,5	48,27	Si
455	314,55	48,27	Si
460	309,65	48,27	Si
465	304,75	48,27	Si
470	299,8	48,27	Si
475	294,9	48,27	Si
480	290	48,27	Si
485	285,1	48,27	Si
490	280,2	48,27	Si
495	275,3	48,27	Si
500	270,4	48,27	Si
505	265,5	48,27	Si
510	260,65	48,27	Si
515	255,8	48,27	Si
520	250,9	48,27	Si
525	246,05	48,27	Si
530	241,2	48,27	Si
535	236,35	48,27	Si
540	231,55	48,27	Si
545	226,75	48,27	Si
550	221,95	48,27	Si
555	217,15	48,27	Si
560	212,35	48,27	Si
565	207,6	48,27	Si
570	202,85	48,27	Si
575	198,15	48,27	Si
580	193,45	48,27	Si
585	188,75	48,27	Si
590	184,1	48,27	Si
595	179,5	48,27	Si
600	174,95	48,27	Si
605	170,4	48,27	Si
610	165,95	48,27	Si
615	161,5	48,27	Si
620	157,2	48,27	Si
625	152,95	48,27	Si
630	148,75	48,27	Si
635	144,75	48,27	Si

640	140,9	48,27	Si
645	137,2	48,27	Si
650	133,8	48,27	Si
655	130,75	48,27	Si
660	128,05	48,27	Si
665	125,55	48,27	Si
670	123,75	48,27	Si
675	316,809	48,27	Si
680	311,781	48,27	Si
685	306,753	48,27	Si
690	301,723	48,27	Si
695	296,692	48,27	Si
700	291,661	48,27	Si
705	286,628	48,27	Si
710	281,593	48,27	Si
715	276,558	48,27	Si
720	271,521	48,27	Si
725	266,482	48,27	Si
730	261,442	48,27	Si
735	256,401	48,27	Si
740	251,357	48,27	Si
745	246,189	48,27	Si
750	240,552	48,27	Si
755	234,488	48,27	Si
760	228,448	48,27	Si
765	222,223	48,27	Si
770	216,033	48,27	Si
775	209,878	48,27	Si
780	203,756	48,27	Si
785	197,667	48,27	Si
790	191,608	48,27	Si
795	185,579	48,27	Si
800	179,689	48,27	Si
805	174,172	48,27	Si
810	168,648	48,27	Si
815	163,596	48,27	Si
820	158,541	48,27	Si
825	153,776	48,27	Si
830	149,038	48,27	Si
835	144,328	48,27	Si
840	139,652	48,27	Si
845	135,016	48,27	Si
850	130,429	48,27	Si

855	125,899	48,27	Si
860	121,441	48,27	Si
865	117,071	48,27	Si
870	112,815	48,27	Si
875	108,704	48,27	Si
880	104,786	48,27	Si
885	101,134	48,27	Si
890	97,856	48,27	Si
895	94,935	48,27	Si
900	92,731	48,27	Si
905	91,793	48,27	Si
910	93,25	48,27	Si
915	99,193	48,27	Si
920	118,62	48,27	Si
925	207,177	48,27	Si
930	312,468	48,27	Si
935	307,629	48,27	Si
940	302,8	48,27	Si
945	297,98	48,27	Si
950	293,172	48,27	Si
955	288,376	48,27	Si
960	283,537	48,27	Si
965	278,579	48,27	Si
970	273,603	48,27	Si
975	268,629	48,27	Si
980	263,656	48,27	Si
985	258,684	48,27	Si
990	253,714	48,27	Si
995	248,745	48,27	Si
1000	243,777	48,27	Si
1005	238,811	48,27	Si
1010	233,847	48,27	Si
1015	228,884	48,27	Si
1020	223,923	48,27	Si
1025	218,958	48,27	Si
1030	213,996	48,27	Si
1035	209,036	48,27	Si
1040	204,078	48,27	Si
1045	199,123	48,27	Si
1050	194,17	48,27	Si
1055	189,221	48,27	Si
1060	184,275	48,27	Si
1065	179,332	48,27	Si

1070	174,394	48,27	Si
1075	169,46	48,27	Si
1080	164,532	48,27	Si
1085	159,609	48,27	Si
1090	154,692	48,27	Si
1095	149,783	48,27	Si
1100	144,882	48,27	Si
1105	139,991	48,27	Si
1110	135,11	48,27	Si
1115	130,242	48,27	Si
1120	125,388	48,27	Si
1125	120,552	48,27	Si
1130	115,736	48,27	Si
1135	110,945	48,27	Si
1140	106,184	48,27	Si
1145	101,459	48,27	Si
1150	96,78	48,27	Si
1155	92,159	48,27	Si
1160	87,601	48,27	Si
1165	83,08	48,27	Si
1170	78,675	48,27	Si
1175	74,432	48,27	Si
1180	70,431	48,27	Si
1185	66,806	48,27	Si
1190	63,823	48,27	Si
1195	62,063	48,27	Si
1200	63,129	48,27	Si
1205	69,056	48,27	Si
1210	99,356	48,27	Si
1215	128,942	48,27	Si
1220	124,072	48,27	Si
1225	119,185	48,27	Si
1230	114,307	48,27	Si
1235	109,415	48,27	Si
1240	104,523	48,27	Si
1245	99,628	48,27	Si
1250	94,749	48,27	Si
1255	89,888	48,27	Si
1260	85,034	48,27	Si
1265	80,161	48,27	Si
1270	75,31	48,27	Si
1275	70,482	48,27	Si
1280	65,694	48,27	Si

1285	60,959	48,27	Si
1290	56,304	48,27	Si
1295	51,768	48,27	Si
1300	47,428	48,27	No
1305	43,329	48,27	No
1310	39,499	48,27	No
1315	36,132	48,27	No
1320	34,499	48,27	No
1325	32,337	48,27	No
1330	30,139	48,27	No
1335	28,157	48,27	No
1340	27,398	48,27	No
1345	27,967	48,27	No
1350	25,856	48,27	No
1355	26,355	48,27	No
1360	27,139	48,27	No
1365	28,21	48,27	No
1370	26,381	48,27	No
1375	25,78	48,27	No
1380	30,415	48,27	No
1385	39,06	48,27	No
1390	82,009	48,27	Si
1395	76,796	48,27	Si
1400	71,811	48,27	Si
1405	67,119	48,27	Si
1410	62,83	48,27	Si
1415	59,026	48,27	Si
1420	55,674	48,27	Si
1425	52,962	48,27	Si
1430	51,47	48,27	Si
1435	51,367	48,27	Si
1440	53,945	48,27	Si
1445	53,896	48,27	Si
1450	52,832	48,27	Si
1455	54,914	48,27	Si
1460	67,988	48,27	Si
1465	78,852	48,27	Si
1470	72,965	48,27	Si
1475	67,28	48,27	Si
1480	61,796	48,27	Si
1485	56,512	48,27	Si
1490	51,471	48,27	Si
1495	46,676	48,27	No

1500	41,971	48,27	No
1505	37,408	48,27	No
1510	33,115	48,27	No
1515	29,46	48,27	No
1520	26,563	48,27	No
1525	27,571	48,27	No
1530	32,804	48,27	No
1535	40,069	48,27	No
1540	570,62	48,27	Si
1545	564,798	48,27	Si
1550	558,526	48,27	Si
1555	552,612	48,27	Si
1560	546,884	48,27	Si
1565	541,135	48,27	Si
1570	535,488	48,27	Si
1575	529,718	48,27	Si
1580	523,822	48,27	Si
1585	518,014	48,27	Si
1590	512,266	48,27	Si
1595	506,556	48,27	Si
1600	500,869	48,27	Si
1605	495,198	48,27	Si
1610	489,253	48,27	Si
1615	483,249	48,27	Si
1620	477,312	48,27	Si
1625	471,447	48,27	Si
1630	465,652	48,27	Si
1635	459,896	48,27	Si
1640	453,177	48,27	Si
1645	446,622	48,27	Si
1650	440,31	48,27	Si
1655	434,192	48,27	Si
1660	428,151	48,27	Si
1665	422,248	48,27	Si
1670	416,491	48,27	Si
1675	302,465	48,27	Si
1680	292,971	48,27	Si
1685	285,489	48,27	Si
1690	277,059	48,27	Si
1695	269,141	48,27	Si
1700	261,913	48,27	Si
1705	255,219	48,27	Si
1710	248,588	48,27	Si

1715	242,269	48,27	Si
1720	235,739	48,27	Si
1725	228,363	48,27	Si
1730	221,264	48,27	Si
1735	214,419	48,27	Si
1740	207,708	48,27	Si
1745	201,339	48,27	Si
1750	195,219	48,27	Si
1755	188,961	48,27	Si
1760	180,863	48,27	Si
1765	172,04	48,27	Si
1770	163,129	48,27	Si
1775	154,592	48,27	Si
1780	146,546	48,27	Si
1785	138,901	48,27	Si
1790	131,799	48,27	Si
1795	125,451	48,27	Si
1800	117,854	48,27	Si
1805	109,261	48,27	Si
1810	100,753	48,27	Si
1815	94,008	48,27	Si
1820	88,69	48,27	Si
1825	84,227	48,27	Si
1830	80,173	48,27	Si
1835	76,498	48,27	Si
1840	73,847	48,27	Si
1845	71,684	48,27	Si
1850	68,171	48,27	Si
1855	64,638	48,27	Si
1860	60,2	48,27	Si
1865	55,852	48,27	Si
1870	51,774	48,27	Si
1875	48,132	48,27	No
1880	45,21	48,27	No
1885	42,928	48,27	No
1890	42,42	48,27	No
1895	45,264	48,27	No
1900	45,967	48,27	No
1905	44,322	48,27	No
1910	44,328	48,27	No
1915	43,084	48,27	No
1920	41,227	48,27	No
1925	40,913	48,27	No

1930	40,659	48,27	No
1935	40,152	48,27	No
1940	140,609	48,27	Si
1945	135,392	48,27	Si
1950	130,08	48,27	Si
1955	124,558	48,27	Si
1960	118,821	48,27	Si
1965	112,865	48,27	Si
1970	106,922	48,27	Si
1975	101,02	48,27	Si
1980	94,086	48,27	Si
1985	86,844	48,27	Si
1990	80,063	48,27	Si
1995	73,126	48,27	Si
2000	66,414	48,27	Si
2005	59,935	48,27	Si
2010	53,413	48,27	Si
2015	47,475	48,27	No
2020	42,047	48,27	No
2025	37,138	48,27	No
2030	32,956	48,27	No
2035	30,23	48,27	No
2040	29,445	48,27	No
2045	31,819	48,27	No
2050	31,37	48,27	No
2055	30,809	48,27	No
2060	33,546	48,27	No
2065	32,817	48,27	No
2070	34,419	48,27	No
2075	34,156	48,27	No
2080	31,057	48,27	No
2085	28,078	48,27	No
2090	26,733	48,27	No
2095	33,011	48,27	No
2100	134,432	48,27	Si
2105	151,216	48,27	Si
2110	146,322	48,27	Si
2115	141,434	48,27	Si
2120	136,568	48,27	Si
2125	131,746	48,27	Si
2130	127	48,27	Si
2135	122,25	48,27	Si
2140	117,5	48,27	Si

2145	112,8	48,27	Si
2150	108,15	48,27	Si
2155	103,6	48,27	Si
2160	99,1	48,27	Si
2165	94,65	48,27	Si
2170	90,4	48,27	Si
2175	86,3	48,27	Si
2180	82,45	48,27	Si
2185	79	48,27	Si
2190	76,15	48,27	Si
2195	74,4	48,27	Si
2200	74,25	48,27	Si
2205	76,7	48,27	Si
2210	89,6	48,27	Si
2215	265,366	48,27	Si
2220	261,997	48,27	Si
2225	258,851	48,27	Si
2230	255,978	48,27	Si
2235	253,442	48,27	Si
2240	250,39	48,27	Si
2245	245,031	48,27	Si
2250	237,659	48,27	Si
2255	230,202	48,27	Si
2260	222,87	48,27	Si
2265	215,653	48,27	Si
2270	208,385	48,27	Si
2275	201,054	48,27	Si
2280	193,833	48,27	Si
2285	186,715	48,27	Si
2290	179,692	48,27	Si
2295	172,758	48,27	Si
2300	165,908	48,27	Si
2305	159,135	48,27	Si
2310	152,436	48,27	Si
2315	145,807	48,27	Si
2320	139,19	48,27	Si
2325	133,092	48,27	Si
2330	127,494	48,27	Si
2335	122,403	48,27	Si
2340	117,893	48,27	Si
2345	113,749	48,27	Si
2350	109,777	48,27	Si
2355	105,958	48,27	Si

2360	102,18	48,27	Si
2365	98,719	48,27	Si
2370	95,75	48,27	Si
2375	93,45	48,27	Si
2380	92,3	48,27	Si
2385	93,35	48,27	Si
2390	97	48,27	Si
2395	109	48,27	Si
2400	157,1	48,27	Si
2405	187,117	48,27	Si
2410	182,871	48,27	Si
2415	178,695	48,27	Si
2420	174,63	48,27	Si
2425	170,694	48,27	Si
2430	166,771	48,27	Si
2435	162,714	48,27	Si
2440	158,308	48,27	Si
2445	153,547	48,27	Si
2450	148,742	48,27	Si
2455	143,959	48,27	Si
2460	139,204	48,27	Si
2465	134,481	48,27	Si
2470	129,799	48,27	Si
2475	125,164	48,27	Si
2480	120,591	48,27	Si
2485	116,096	48,27	Si
2490	111,702	48,27	Si
2495	107,448	48,27	Si
2500	103,067	48,27	Si
2505	98,811	48,27	Si
2510	94,72	48,27	Si
2515	90,859	48,27	Si
2520	87,224	48,27	Si
2525	83,873	48,27	Si
2530	81,155	48,27	Si
2535	79,52	48,27	Si
2540	79,936	48,27	Si
2545	83,082	48,27	Si
2550	87,873	48,27	Si
2555	88,754	48,27	Si
2560	86,585	48,27	Si
2565	84,813	48,27	Si
2570	83,386	48,27	Si

2575	80,272	48,27	Si
2580	76,949	48,27	Si
2585	73,767	48,27	Si
2590	70,171	48,27	Si
2595	66,153	48,27	Si
2600	62,501	48,27	Si
2605	59,483	48,27	Si
2610	57,195	48,27	Si
2615	56,529	48,27	Si
2620	57,59	48,27	Si
2625	56,334	48,27	Si
2630	56,776	48,27	Si
2635	55,795	48,27	Si
2640	55,655	48,27	Si
2645	61,364	48,27	Si
2650	114,65	48,27	Si
2655	109,939	48,27	Si
2660	105,24	48,27	Si
2665	100,553	48,27	Si
2670	95,878	48,27	Si
2675	91,209	48,27	Si
2680	86,54	48,27	Si
2685	81,869	48,27	Si
2690	77,23	48,27	Si
2695	72,635	48,27	Si
2700	68,093	48,27	Si
2705	63,615	48,27	Si
2710	59,217	48,27	Si
2715	55,003	48,27	Si
2720	51,366	48,27	Si
2725	48,24	48,27	No
2730	45,963	48,27	No
2735	46,744	48,27	No
2740	57,343	48,27	No
2745	50,455	48,27	No
2750	43,537	48,27	No
2755	37,057	48,27	No
2760	31,01	48,27	No
2765	26,615	48,27	No
2770	23,042	48,27	No
2775	19,999	48,27	No
2780	18,386	48,27	No
2785	19,202	48,27	No

2790	21,823	48,27	No
2795	20,599	48,27	No
2800	19,785	48,27	No
2805	50,597	48,27	No
2810	45,619	48,27	No
2815	42,463	48,27	No
2820	39,889	48,27	No
2825	39,646	48,27	No
2830	55,607	48,27	No
2835	49,038	48,27	No
2840	42,596	48,27	No
2845	36,154	48,27	No
2850	30,185	48,27	No
2855	24,904	48,27	No
2860	21,355	48,27	No
2865	20,024	48,27	No
2870	20,261	48,27	No
2875	24,416	48,27	No
2880	48,279	48,27	No
2885	42,626	48,27	No
2890	37,822	48,27	No
2895	34,437	48,27	No
2900	32,978	48,27	No
2905	32,357	48,27	No
2910	31,817	48,27	No
2915	37,883	48,27	No
2920	65,728	48,27	Si
2925	59,522	48,27	Si
2930	53,54	48,27	Si
2935	48,172	48,27	No
2940	43,302	48,27	No
2945	38,525	48,27	No
2950	33,858	48,27	No
2955	29,412	48,27	No
2960	25,3	48,27	No
2965	21,881	48,27	No
2970	20,132	48,27	No
2975	26,27	48,27	No
2980	34,601	48,27	No
2985	46,529	48,27	No
2990	87,164	48,27	Si
2995	99,245	48,27	Si
3000	97,245	48,27	Si

3005	94,853	48,27	Si
3010	91,648	48,27	Si
3015	88,106	48,27	Si
3020	84,415	48,27	Si
3025	80,864	48,27	Si
3030	77,716	48,27	Si
3035	75,35	48,27	Si
3040	73,999	48,27	Si
3045	72,985	48,27	Si
3050	74,194	48,27	Si
3055	79,173	48,27	Si
3060	158,584	48,27	Si
3065	153,687	48,27	Si
3070	148,819	48,27	Si
3075	143,983	48,27	Si
3080	139,184	48,27	Si
3085	134,425	48,27	Si
3090	129,712	48,27	Si
3095	125,055	48,27	Si
3100	120,482	48,27	Si
3105	115,992	48,27	Si
3110	111,607	48,27	Si
3115	107,354	48,27	Si
3120	103,273	48,27	Si
3125	99,384	48,27	Si
3130	95,864	48,27	Si
3135	93,223	48,27	Si
3140	93,511	48,27	Si
3145	107,86	48,27	Si
3150	98,134	48,27	Si
3155	88,54	48,27	Si
3160	79,08	48,27	Si
3165	70,363	48,27	Si
3170	62,182	48,27	Si
3175	54,068	48,27	Si
3180	46,471	48,27	Si
3185	40,326	48,27	Si
3190	34,99	48,27	Si
3195	30,65	48,27	Si
3200	27,503	48,27	Si
3205	26,761	48,27	Si
3210	25,324	48,27	Si
3215	25,189	48,27	Si

3220	27,335	48,27	Si
3225	29,453	48,27	Si
3230	28,581	48,27	Si
3235	33,579	48,27	Si
3240	43,766	48,27	Si
3245	48,239	48,27	Si
3250	51,529	48,27	Si
3255	58,872	48,27	Si
3260	59,743	48,27	Si
3265	60,466	48,27	Si
3270	61,224	48,27	Si
3275	59,39	48,27	Si
3280	57,513	48,27	Si
3285	56,745	48,27	Si
3290	55,5	48,27	Si
3295	54,445	48,27	Si
3300	54,058	48,27	Si
3305	52,41	48,27	Si
3310	53,622	48,27	Si
3315	59,21	48,27	Si
3320	156,866	48,27	Si
3325	152,191	48,27	Si
3330	147,832	48,27	Si
3335	143,915	48,27	Si
3340	140,632	48,27	Si
3345	138,274	48,27	Si
3350	137,36	48,27	Si
3355	138,343	48,27	Si
3360	143,743	48,27	Si
3365	167,26	48,27	Si
3370	161,53	48,27	Si
3375	155,861	48,27	Si
3380	150,485	48,27	Si
3385	145,463	48,27	Si
3390	140,517	48,27	Si
3395	135,575	48,27	Si
3400	130,64	48,27	Si
3405	125,711	48,27	Si
3410	120,791	48,27	Si
3415	115,879	48,27	Si
3420	110,979	48,27	Si
3425	106,063	48,27	Si
3430	101,088	48,27	Si

3435	96,046	48,27	Si
3440	90,925	48,27	Si
3445	85,756	48,27	Si
3450	80,268	48,27	Si
3455	73,799	48,27	Si
3460	67,829	48,27	Si
3465	62,647	48,27	Si
3470	58,901	48,27	Si
3475	55,793	48,27	Si
3480	51,269	48,27	Si
3485	46,971	48,27	No
3490	43,067	48,27	No
3495	40,011	48,27	No
3500	37,974	48,27	No
3505	37,668	48,27	No
3510	42,501	48,27	No
3515	53,354	48,27	Si
3520	85,751	48,27	Si
3525	80,48	48,27	Si
3530	75,33	48,27	Si
3535	70,332	48,27	Si
3540	65,541	48,27	Si
3545	61,039	48,27	Si
3550	56,782	48,27	Si
3555	52,827	48,27	Si
3560	48,576	48,27	No
3565	44,644	48,27	No
3570	40,812	48,27	No
3575	37,661	48,27	No
3580	35,715	48,27	No
3585	34,07	48,27	No
3590	33,798	48,27	No
3595	36,083	48,27	No
3600	46,516	48,27	No
3605	75,201	48,27	Si
3610	67,667	48,27	Si
3615	60,427	48,27	Si
3620	54,586	48,27	Si
3625	50,248	48,27	Si
3630	46,122	48,27	No
3635	42,562	48,27	No
3640	39,557	48,27	No
3645	36,394	48,27	No

3650	34,881	48,27	No
3655	33,042	48,27	No
3660	32,391	48,27	No
3665	33,022	48,27	No
3670	35,38	48,27	No
3675	82,917	48,27	Si
3680	77,349	48,27	Si
3685	72,704	48,27	Si
3690	69,434	48,27	Si
3695	68,851	48,27	Si
3700	73,836	48,27	Si
3705	138,805	48,27	Si
3710	130,606	48,27	Si
3715	122,805	48,27	Si
3720	114,367	48,27	Si
3725	106,242	48,27	Si
3730	98,967	48,27	Si
3735	93,101	48,27	Si
3740	88,779	48,27	Si
3745	84,916	48,27	Si
3750	81,197	48,27	Si
3755	77,92	48,27	Si
3760	74,616	48,27	Si
3765	71,497	48,27	Si
3770	68,272	48,27	Si
3775	65,072	48,27	Si
3780	62,398	48,27	Si
3785	61,048	48,27	Si
3790	60,543	48,27	Si
3795	60,582	48,27	Si
3800	61,327	48,27	Si
3805	61,257	48,27	Si
3810	61,933	48,27	Si
3815	64,63	48,27	Si
3820	64,192	48,27	Si
3825	62,913	48,27	Si
3830	62,585	48,27	Si
3835	62,195	48,27	Si
3840	62,382	48,27	Si
3845	63,83	48,27	Si
3850	63,883	48,27	Si
3855	63,27	48,27	Si
3860	62,948	48,27	Si

3865	64,587	48,27	Si
3870	66,274	48,27	Si
3875	69,328	48,27	Si
3880	71,013	48,27	Si
3885	73,604	48,27	Si
3890	74,715	48,27	Si
3895	75,674	48,27	Si
3900	76,765	48,27	Si
3905	72,802	48,27	Si
3910	68,795	48,27	Si
3915	64,555	48,27	Si
3920	60,466	48,27	Si
3925	56,592	48,27	Si
3930	53,024	48,27	Si
3935	50,99	48,27	Si
3940	336,66	48,27	Si
3945	331,549	48,27	Si
3950	326,39	48,27	Si
3955	321,215	48,27	Si
3960	316,033	48,27	Si
3965	310,846	48,27	Si
3970	305,653	48,27	Si
3975	300,456	48,27	Si
3980	295,256	48,27	Si
3985	290,058	48,27	Si
3990	284,846	48,27	Si
3995	279,635	48,27	Si
4000	274,432	48,27	Si
4005	269,238	48,27	Si
4010	264,051	48,27	Si
4015	258,871	48,27	Si
4020	253,695	48,27	Si
4025	248,517	48,27	Si
4030	243,337	48,27	Si
4035	176,354	48,27	Si
4040	168,842	48,27	Si
4045	162,525	48,27	Si
4050	156,262	48,27	Si
4055	150,04	48,27	Si
4060	143,857	48,27	Si
4065	137,711	48,27	Si
4070	131,599	48,27	Si
4075	125,522	48,27	Si

4080	119,471	48,27	Si
4085	113,446	48,27	Si
4090	107,452	48,27	Si
4095	100,983	48,27	Si
4100	93,344	48,27	Si
4105	85,792	48,27	Si
4110	78,795	48,27	Si
4115	72,479	48,27	Si
4120	67,02	48,27	Si
4125	62,592	48,27	Si
4130	58,796	48,27	Si
4135	55,539	48,27	Si
4140	53,141	48,27	Si
4145	51,198	48,27	Si
4150	48,172	48,27	Si
4155	46,072	48,27	Si
4160	47,963	48,27	Si
4165	106,161	48,27	Si
4170	101,282	48,27	Si
4175	96,425	48,27	Si
4180	91,601	48,27	Si
4185	86,83	48,27	Si
4190	82,24	48,27	Si
4195	77,891	48,27	Si
4200	73,714	48,27	Si
4205	69,209	48,27	Si
4210	62,932	48,27	Si
4215	56,143	48,27	Si
4220	49,371	48,27	Si
4225	42,718	48,27	No
4230	36,447	48,27	No
4235	30,653	48,27	No
4240	25,495	48,27	No
4245	21,686	48,27	No
4250	21,846	48,27	No
4255	21,026	48,27	No
4260	20,958	48,27	No
4265	21,987	48,27	No
4270	25,678	48,27	No
4275	42,238	48,27	No
4280	42,584	48,27	No
4285	41,259	48,27	No
4290	38,983	48,27	No

4295	37,6	48,27	No
4300	35,745	48,27	No
4305	36,309	48,27	No
4310	102,65	48,27	Si
4315	97,533	48,27	Si
4320	92,296	48,27	Si
4325	86,927	48,27	Si
4330	81,421	48,27	Si
4335	75,778	48,27	Si
4340	70,015	48,27	Si
4345	63,823	48,27	Si
4350	57,772	48,27	Si
4355	51,725	48,27	Si
4360	45,732	48,27	No
4365	40,044	48,27	No
4370	34,602	48,27	No
4375	30,078	48,27	No
4380	27,094	48,27	No
4385	25,604	48,27	No
4390	27,01	48,27	No
4395	36,328	48,27	No
4400	97,492	48,27	Si
4405	93,108	48,27	Si
4410	88,549	48,27	Si
4415	83,686	48,27	Si
4420	78,491	48,27	Si
4425	73,24	48,27	Si
4430	67,963	48,27	Si
4435	62,734	48,27	Si
4440	57,615	48,27	Si
4445	52,645	48,27	Si
4450	47,889	48,27	No
4455	43,496	48,27	No
4460	39,657	48,27	No
4465	36,455	48,27	No
4470	34,872	48,27	No
4475	35,022	48,27	No
4480	38,342	48,27	No
4485	42,192	48,27	No
4490	151,08	48,27	Si
4495	146,08	48,27	Si
4500	141,08	48,27	Si
4505	136,08	48,27	Si

4510	131,08	48,27	Si
4515	126,08	48,27	Si
4520	121,08	48,27	Si
4525	116,08	48,27	Si
4530	111,08	48,27	Si
4535	106,08	48,27	Si
4540	101,08	48,27	Si
4545	96,08	48,27	Si
4550	91,08	48,27	Si
4555	86,08	48,27	Si
4560	80,683	48,27	Si
4565	72,691	48,27	Si
4570	65,28	48,27	Si
4575	58,25	48,27	Si
4580	51,942	48,27	Si
4585	46,343	48,27	Si
4590	41,774	48,27	Si
4595	39,069	48,27	Si
4600	40,055	48,27	Si
4605	36,08	48,27	Si
4610	31,08	48,27	Si
4615	26,08	48,27	Si
4620	21,08	48,27	Si
4625	16,08	48,27	Si
4630	11,08	48,27	Si
4635	6,08	48,27	Si
4640	1,08	48,27	Si
4645	0	48,27	Si

## Apéndice 2: Listado de visibilidades vuelta.

Pk (m)	VISIBILIDAD	Dp	Cumple
0	37	48,27	No
5	37	48,27	No
10	153	48,27	Si
15	148	48,27	Si
20	143	48,27	Si
25	137	48,27	Si
30	131	48,27	Si
35	125	48,27	Si
40	118	48,27	Si
45	111	48,27	Si
50	104	48,27	Si
55	97	48,27	Si
60	91	48,27	Si
65	85	48,27	Si
70	79	48,27	Si
75	74	48,27	Si
80	69	48,27	Si
85	64	48,27	Si
90	60	48,27	Si
95	55	48,27	Si
100	50	48,27	Si
105	46	48,27	No
110	42	48,27	No
115	39	48,27	No
120	38	48,27	No
125	36	48,27	No
130	34	48,27	No
135	35	48,27	No
140	43	48,27	No
145	97	48,27	Si
150	92	48,27	Si
155	88	48,27	Si
160	83	48,27	Si
165	78	48,27	Si
170	73	48,27	Si
175	68	48,27	Si
180	63	48,27	Si
185	57	48,27	Si
190	52	48,27	Si
195	47	48,27	No
200	42	48,27	No
205	38	48,27	No

210	33	48,27	No
215	30	48,27	No
220	27	48,27	No
225	25	48,27	No
230	26	48,27	No
235	126	48,27	Si
240	121	48,27	Si
245	116	48,27	Si
250	110	48,27	Si
255	101	48,27	Si
260	92	48,27	Si
265	82	48,27	Si
270	72	48,27	Si
275	63	48,27	Si
280	56	48,27	Si
285	48	48,27	No
290	42	48,27	No
295	37	48,27	No
300	35	48,27	No
305	36	48,27	No
310	38	48,27	No
315	41	48,27	No
320	42	48,27	No
325	40	48,27	No
330	36	48,27	No
335	32	48,27	No
340	28	48,27	No
345	25	48,27	No
350	23	48,27	No
355	21	48,27	No
360	20	48,27	No
365	21	48,27	No
370	21	48,27	No
375	467	48,27	Si
380	460	48,27	Si
385	453	48,27	Si
390	446	48,27	Si
395	438	48,27	Si
400	430	48,27	Si
405	96	48,27	Si
410	82	48,27	Si
415	69	48,27	Si
420	59	48,27	Si

425	52	48,27	Si
430	48	48,27	No
435	46	48,27	No
440	48	48,27	No
445	52	48,27	Si
450	56	48,27	Si
455	363	48,27	Si
460	357	48,27	Si
465	351	48,27	Si
470	345	48,27	Si
475	338	48,27	Si
480	331	48,27	Si
485	324	48,27	Si
490	317	48,27	Si
495	310	48,27	Si
500	303	48,27	Si
505	296	48,27	Si
510	288	48,27	Si
515	281	48,27	Si
520	274	48,27	Si
525	267	48,27	Si
530	260	48,27	Si
535	253	48,27	Si
540	247	48,27	Si
545	240	48,27	Si
550	233	48,27	Si
555	226	48,27	Si
560	220	48,27	Si
565	213	48,27	Si
570	206	48,27	Si
575	200	48,27	Si
580	193	48,27	Si
585	186	48,27	Si
590	178	48,27	Si
595	170	48,27	Si
600	162	48,27	Si
605	153	48,27	Si
610	144	48,27	Si
615	135	48,27	Si
620	125	48,27	Si
625	116	48,27	Si
630	108	48,27	Si
635	92	48,27	Si

640	74	48,27	Si
645	61	48,27	Si
650	54	48,27	Si
655	54	48,27	Si
660	75	48,27	Si
665	75	48,27	Si
670	75	48,27	Si
675	74	48,27	Si
680	73	48,27	Si
685	72	48,27	Si
690	70	48,27	Si
695	69	48,27	Si
700	67	48,27	Si
705	65	48,27	Si
710	64	48,27	Si
715	63	48,27	Si
720	63	48,27	Si
725	63	48,27	Si
730	63	48,27	Si
735	62	48,27	Si
740	62	48,27	Si
745	62	48,27	Si
750	62	48,27	Si
755	64	48,27	Si
760	64	48,27	Si
765	62	48,27	Si
770	61	48,27	Si
775	61	48,27	Si
780	61	48,27	Si
785	60	48,27	Si
790	60	48,27	Si
795	61	48,27	Si
800	65	48,27	Si
805	75	48,27	Si
810	85	48,27	Si
815	120	48,27	Si
820	115	48,27	Si
825	110	48,27	Si
830	105	48,27	Si
835	100	48,27	Si
840	95	48,27	Si
845	90	48,27	Si
850	86	48,27	Si

855	82	48,27	Si
860	78	48,27	Si
865	74	48,27	Si
870	71	48,27	Si
875	69	48,27	Si
880	69	48,27	Si
885	91	48,27	Si
890	85	48,27	Si
895	79	48,27	Si
900	72	48,27	Si
905	66	48,27	Si
910	59	48,27	Si
915	53	48,27	Si
920	47	48,27	No
925	42	48,27	No
930	38	48,27	No
935	35	48,27	No
940	32	48,27	No
945	32	48,27	No
950	32	48,27	No
955	35	48,27	No
960	40	48,27	No
965	53	48,27	Si
970	63	48,27	Si
975	59	48,27	Si
980	55	48,27	Si
985	51	48,27	Si
990	47	48,27	No
995	43	48,27	No
1000	41	48,27	No
1005	37	48,27	No
1010	35	48,27	No
1015	33	48,27	No
1020	34	48,27	No
1025	36	48,27	No
1030	47	48,27	No
1035	93	48,27	Si
1040	86	48,27	Si
1045	78	48,27	Si
1050	70	48,27	Si
1055	64	48,27	Si
1060	60	48,27	Si
1065	57	48,27	Si

1070	54	48,27	Si
1075	50	48,27	Si
1080	47	48,27	No
1085	43	48,27	No
1090	39	48,27	No
1095	37	48,27	No
1100	37	48,27	No
1105	42	48,27	No
1110	56	48,27	Si
1115	168	48,27	Si
1120	161	48,27	Si
1125	155	48,27	Si
1130	149	48,27	Si
1135	144	48,27	Si
1140	141	48,27	Si
1145	138	48,27	Si
1150	137	48,27	Si
1155	137	48,27	Si
1160	142	48,27	Si
1165	200	48,27	Si
1170	194	48,27	Si
1175	187	48,27	Si
1180	180	48,27	Si
1185	174	48,27	Si
1190	168	48,27	Si
1195	162	48,27	Si
1200	156	48,27	Si
1205	150	48,27	Si
1210	143	48,27	Si
1215	137	48,27	Si
1220	130	48,27	Si
1225	123	48,27	Si
1230	116	48,27	Si
1235	108	48,27	Si
1240	101	48,27	Si
1245	94	48,27	Si
1250	85	48,27	Si
1255	75	48,27	Si
1260	66	48,27	Si
1265	59	48,27	Si
1270	56	48,27	Si
1275	53	48,27	Si
1280	52	48,27	Si

1285	54	48,27	Si
1290	52	48,27	Si
1295	55	48,27	Si
1300	55	48,27	Si
1305	58	48,27	Si
1310	60	48,27	Si
1315	60	48,27	Si
1320	59	48,27	Si
1325	59	48,27	Si
1330	56	48,27	Si
1335	53	48,27	Si
1340	50	48,27	Si
1345	49	48,27	Si
1350	46	48,27	No
1355	44	48,27	No
1360	40	48,27	No
1365	36	48,27	No
1370	32	48,27	No
1375	30	48,27	No
1380	28	48,27	No
1385	29	48,27	No
1390	27	48,27	No
1395	26	48,27	No
1400	25	48,27	No
1405	25	48,27	No
1410	26	48,27	No
1415	231	48,27	Si
1420	226	48,27	Si
1425	220	48,27	Si
1430	214	48,27	Si
1435	207	48,27	Si
1440	200	48,27	Si
1445	193	48,27	Si
1450	187	48,27	Si
1455	175	48,27	Si
1460	156	48,27	Si
1465	139	48,27	Si
1470	125	48,27	Si
1475	114	48,27	Si
1480	104	48,27	Si
1485	96	48,27	Si
1490	90	48,27	Si
1495	85	48,27	Si

1500	82	48,27	Si
1505	79	48,27	Si
1510	76	48,27	Si
1515	74	48,27	Si
1520	73	48,27	Si
1525	74	48,27	Si
1530	77	48,27	Si
1535	86	48,27	Si
1540	96	48,27	Si
1545	94	48,27	Si
1550	91	48,27	Si
1555	87	48,27	Si
1560	84	48,27	Si
1565	79	48,27	Si
1570	75	48,27	Si
1575	70	48,27	Si
1580	66	48,27	Si
1585	61	48,27	Si
1590	57	48,27	Si
1595	52	48,27	Si
1600	48	48,27	No
1605	43	48,27	No
1610	42	48,27	No
1615	38	48,27	No
1620	36	48,27	No
1625	33	48,27	No
1630	30	48,27	No
1635	27	48,27	No
1640	23	48,27	No
1645	20	48,27	No
1650	20	48,27	No
1655	27	48,27	No
1660	62	48,27	Si
1665	57	48,27	Si
1670	52	48,27	Si
1675	47	48,27	No
1680	43	48,27	No
1685	39	48,27	No
1690	35	48,27	No
1695	32	48,27	No
1700	31	48,27	No
1705	33	48,27	No
1710	34	48,27	No

1715	49	48,27	Si
1720	43	48,27	No
1725	36	48,27	No
1730	30	48,27	No
1735	26	48,27	No
1740	24	48,27	No
1745	21	48,27	No
1750	20	48,27	No
1755	20	48,27	No
1760	51	48,27	Si
1765	45	48,27	No
1770	41	48,27	No
1775	39	48,27	No
1780	40	48,27	No
1785	57	48,27	Si
1790	50	48,27	Si
1795	43	48,27	No
1800	37	48,27	No
1805	31	48,27	No
1810	26	48,27	No
1815	22	48,27	No
1820	19	48,27	No
1825	20	48,27	No
1830	21	48,27	No
1835	19	48,27	No
1840	18	48,27	No
1845	20	48,27	No
1850	53	48,27	Si
1855	49	48,27	Si
1860	50	48,27	Si
1865	94	48,27	Si
1870	126	48,27	Si
1875	123	48,27	Si
1880	121	48,27	Si
1885	122	48,27	Si
1890	120	48,27	Si
1895	111	48,27	Si
1900	103	48,27	Si
1905	96	48,27	Si
1910	87	48,27	Si
1915	79	48,27	Si
1920	71	48,27	Si
1925	65	48,27	Si

1930	62	48,27	Si
1935	59	48,27	Si
1940	58	48,27	Si
1945	57	48,27	Si
1950	56	48,27	Si
1955	57	48,27	Si
1960	57	48,27	Si
1965	56	48,27	Si
1970	56	48,27	Si
1975	60	48,27	Si
1980	77	48,27	Si
1985	85	48,27	Si
1990	88	48,27	Si
1995	85	48,27	Si
2000	82	48,27	Si
2005	80	48,27	Si
2010	80	48,27	Si
2015	80	48,27	Si
2020	84	48,27	Si
2025	100	48,27	Si
2030	117	48,27	Si
2035	170	48,27	Si
2040	183	48,27	Si
2045	178	48,27	Si
2050	174	48,27	Si
2055	169	48,27	Si
2060	164	48,27	Si
2065	159	48,27	Si
2070	155	48,27	Si
2075	150	48,27	Si
2080	145	48,27	Si
2085	141	48,27	Si
2090	136	48,27	Si
2095	131	48,27	Si
2100	127	48,27	Si
2105	123	48,27	Si
2110	118	48,27	Si
2115	114	48,27	Si
2120	110	48,27	Si
2125	106	48,27	Si
2130	102	48,27	Si
2135	99	48,27	Si
2140	96	48,27	Si

2145	93	48,27	Si
2150	92	48,27	Si
2155	92	48,27	Si
2160	95	48,27	Si
2165	105	48,27	Si
2170	263	48,27	Si
2175	259	48,27	Si
2180	255	48,27	Si
2185	251	48,27	Si
2190	247	48,27	Si
2195	243	48,27	Si
2200	239	48,27	Si
2205	235	48,27	Si
2210	230	48,27	Si
2215	224	48,27	Si
2220	218	48,27	Si
2225	212	48,27	Si
2230	205	48,27	Si
2235	199	48,27	Si
2240	193	48,27	Si
2245	187	48,27	Si
2250	180	48,27	Si
2255	174	48,27	Si
2260	168	48,27	Si
2265	162	48,27	Si
2270	156	48,27	Si
2275	150	48,27	Si
2280	144	48,27	Si
2285	137	48,27	Si
2290	131	48,27	Si
2295	125	48,27	Si
2300	119	48,27	Si
2305	113	48,27	Si
2310	107	48,27	Si
2315	102	48,27	Si
2320	97	48,27	Si
2325	92	48,27	Si
2330	88	48,27	Si
2335	84	48,27	Si
2340	80	48,27	Si
2345	77	48,27	Si
2350	74	48,27	Si
2355	73	48,27	Si

2360	74	48,27	Si
2365	82	48,27	Si
2370	116	48,27	Si
2375	155	48,27	Si
2380	150	48,27	Si
2385	146	48,27	Si
2390	141	48,27	Si
2395	137	48,27	Si
2400	132	48,27	Si
2405	128	48,27	Si
2410	123	48,27	Si
2415	118	48,27	Si
2420	113	48,27	Si
2425	109	48,27	Si
2430	104	48,27	Si
2435	99	48,27	Si
2440	95	48,27	Si
2445	90	48,27	Si
2450	86	48,27	Si
2455	81	48,27	Si
2460	76	48,27	Si
2465	71	48,27	Si
2470	67	48,27	Si
2475	62	48,27	Si
2480	57	48,27	Si
2485	53	48,27	Si
2490	49	48,27	Si
2495	44	48,27	No
2500	40	48,27	No
2505	35	48,27	No
2510	31	48,27	No
2515	29	48,27	No
2520	26	48,27	No
2525	27	48,27	No
2530	35	48,27	No
2535	34	48,27	No
2540	33	48,27	No
2545	33	48,27	No
2550	31	48,27	No
2555	31	48,27	No
2560	31	48,27	No
2565	30	48,27	No
2570	28	48,27	No

2575	30	48,27	No
2580	154	48,27	Si
2585	148	48,27	Si
2590	142	48,27	Si
2595	136	48,27	Si
2600	129	48,27	Si
2605	122	48,27	Si
2610	115	48,27	Si
2615	107	48,27	Si
2620	99	48,27	Si
2625	91	48,27	Si
2630	83	48,27	Si
2635	76	48,27	Si
2640	69	48,27	Si
2645	61	48,27	Si
2650	53	48,27	Si
2655	47	48,27	No
2660	42	48,27	No
2665	41	48,27	No
2670	41	48,27	No
2675	41	48,27	No
2680	45	48,27	No
2685	44	48,27	No
2690	44	48,27	No
2695	45	48,27	No
2700	42	48,27	No
2705	41	48,27	No
2710	43	48,27	No
2715	52	48,27	Si
2720	65	48,27	Si
2725	70	48,27	Si
2730	77	48,27	Si
2735	379	48,27	Si
2740	373	48,27	Si
2745	368	48,27	Si
2750	363	48,27	Si
2755	357	48,27	Si
2760	352	48,27	Si
2765	347	48,27	Si
2770	341	48,27	Si
2775	336	48,27	Si
2780	331	48,27	Si
2785	326	48,27	Si

2790	321	48,27	Si
2795	316	48,27	Si
2800	311	48,27	Si
2805	306	48,27	Si
2810	301	48,27	Si
2815	295	48,27	Si
2820	290	48,27	Si
2825	285	48,27	Si
2830	280	48,27	Si
2835	275	48,27	Si
2840	270	48,27	Si
2845	265	48,27	Si
2850	260	48,27	Si
2855	254	48,27	Si
2860	249	48,27	Si
2865	244	48,27	Si
2870	238	48,27	Si
2875	233	48,27	Si
2880	228	48,27	Si
2885	222	48,27	Si
2890	217	48,27	Si
2895	212	48,27	Si
2900	207	48,27	Si
2905	202	48,27	Si
2910	197	48,27	Si
2915	191	48,27	Si
2920	186	48,27	Si
2925	181	48,27	Si
2930	176	48,27	Si
2935	171	48,27	Si
2940	166	48,27	Si
2945	160	48,27	Si
2950	155	48,27	Si
2955	150	48,27	Si
2960	145	48,27	Si
2965	140	48,27	Si
2970	134	48,27	Si
2975	129	48,27	Si
2980	124	48,27	Si
2985	119	48,27	Si
2990	113	48,27	Si
2995	108	48,27	Si
3000	102	48,27	Si

3005	97	48,27	Si
3010	91	48,27	Si
3015	86	48,27	Si
3020	80	48,27	Si
3025	75	48,27	Si
3030	70	48,27	Si
3035	65	48,27	Si
3040	60	48,27	Si
3045	55	48,27	Si
3050	50	48,27	Si
3055	46	48,27	No
3060	43	48,27	No
3065	39	48,27	No
3070	35	48,27	No
3075	33	48,27	No
3080	30	48,27	No
3085	27	48,27	No
3090	25	48,27	No
3095	29	48,27	No
3100	79	48,27	Si
3105	73	48,27	Si
3110	69	48,27	Si
3115	64	48,27	Si
3120	61	48,27	Si
3125	57	48,27	Si
3130	55	48,27	Si
3135	53	48,27	Si
3140	55	48,27	Si
3145	53	48,27	Si
3150	51	48,27	Si
3155	51	48,27	Si
3160	52	48,27	Si
3165	63	48,27	Si
3170	88	48,27	Si
3175	81	48,27	Si
3180	75	48,27	Si
3185	69	48,27	Si
3190	63	48,27	Si
3195	57	48,27	Si
3200	51	48,27	Si
3205	46	48,27	No
3210	42	48,27	No
3215	38	48,27	No

3220	35	48,27	No
3225	32	48,27	No
3230	29	48,27	No
3235	27	48,27	No
3240	25	48,27	No
3245	27	48,27	No
3250	27	48,27	No
3255	27	48,27	No
3260	25	48,27	No
3265	26	48,27	No
3270	27	48,27	No
3275	27	48,27	No
3280	30	48,27	No
3285	34	48,27	No
3290	39	48,27	No
3295	114	48,27	Si
3300	119	48,27	Si
3305	114	48,27	Si
3310	109	48,27	Si
3315	104	48,27	Si
3320	100	48,27	Si
3325	95	48,27	Si
3330	91	48,27	Si
3335	86	48,27	Si
3340	82	48,27	Si
3345	77	48,27	Si
3350	73	48,27	Si
3355	69	48,27	Si
3360	65	48,27	Si
3365	62	48,27	Si
3370	60	48,27	Si
3375	61	48,27	Si
3380	71	48,27	Si
3385	159	48,27	Si
3390	305	48,27	Si
3395	301	48,27	Si
3400	296	48,27	Si
3405	292	48,27	Si
3410	287	48,27	Si
3415	282	48,27	Si
3420	277	48,27	Si
3425	272	48,27	Si
3430	267	48,27	Si

3435	262	48,27	Si
3440	258	48,27	Si
3445	253	48,27	Si
3450	248	48,27	Si
3455	243	48,27	Si
3460	238	48,27	Si
3465	233	48,27	Si
3470	228	48,27	Si
3475	223	48,27	Si
3480	218	48,27	Si
3485	213	48,27	Si
3490	208	48,27	Si
3495	203	48,27	Si
3500	199	48,27	Si
3505	194	48,27	Si
3510	189	48,27	Si
3515	184	48,27	Si
3520	179	48,27	Si
3525	174	48,27	Si
3530	169	48,27	Si
3535	165	48,27	Si
3540	160	48,27	Si
3545	155	48,27	Si
3550	150	48,27	Si
3555	146	48,27	Si
3560	141	48,27	Si
3565	136	48,27	Si
3570	132	48,27	Si
3575	127	48,27	Si
3580	123	48,27	Si
3585	118	48,27	Si
3590	114	48,27	Si
3595	110	48,27	Si
3600	106	48,27	Si
3605	102	48,27	Si
3610	98	48,27	Si
3615	95	48,27	Si
3620	93	48,27	Si
3625	92	48,27	Si
3630	92	48,27	Si
3635	96	48,27	Si
3640	111	48,27	Si
3645	158	48,27	Si

3650	990	48,27	Si
3655	985	48,27	Si
3660	980	48,27	Si
3665	975	48,27	Si
3670	970	48,27	Si
3675	965	48,27	Si
3680	960	48,27	Si
3685	955	48,27	Si
3690	950	48,27	Si
3695	945	48,27	Si
3700	940	48,27	Si
3705	935	48,27	Si
3710	930	48,27	Si
3715	925	48,27	Si
3720	920	48,27	Si
3725	915	48,27	Si
3730	910	48,27	Si
3735	905	48,27	Si
3740	900	48,27	Si
3745	895	48,27	Si
3750	890	48,27	Si
3755	885	48,27	Si
3760	880	48,27	Si
3765	875	48,27	Si
3770	870	48,27	Si
3775	865	48,27	Si
3780	860	48,27	Si
3785	855	48,27	Si
3790	850	48,27	Si
3795	845	48,27	Si
3800	840	48,27	Si
3805	835	48,27	Si
3810	830	48,27	Si
3815	342	48,27	Si
3820	225	48,27	Si
3825	188	48,27	Si
3830	159	48,27	Si
3835	159	48,27	Si
3840	160	48,27	Si
3845	210	48,27	Si
3850	790	48,27	Si
3855	785	48,27	Si
3860	780	48,27	Si

3865	775	48,27	Si
3870	770	48,27	Si
3875	765	48,27	Si
3880	760	48,27	Si
3885	755	48,27	Si
3890	750	48,27	Si
3895	745	48,27	Si
3900	740	48,27	Si
3905	735	48,27	Si
3910	730	48,27	Si
3915	725	48,27	Si
3920	720	48,27	Si
3925	715	48,27	Si
3930	710	48,27	Si
3935	705	48,27	Si
3940	700	48,27	Si
3945	695	48,27	Si
3950	690	48,27	Si
3955	685	48,27	Si
3960	680	48,27	Si
3965	675	48,27	Si
3970	670	48,27	Si
3975	665	48,27	Si
3980	660	48,27	Si
3985	655	48,27	Si
3990	650	48,27	Si
3995	645	48,27	Si
4000	640	48,27	Si
4005	635	48,27	Si
4010	630	48,27	Si
4015	625	48,27	Si
4020	620	48,27	Si
4025	615	48,27	Si
4030	610	48,27	Si
4035	605	48,27	Si
4040	600	48,27	Si
4045	595	48,27	Si
4050	590	48,27	Si
4055	585	48,27	Si
4060	580	48,27	Si
4065	575	48,27	Si
4070	570	48,27	Si
4075	565	48,27	Si

4080	560	48,27	Si
4085	555	48,27	Si
4090	550	48,27	Si
4095	545	48,27	Si
4100	540	48,27	Si
4105	535	48,27	Si
4110	530	48,27	Si
4115	525	48,27	Si
4120	520	48,27	Si
4125	515	48,27	Si
4130	510	48,27	Si
4135	505	48,27	Si
4140	500	48,27	Si
4145	495	48,27	Si
4150	490	48,27	Si
4155	485	48,27	Si
4160	480	48,27	Si
4165	475	48,27	Si
4170	470	48,27	Si
4175	465	48,27	Si
4180	460	48,27	Si
4185	455	48,27	Si
4190	450	48,27	Si
4195	445	48,27	Si
4200	440	48,27	Si
4205	435	48,27	Si
4210	430	48,27	Si
4215	425	48,27	Si
4220	420	48,27	Si
4225	415	48,27	Si
4230	410	48,27	Si
4235	405	48,27	Si
4240	400	48,27	Si
4245	395	48,27	Si
4250	390	48,27	Si
4255	385	48,27	Si
4260	380	48,27	Si
4265	375	48,27	Si
4270	370	48,27	Si
4275	365	48,27	Si
4280	360	48,27	Si
4285	355	48,27	Si
4290	350	48,27	Si

4295	345	48,27	Si
4300	340	48,27	Si
4305	335	48,27	Si
4310	330	48,27	Si
4315	325	48,27	Si
4320	320	48,27	Si
4325	315	48,27	Si
4330	310	48,27	Si
4335	305	48,27	Si
4340	300	48,27	Si
4345	295	48,27	Si
4350	290	48,27	Si
4355	285	48,27	Si
4360	280	48,27	Si
4365	275	48,27	Si
4370	270	48,27	Si
4375	265	48,27	Si
4380	260	48,27	Si
4385	255	48,27	Si
4390	250	48,27	Si
4395	245	48,27	Si
4400	240	48,27	Si
4405	235	48,27	Si
4410	230	48,27	Si
4415	225	48,27	Si
4420	220	48,27	Si
4425	215	48,27	Si
4430	210	48,27	Si
4435	205	48,27	Si
4440	200	48,27	Si
4445	195	48,27	Si
4450	190	48,27	Si
4455	185	48,27	Si
4460	180	48,27	Si
4465	175	48,27	Si
4470	170	48,27	Si
4475	165	48,27	Si
4480	160	48,27	Si
4485	155	48,27	Si
4490	150	48,27	Si
4495	145	48,27	Si
4500	140	48,27	Si
4505	135	48,27	Si

4510	130	48,27	Si
4515	125	48,27	Si
4520	120	48,27	Si
4525	115	48,27	Si
4530	110	48,27	Si
4535	105	48,27	Si
4540	100	48,27	Si
4545	95	48,27	Si
4550	90	48,27	Si
4555	85	48,27	Si
4560	80	48,27	Si
4565	75	48,27	Si
4570	70	48,27	Si
4575	65	48,27	Si
4580	60	48,27	Si
4585	55	48,27	Si
4590	50	48,27	Si
4595	45	48,27	No
4600	40	48,27	No
4605	35	48,27	No
4610	30	48,27	No
4615	25	48,27	No
4620	20	48,27	No
4625	15	48,27	No
4630	10	48,27	No
4635	5	48,27	No
4640	0	48,27	No

## ANEJO Nº5. DISEÑO DE FIRMES

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Categoría de tráfico pesado.....	3
3.Diseño de explanada.....	3
3.1Estudio de terreno natural.....	3
3.2Estudio de posibles explanadas.....	4
4.Diseño de firme.....	5
4.1Análisis de posibles firmes.....	5
4.2Diseño de mezcla bituminosa.....	6
4.3Riegos.....	7
4.4. Paquete de firme seleccionado.....	7
4.5.Ampliación de Firme existente.....	7
5.Arcenes .....	8
6.Bibliografía .....	8

## 1. Introducción.

El presente anejo tiene como objetivo estudiar y dimensionar el paquete de firmes a disponer a lo largo del trazado en cada una de las alternativas. Entre las distintas opciones expuestas en la Norma 6.1 IC, se buscará aquella más óptima tanto económica como técnicamente.

Siguiendo la normativa, se ha diseñado la explanada y el firme de manera conjunta hasta dar con la solución óptima. El parámetro determinante en la decisión es, fundamentalmente, la categoría de tráfico pesado, la cual en este caso se tomará como dato del anejo del estudio de tráfico.

## 2. Categoría de tráfico pesado.

Como se señala en el Anejo 2, Estudio de tráfico, la intensidad media diaria de vehículos pesados para el año de puesta en servicio es de tan solo 5 vehículos.

La normativa distingue entre ocho categorías distintas de tráfico pesado en función de la IMDp del carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Como se puede observar en la Tabla 1, independientemente de la distribución de la IMDp que se adopte entre los carriles, la distribución de vehículos pesados siempre será menor a 25.

TABLA 1A - CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

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

TABLA 1B - CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

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

Tabla 1: Categoría de tráfico pesado. Fuente: Norma 6.1 IC

Por lo tanto, la categoría de tráfico pesado a considerar para el dimensionamiento del firme es la T42.

En conclusión, dada la baja intensidad de paso de tráfico pesado, la categoría de explanada y el paquete de firme vendrán impuestos principalmente por la economía de la solución final (conjunto de explanada y firme), y no por el tráfico de vehículos pesados.

## 3. Diseño de explanada.

### 3.1 Estudio de terreno natural.

Para la elección del tipo de explanada es necesario conocer las propiedades del terreno existente a lo largo del trazado. Del estudio geotécnico se ha obtenido la existencia de los siguientes materiales a lo largo del trazado del tramo:

- Indiferenciado. recubrimiento cuaternario de origen coluvial-aluvial (Pk 00+00 - Pk 00+970)
- Calizas y dolomías amarillentas, parcialmente karstificadas y superficialmente muy fracturadas. (Pk 00+970 - Pk 02+129)
- Conglomerados calcáreos rojos de matriz arcillosa (Pk 02+129 - Pk 02+591)
- Dolomías amarillentas, parcialmente karstificadas y superficialmente muy fracturadas (Pk 02+591 - Pk 03+070)
- Calizas microcristalinas, calcarenitas y areniscas (Pk 03+070 - Pk 03+394)
- Arenas, areniscas, margas y arcillas rojas (Pk 03+394 - Pk 04+626)

De las conclusiones obtenidas en el estudio Geotécnico se deriva que, en algunos tramos de la carretera, los estratos de calizas y dolomías aportan una base de buena capacidad portante, por lo que resultará fácil conseguir la explanada E2 con una única capa de regularización con material seleccionado.

El material subyacente del resto de tramos se clasifica, según los criterios del mismo estudio geotécnico, como suelo tolerable, lo que se deberá tener en cuenta para la confección de una explanada E1 o E2.

Por tanto para la alternativa 1, dado que no se plantean modificaciones en los tramos con calizas y dolomías, se considera que los tramos que contiene la sección de firme afectada, entre los Pk00+00 y 00+950 y los Pk04+557 y 04+641, a efectos de diseño están compuestos completamente por suelos tolerables.

Para la alternativa 2 se podrán considerar los tramos de (Pk 00+970 - Pk 02+129) y (Pk 02+591 - Pk 03+070) con mejores capacidades portantes y por tanto como suelo adecuado, de modo que se estudiará para los mismos una explanada diferente. Para el resto del trazado se considerará como suelo tolerable con las mismas condiciones que en el caso anterior.

En la Ilustración 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA extraída de la Norma 6.1 IC se encuentran todas las explanadas posibles en función del tipo de material existente en la explanación:



Así pues, teniendo en cuenta la comparación de precios en función del volumen necesitado para cada caso de explanada, para los tramos con suelo tolerable como base se confeccionará una explanada E1 con 45 cm de suelo seleccionado (2) por ser más económico que una capa con suelo adecuado de mayor volumen.

Para el resto de tramos, puesto que se cuenta con una buena capacidad portante que nos facilita la ejecución de una explanada E2, aunque no sea necesario a efectos de tráfico se decide aprovechar la oportunidad y se confeccionará una explanada E2 con 55 cm de espesor de suelo seleccionado (2).

#### 4. Diseño de firme.

##### 4.1 Análisis de posibles firmes.

En las Figura extraída de la Norma 6.1 IC, se muestran las secciones de firmes posibles en función de la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada.

## SECCIONES DE FIRME



Ilustración 4: Secciones de firme.

Considerando las siguientes condiciones:

- Categoría de tráfico pesado: T42
- Explanadas posibles en suelo: E1 y E2

Se puede seleccionar un paquete de firme entre estas opciones:



Ilustración 5: Firmes posibles en E1 y E2

Observando además la comparación de precios entre materiales se puede concluir que en todas las opciones el firme de hormigón queda claramente descartado por su elevado precio, independientemente de la categoría de explanada y de su espesor, por tanto, habrá que estudiar para cada una de las dos categorías de explanada que paquete de firme es más rentable comparando la diferencia de volumen entre zahorras y suelocemento de cada paquete.

05	05	FIRMES	
<b>05.01</b>	<b>05.01</b>	<b>CAPAS GRANULARES</b>	
05.01.01	510.0010	m3 ZAHORRA ARTIFICIAL I/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	18,19 €
		<b>DIECIOCHO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS</b>	
<b>05.02</b>	<b>05.02</b>	<b>SUELOCEMENTO/GRAVACEMENTO</b>	
05.02.01	513.0010	m3 SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL I/ TRANSPORTE, EXTENDIDO, COMPACTACIÓN, PREFISURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, SIN INCLUIR CEMENTO.	21,81 €
		<b>VEINTIUN EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS</b>	

En el caso de la explanada E1 resulta una solución económicamente más óptima la ejecución de un firme de suelocemento, puesto que la utilización de zahorras implicaría un incremento en el precio debido principalmente a que el espesor requerido de zahorras artificiales es muy superior al necesario en caso de usar suelocemento. Por tanto, la solución adoptada será una E1 de 45cm de suelo seleccionado, un firme compuesto por 25cm de suelocemento y 5cm de mezcla bituminosa en capa de rodadura.

En el caso de la explanada E2, debido a que una explanada más competente requiere un menor espesor de firme y genera por tanto un coste total menor, en este caso el menor volumen sí que hace de las zhorras la opción más económica. Por tanto, la solución adoptada estará compuesta por 55cm de suelo seleccionado, por un firme de 25cm de zhorras artificiales y 5cm de mezcla bituminosa en capa de rodadura.

#### 4.2Diseño de mezcla bituminosa

En todos los casos estudiados, el paquete de firme contiene una capa de 5cm de espesor de mezcla bituminosa, por tanto, su diseño atiende a los siguientes criterios de la Norma 6.1 IC:

*Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente*

Tipo de capa	Tipo de mezcla	Categoría de tráfico pesado		
		T00 a T1	T2 y T3 1	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura.	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S	6-5	5	
Intermedia.	D y S	5-10 **		
Base.	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

Ilustración 6: Espesor de capas en mezclas bituminosas.

Atendiendo a estos criterios se obtiene que será necesario utilizar una mezcla bituminosa en caliente densa o semidensa con 5 cm de espesor en capa única de rodadura.

La nomenclatura final de dicha mezcla bituminosa a utilizar será: AC 16 SURF D (Antigua D12), atendiendo a los criterios de la siguiente tabla:

TIPO DE CAPA	ESPESOR(cm)	TIPO DE MEZCLA	
		Denominación UNE-EN 13108-1(*)	Denominación anterior
RODADURA	4-5	AC16 surf D AC16 surf S	D12 S12
	>5	AC22 surf D AC22 surf S	D20 S20
INTERMEDIA	5-10	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S MAM (**)	D20 S20 S25 MAM (***)
BASE	7-15	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM (***)	S25 G20 G25 MAM (***)
ARCENES (****)	4-6	AC16 surf D	D12

Ilustración 7: Nomenclatura de mezcla bituminosa a utilizar.

Finalmente se ha optado por emplear un betún modificado con caucho (BC70/100) en proporción de 4,5 %. El empleo del polvo mineral se realizará en proporción de 1,2 con el betún.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T3 1	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65		35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60			

Ilustración 8: Tipo de ligante en capa de rodadura.

#### 4.3 Riegos.

- Riego de curado:

Según la Norma 6.1 IC se debe aplicar una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, con objeto de impermeabilizar toda la superficie y evitar la evaporación del agua necesaria para el correcto fraguado. Se empleará para este caso una emulsión bituminosa C60B3 CUR del Artículo. 214 del PG-3. Adicionalmente en todas aquellas secciones en las que se requiera un riego de adherencia, también será necesaria la aplicación de un riego de curado, al tratarse de capas tratadas con cemento.

- Riego de adherencia:

De manera análoga la Norma 6.1 IC, se establece la obligatoriedad de efectuar un riego de adherencia sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa colocación sobre ésta de una capa bituminosa. Para este caso se empleará una emulsión bituminosa convencional C60B3 ADH. En este caso se utilizará riego de adherencia en las secciones con suelo-cemento ya que se encuentra en contacto con la capa de mezcla bituminosa.

- Riego de imprimación:

La Norma 6.1 IC establece que sobre cada capa granular que reciba una capa de mezcla bituminosa debe efectuarse un riego de imprimación según las condiciones del Art. 530 del PG-3. El objetivo de este riego es preparar la superficie y garantizar la adherencia entre las dos capas. Para este caso se utilizará una emulsión C50BF4 IMP del Art. 214 del PG-3. Este tipo de riego será necesario en las secciones con explanada E2 ya que este caso la capa de zahorra artificial esta en contacto con una capa de mezcla bituminosa.

#### 4.4. Paquete de firme seleccionado.

Finalmente, las dos secciones de firme a diseñadas para cada uno de los diferentes tramos en función de los materiales existentes a lo largo del trazado son:

Sobre suelo Tolerable con Explanada E1:

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
	Riego de Curado	C60B3 CUR
	Suelocemento	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	45

Sobre Calizas y Dolomias con Explanada E2:

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de imprimación	C50BF4 IMP
	Zahorras artificiales	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	55

#### 4.5. Ampliación de Firme existente.

Dado que se va a realizar principalmente una actuación de ampliación debemos tener en cuenta firme existente con las siguientes condiciones:

CV-425 (TRAMO 1)				
		Testigo 1	Testigo 2	
		PK 25+980	PK 24+980	
Capa 1	5, 2 cm.	Aglomerado asfáltico	4,5 cm.	Aglomerado asfáltico
Capa 2	1,3 cm.	Riego asfáltico	0,6 cm.	Riego asfáltico
Capa 3	6,7 cm.	Machaca	6,9 cm	Machaca
		Terreno natural	Terreno natural	

Ilustración 9: Composición de firme existente en CV-425. Fuente: Campaña de estudio división de carreteras Diputación de Valencia.

Para una categoría de tráfico T42 y una explanada E1, se ha seleccionado la sección 4212 de entre las opciones de secciones de Firme de la norma. Esta sección contempla 5 cm de mezclas bituminosas y 25cm de suelocemento, pero dado que solamente se dispondrá una capa bituminosa y el espesor del firme existente está entre 4 y 5 cm, según los resultados de los dos testigos extraídos en el tramo, unido a que la calzada actual presenta deterioros importantes o parcheados en algunas zonas, se ha optado por no considerar el espesor de firme existente y extender totalmente la capa de rodadura sobre este, debiendo así enrasar el suelocemento a nivel del firme actual.

Para el caso de los tramos con explanada E2 y la sección 4221, el espesor de firme existente es similar al del resto del tramo en cuanto a composición y espesor, además, como la carretera actual ya presenta un ancho próximo al requerido para ambos carriles, solamente será necesario ampliar la plataforma para permitir ambos arcenes. La ampliación se realizará preferentemente

por uno de los dos bordes de la carretera, por lo que la nueva plataforma recaerá en gran parte sobre el firme existente, así que será necesaria la extensión de la capa de rodadura sobre la rasante actual enrasando de manera similar al caso anterior.

#### 5. Arcenes

Para arcenes en carreteras con una categoría de tráfico T42, la Norma 6.1 IC establece que se dispondrán arcenes enrasados con la calzada y al tratarse de arcenes con un ancho reducido (0,5m), dicha Norma recomienda también que la sección sea completamente igual a la utilizada en los carriles.

Por tanto, la solución a adoptar para los arcenes será la misma que la empleada en los carriles para cada uno de los dos casos.

#### 6. Bibliografía

-España. ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

-Boletín Oficial del Estado, 12 de diciembre de 2003, núm. 297, p. 44275. o España.

-Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

-Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, núm. 3, p.584. o España. Orden Circular 37/2016.

-Norma 6.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.



# ANEJO N<sup>o</sup>8. DISEÑO GEOMETRICO DE TRAZADO

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría



## Índice

1. Objeto.....	3
2. Alternativas estudiadas.....	3
3. Bibliografía.....	8

## 1. Objeto

En el presente anejo se detallan las múltiples opciones de trazado que se han estudiado para cada caso concreto del tramo objeto del estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 existente en el término municipal de Cortes de Pallás.

Dadas la complicada situación de la carretera, la cual se encuentra encajada y condicionada altamente por la geología y orografía de la zona, cualquier pequeño cambio en algún elemento concreto puede suponer grandes movimientos de tierra, este condicionante hace que se hayan estudiado diversas opciones para la resolución de algunos elementos del trazado.

Dichas opciones se recogen en este apartado, pues, aunque en el anejo 6 estudio de soluciones se detalla el trazado seleccionado finalmente para la alternativa 2, es conveniente destacar todos los pasos y opciones que se han descartado por un motivo u otro con el fin de comprender los pasos previos que han hecho llegar hasta la opción final.

## 2. Alternativas estudiadas

En primer lugar, dado que el terreno obliga a sortear el gran desnivel generado por el barranco de la cierva que separa las dos rectas principales del trazado, para evitar la consecución de curvas que suponen el trazado tan complicado que lo sortea se contempla la posibilidad de emplazar un viaducto que salve el desnivel existente dado que las curvas nº4 y nº18 están situadas a la misma cota.



Ilustración 1: Trazado alternativo sobre barranco. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se descarta esta posibilidad dado que la profundidad del barranco son 68 m, una distancia inasumible dado que generaría una estructura necesaria que en ningún caso se justificaría, aun incluso sin atender a las fuertes restricciones económicas con las que se cuentan en el tramo estudiado.

Dado que se descarta la posibilidad del puente hay que mantener dentro de lo posible el trazado actual conservando las curvas de radio reducido, en primer lugar, la curva nº4 tiene un radio muy pequeño para la recta tan larga que tiene antes, pero debe condicionarse a la coordinación con la siguiente curva.

Esta curva se conserva como la primera curva del trazado dado que se pretende aprovechar al máximo el trazado existente para ahorrar costes y generar la mínima afección posible al entorno, por lo tanto, se conserva la recta principal a pesar de su elevada extensión y se decide actuar sobre la curva para intentar aumentar su radio para adaptar la velocidad que traen los usuarios de la recta principal.

Además, dicha curva tiene el problema generado por un acuerdo convexo justo antes de la misma, para el cual se propone situar el centro de la curva justo en el punto de acuerdo, existiendo dos posibilidades: con la salida de la curva hacia el norte o hacia el sur.



Ilustración 2: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

En la opción norte permite situar una primera curva de hasta 75 m de radio que luego se coordina con una contracurva continuando con la pendiente que enlaza con la siguiente y escalonando la velocidad entre las 3 curvas. Esta opción supone realizar desmonte en roca de no muy elevado volumen dado los taludes 1H:3V que permite el material, tal y como indica el estudio geotécnico.

Por otro lado, esto supone continuar la pendiente en ascenso que trae la recta pasada la primera curva y forzar el acuerdo a la segunda curva la cual se puede coordinar sin problema ya que es de nueva construcción para que una vez pasada esa curva situar una pendiente de bajada con la misma pendiente a la existente que enlaza con la curva nº8, de radio 35.



Ilustración 3: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

La otra opción que es desviar hacia el sur obliga a mover la curva mucho más hacia adelante puesto que hay que tratar de apartar la curva de retorno del desnivel que genera el barranco puesto que no sería viable un movimiento de tierras de tanto volumen.

Por otro lado, se puede y debe acomodar el acuerdo vertical de manera similar en la curva de transición y permite unas pendientes de menos inclinación, pero obliga a mantener la curva n°6 para incorporarse otra vez al trazado existente y se genera una coordinación más forzada entre elementos.

Para el resto de las curvas, enlazadas entre sí antes de llegar a la segunda recta, dado que están muy encajadas y cuentan con los taludes más verticales de todo el trazado se descartan grandes modificaciones en ellas porque el espacio con el que se cuenta tiene unos espacios muy reducidos y supondrían desmontes muy grandes.

Si bien es cierto se aumenta el radio de varias de ellas para coordinar las todas a nivel de velocidad específica de paso por curva manteniéndolas sobre el trazado actual moviendo ligeramente el eje

En cuanto a las curvas sobre el puente que salva el barranco del fraile se estudia eliminarlas porque son las de radio más reducido, pero dado que cuentan con una estructura de paso cambiarla a una única curva de radio más grande, como se va a estudiar en otros casos en los que sí que es viable, en este caso no es viable porque significa apartarla de la estructura lo que generaría grandes movimientos de tierras o incluso la necesidad de generar una nueva estructura que tampoco evitaría los elevados movimientos de tierra.



Ilustración 4: Trazado existente sobre estructura en barranco. Fuente: Elaboración propia.

Para el siguiente caso, similar a las curvas anteriores, sí que se estudia aumentar el radio, es decir eliminar las dos curvas con recta intermedia para contar con una única curva de radio superior, que en este caso se puede aumentar hasta un radio 40 m el terreno si que permite adaptarse mejor a pesar de seguir siendo necesario realizar un movimiento de tierras considerable.



Ilustración 5: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

Este movimiento de aumentar la curva también afecta a la recta de entrada a la misma, lo que sirve para mejorar la curva justo después de la recta en sentido directo y aumentar también su radio y así coordinar escalonadamente el paso de esa recta a la curva y la recta intermedia que sale luego a la nueva curva generada.

Para las curvas, que se encuentra en salida de la anterior, que en el trazado actual cuentan con 4 cuatro curvas de radio reducido enlazadas entre si directamente sin clotoides, se estudia reducir el número de estas. El objetivo de esta modificación es reducir el número a 2 elementos, curva y contracurva, para aprovechar el espacio y poder situar clotoides en ambas curvas que se enlazaran entre ellas como dos clotoides en punta tratando de ajustarlas al trazado existente. Este ajuste resulta complicado, favoreciendo al desmonte por encima del terraplén dado que el terraplén supondría unos volúmenes de tierra mayores, derivados de la pronunciada pendiente existente en el lado exterior de la calzada.

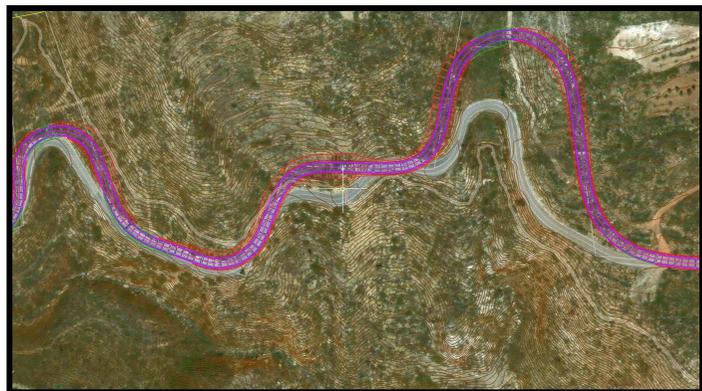


Ilustración 6: Alternativa de trazado en curvas. Fuente: Elaboración propia.

Para la siguiente curva a modificar, se cambia de nuevo de manera análoga a las anteriores reduciendo las dos curvas con recta intermedia a una única curva de radio mayor. Este aumento de radio se puede hacer estableciendo la curva hacia el norte o hacia el sur, si se hace hacia el sur nos alejamos demasiado de la traza que enlaza con el tramo anterior y nos permite un radio mas pequeño. Si se hace hacia el norte nos permite aumentar el radio favorablemente haciéndolo más grande.



Ilustración 7: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

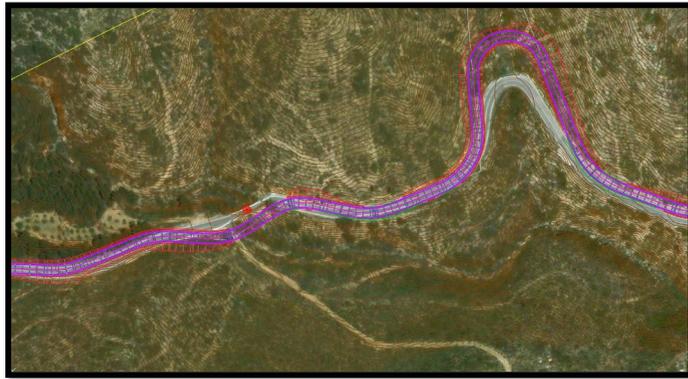


Ilustración 8: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

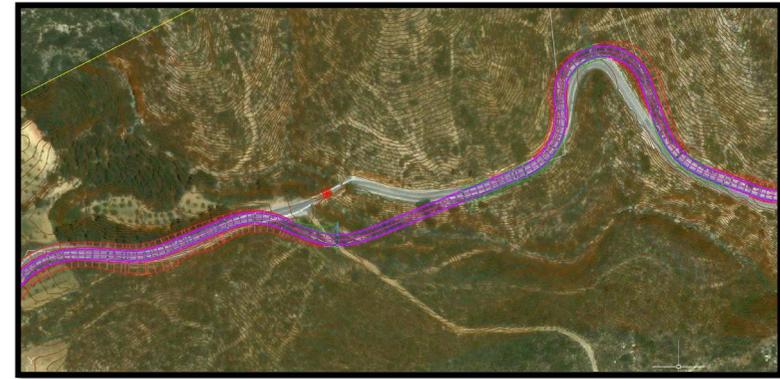
La salida de la misma dependerá de la ubicación del puente con el que va a enlazar.

Para el estrechamiento está claro que hay que hacer una modificación de una nueva estructura puesto que se cuenta con una sección sobre la que poder ejecutar el ancho de plataforma que se quiere ubicar en todo el trazado. Como se ha explicado en otros documentos de este estudio existe la necesidad de una estructura nueva con las características definidas en el apartado correspondiente del anejo nº 8 estudio de alternativas.

Para su ubicación se estudia en primer lugar ejecutarlo de manera paralela al actual, pero eso no solucionaría los problemas de trazado existentes derivados de la curva de entrada en sentido directo de radio muy pequeño y que genera problemas de coordinación.



Il·lustració 9: Alternativa de trazado en puente. Fuente: Elaboración propia.



Il·lustració 11: Alternativa de trazado en puente. Fuente: Elaboración propia.

Se opta por desplazar el puente para dotar de mas espacio para esta curva desplazándolo hacia el norte aunque esto aumenta el tamaño de la estructura. Desplazando el puente hacia arriba se puede generar una curva con mejores condiciones pero supone una afección muy grande a la montaña mediante desmontes y sigue siendo un problema para enlazar con la curva anterior.

De estas 3 opciones se selecciona la nº 3 puesto que es la que permite radios mas grandes y no genera llegadas al puente de manera tan cerrada con radios reducidos, además el espacio de desarrollo para las curvas en los otros casos es menor y no tiene solución ningún radio con dotoides o no se pueden coordinar adecuadamente con las curvas anteriores.



Il·lustració 10: Alternativa de trazado en puente. Fuente: Elaboración propia.

El resto del tramo presenta mejores condiciones ya que fue mejorado hace menos tiempo y por lo tanto son necesarias actuaciones en menor medida. De manera análoga a las curvas consecutivas que rodean al barranco de la cierva se modifican los radios de algunas de ellas desplazando el eje sobre la plataforma aprovechando así al máximo el firme existente para mejorar las condiciones de estas curvas y la coordinación de elementos garantizando que todas las curvas del tramo están coordinadas entre ellas según norma.

Por último, la curva nº 62 tiene un radio muy forzado porque tiene en su interior un talud en roca que obliga a modificar la traza. Esto se soluciona aumentando su radio y aprovechando que por el exterior de la calzada existe terreno a la misma cota suficiente para no generar grandes movimientos de tierra y modificando la curva anterior para tener una transición más homogénea ubicando en salida una recta que facilita el movimiento de la curva.

Desplazándolo hacia el sur se aumenta la longitud de la estructura, pero supone deshacerse del problema del enlace de las dos curvas anteriores, y genera las mejores condiciones de trazado que en salida se pueden enlazar con dos curvas de radios 60 y 80 y escalonarlas así con el resto del trazado a continuación que son de radios superiores.

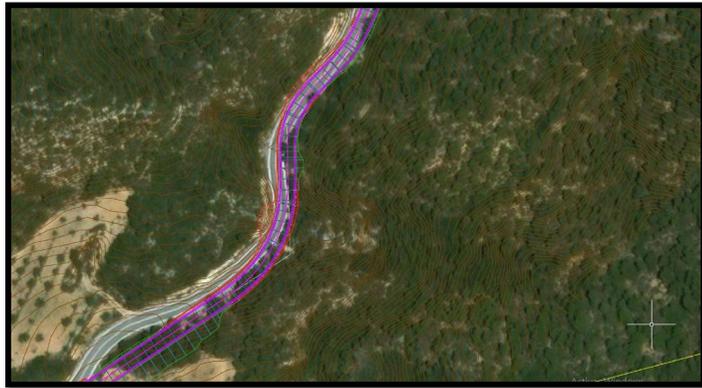


Ilustración 12: Alternativa de trazado en curva. Fuente: Elaboración propia.

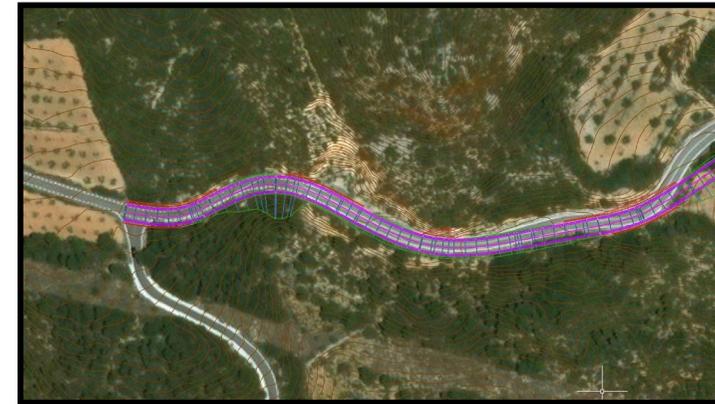


Ilustración 14: Alternativa de trazado en tramo final. Fuente: Elaboración propia.

De manera análoga se repite esta acción dos veces en los que vamos a reducir el trazado a dos curvas con dos rectas intermedias, estas curvas se aumenta el radio lo máximo posible para coordinarlas adecuadamente con las rectas entre ellas y enlazamos con el tramo final.

Por otro lado, se propone continuar el trazado en recto y desviar el trazado por abajo del actual, lo que genera una cantidad de movimiento de tierras en terraplén suficientemente elevada como para descartarla.



Ilustración 13: Alternativa de trazado. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 15: Alternativa de trazado en tramo final. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a el tramo final, debido al escaso espacio de desarrollo con el que se cuenta y que ya se va a mejorar aumentando su sección se estudia dejarlo en paralelo al trazado existente con la nueva plataforma porque se considera que ya mejora las condiciones y simplemente se aumentan un poco los radios y se añaden curvas de transición para que este escalonado con los radios más reducidos con los que se va a encontrar a continuación.

Finalmente se opta por dejar la traza en su ubicación actual y simplemente aumentar su calzada para generar un trazado más de transición por criterio de homogeneidad con el resto de la carretera cv-425 con la que enlaza.



### 3. Bibliografía

-Norma 3.1IC-Trazado, de la Instrucción de Carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).

## ANEJO N<sup>o</sup>7. ESTIMACIÓN ECONÓMICA

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1. Descripción de valoración económica.....	3
2. Relación de capítulos.....	3
Alternativa 1: .....	3
Alternativa 2: .....	5
3. Valoración económica.....	6
3.1 Alternativa 1 .....	6
3.2 Alternativa 2 .....	10
4. Presupuesto de ejecución material.....	13
4.1 Alternativa 1 .....	13
4.2 Alternativa 2 .....	13
5. Bibliografía .....	14

## 1. Descripción de valoración económica.

El objetivo del presente documento es detallar el cálculo completo de la valoración económica total de cada una de las alternativas planteadas.

Para realizar el cálculo de la estimación económica, se han organizado las unidades de obra en distintos capítulos. Para dichas unidades de obra, se obtiene su importe como el producto de su precio unitario correspondiente y su medición. Una vez conocido el importe de cada unidad de obra, se obtienen los importes de cada uno de los capítulos como el sumatorio de los importes de cada una de las unidades de obra que lo componen.

Finalmente, el presupuesto de ejecución material será el resultado de sumar el importe de cada uno de los capítulos, al cual se le aplicarán los porcentajes de beneficios industriales y gastos generales, así como el Iva con el objetivo de obtener el presupuesto base de licitación final.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Se considerarán costes directos, la mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra, los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución, los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra y los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

## 2. Relación de capítulos.

### Alternativa 1:

Se ha organizado el desarrollo completo de la obra en los siguientes capítulos y unidades de Obra:

#### 1. Actuaciones previas

- **U001:** Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destocoado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **U002:** Tala y transporte de árbol de gran porte i/ eliminación del tocón restante, carga y transporte de material a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **U003:** Desmontaje de señalización vertical, con martillo neumático incluso carga manual sobre camión o contenedor y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.

- **U004:** Levantamiento de barrera metálica bionda i/ desmontaje, arranque de postes, demolición desescombro, carga y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **U005:** Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **U006:** Demolición de pequeñas obras de fábrica, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.

#### 2. Movimiento de Tierras

- **U007:** Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, deposito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los canones de ocupación.
- **U008:** Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y enfondo de desmote i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie.
- **U009:** Excavación en desmote en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refinado de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.
- **U010:** Terraplén, relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refinado de taludes totalmente terminado.
- **U011:** Excavación en desmote en roca con empleo de explosivos, i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.

### 3. Firmes y pavimentos

- **UO12:** Suelo-cemento fabricado en central i/ transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento.
- **UO13:** Emulsión c60b3 adh en riegos de adherencia o c60b3 cur en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.
- **UO14:** Mezcla bituminosa en caliente tipo ac16 surf d (d-12 rodadura), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.
- **UO15:** Betún asfáltico en mezclas bituminosas b70/100.
- **UO16:** Polvo mineral o carbonato (tricalsa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.
- **UO17:** Sellado de grietas y fisuras en pavimentos bituminosos con betún altamente modificado PROBIJUNT-GR o similar, incluso soplado y calentado de las mismas. Totalmente terminado.
- **UO18:** Fresado por medios mecánicos de firme existente, incluso carga y transporte de material a vertedero o lugar de empleo, barrido y limpieza.
- **UO19:** Doble tratamiento superficial, con emulsión asfáltica c65b4 trg y dotación 1,10 kg/m<sup>2</sup> y 0,80 kg/m<sup>2</sup> con áridos 6/3 y 12/6 i/ extensión, compactación, limpieza y barrido.

### 4. Obras de drenaje

- **UO19:** Cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 60 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.
- **UO20:** Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural hne-20 de 10 cm de espesor y diámetro 800 mm clase 180 (une-en 1916) con unión elástica y junta de goma i/ suministro, transporte a obra y colocación.
- **UO21:** Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 para berma montable, sellado, acabado y juntas.
- **UO22:** Hormigón en masa tipo HM-20, en formación de arquetas, bajantes, embocaduras y pozos de registro (tanto in situ como prefabricados) i/ encofrado y fratasado, acabados, juntas, cerco y tapa.

### 5. Señalización

- **UO23:** Marca vial de pintura blanca reflectante, tipoacrílica, en símbolos y cebreados.
- **UO24:** Marca vial de tipo ii (rr), de pintura reflectante, tipo acrílica en base agua autorreticulable, de 10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada).
- **UO25:** Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO26:** Señal circular de 90 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO27:** Señal cuadrada de 90 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO28:** Señal octogonal con doble apotema de 90 cm, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte.

### 6. Balizamiento y defensas

- **UO29:** Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 m o inferior, índice de severidad incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, transporte y instalación.
- **UO30:** Hito de arista (de 155 cm) tipo i (para carretera convencional), retrorreflectancia de clase ra2, totalmente colocado.
- **UO31:** Panel direccional de 80x40 cm y clase ra2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.
- **UO32:** Panel direccional doble de 80x40 cm y clase ra2 I/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.
- **UO33:** Panel direccional triple de 80x40 cm y clase ra2 I/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.

### 7. Balizamiento y defensas

- **UO34:** Estudio de seguridad y salud valorado en un 2% del PEM.

## Alternativa 2:

Se ha organizado el desarrollo completo de la obra en los siguientes capítulos:

### 1. Actuaciones previas

- **UO01:** Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **UO02:** Tala y transporte de árbol de gran porte i/ eliminación del tocón restante, carga y transporte de material a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **UO03:** Desmontaje de señalización vertical, con martillo neumático incluso carga manual sobre camión o contenedor y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **UO04:** Levantamiento de barrera metálica bionda i/ desmontaje, arranque de postes, demolición desescombros, carga y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **UO05:** Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, desescombros, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.
- **UO06:** Demolición de pequeñas obras de fábrica, desescombros, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.

### 2. Movimiento de Tierras

- **UO07:** Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los canones de ocupación.
- **UO08:** Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y enfondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie.
- **UO09:** Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas,

refinado de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.

- **UO10:** Terraplén, relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refinado de taludes totalmente terminado.
- **UO11:** Excavación en desmonte en roca con empleo de explosivos, i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.

### 3. Firmes y pavimentos

- **UO12:** Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico.
- **UO13:** Suelo-cemento fabricado en central i/ transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento.
- **UO14:** Emulsión c60b3 adh en riegos de adherencia o c60b3 cur en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.
- **UO15:** Mezcla bituminosa en caliente tipo ac16 surf d (d-12 rodadura), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.
- **UO16:** Betún asfáltico en mezclas bituminosas b70/100.
- **UO17:** Polvo mineral o carbonato (tricalca o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.
- **UO18:** Sellado de grietas y fisuras en pavimentos bituminosos con betún altamente modificado PROBIJUNT-GR o similar, incluso soplado y calentado de las mismas. Totalmente terminado.

### 4. Obras de drenaje

- **UO19:** Cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 60 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.
- **UO20:** Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural hne-20 de 10 cm de espesor y diámetro 800 mm clase 180 (une-en 1916)

con unión elástica y junta de goma i/ suministro, transporte a obra y colocación.

- **UO21:** Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 para berma montable, sellado, acabado y juntas.
- **UO22:** Hormigón en masa tipo HM-20, en formación de arquetas, bajantes, embocaduras y pozos de registro (tanto in situ como prefabricados) i/encofrado y fratasado, acabados, juntas, cerco y tapa.

### 5. Señalización

- **UO23:** Marca vial de pintura blanca reflectante, tipoacrílica, en símbolos y cebreados.
- **UO24:** Marca vial de tipo ii (rr), de pintura reflectante, tipo acrílica en base agua autorreticulable, de 10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada).
- **UO25:** Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO26:** Señal circular de 90 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO27:** Señal cuadrada de 90 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.
- **UO28:** Señal octogonal con doble apotema de 90 cm, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte.

### 6. Balizamiento y defensas

- **UO29:** Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 m o inferior, índice de severidad incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, transporte y instalación.
- **UO30:** Hito de arista (de 155 cm) tipo i (para carretera convencional), retrorreflectancia de clase ra2, totalmente colocado.
- **UO31:** Panel direccional de 80x40 cm y clase ra2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.

- **UO32:** Panel direccional doble de 80x40 cm y clase ra2 I/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.

### 7. Estructura

- **UO33:** Ampliación de campaña geotécnica valorada en 2,5% del PEM.
- **UO34:** Estructura prefabricada de hormigón, puente sobre barranco del fraile de 85 m de luz y 7m de vano.

### 8. Estructura

- **UO35:** Estudio de seguridad y salud valorado en un 2% del PEM.

### 3. Valoración económica

Para la valoración económica se utilizan los listados de precios de base del ministerio de fomento en la ORDEN CIRCULAR 37/2016 del año 2016 BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, obteniendo los siguientes desgloses completos de cuadros de precios:

#### 3.1 Alternativa 1

Código	Ud	Descripción	Precio unitario	Medición	Importe
Capítulo 1: Trabajos previos					
U001	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	0,58	10418,65	6042,817
U002	ud	Tala y transporte de árbol de gran porte i/ eliminación del tocón restante, carga y transporte de material a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	47,28	47	2222,16
U003	ud	Desmontaje de señalización vertical, con martillo neumático incluso carga manual sobre camión o contenedor y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	3,48	13	45,24

UO04	m	Levantamiento de barrera metálica bionda i/ desmontaje, arranque de postes, demolición desescombro, carga y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	4,67	682	3184,94	UO10	m3	Terraplén, relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes totalmente terminado.	1,09	3779,79	4119,9711
UO05	m2	Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	3,85	1083,71	4172,2835	UO11	m3	Excavación en desmonte en roca con empleo de explosivos, i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.	5,73	8515	48790,95
UO06	m3	Demolición de pequeñas obras de fabrica, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	7,48	48	359,04	Capítulo 2: Movimientos de tierras					
UO07	m3	Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, deposito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los canones de ocupación.	1,98	3468,038	6866,71524	Capítulo 3: Firmes y Pavimentos					
UO08	m3	Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y enfondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie.	6,67	8429,68	56225,9656	UO12	m3	Suelo-cemento fabricado en central i/ transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento.	21,81	2146,92	46824,3252
UO09	m3	Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refino de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.	1,95	18783,0622	36626,9713	UO13	T	Emulsión c60b3 adh en riegos de adherencia o c60b3 cur en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.	369,7	0,649	239,9353
						UO14	T	Mezcla bituminosa en caliente tipo ac16 surf d (d-12 rodadura), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	26,52	1062,375	28174,185
						UO15	T	Betún asfáltico en mezclas bituminosas b70/100.	450	47,806875	21513,0938

UO16	T	Polvo mineral o carbonato (tricalsa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.	49,27	57,36825	2826,53368	UO23	m3	Hormigón en masa tipo HM-20, en formación de arquetas, bajantes, embocaduras y pozos de registro (tanto in situ como prefabricados) i/ encofrado y fratasado, acabados, juntas, cerco y tapa.	147,69	36	5316,84
UO17	mlineal	Sellado de grietas y fisuras en pavimentos bituminosos con betún altamente modificado PROBIJUNT-GR o similar, incluso soplado y calentado de las mismas. Totalmente terminado.	1,56	232	361,92	Capítulo 5: Señalización					
UO18	m2	Fresado por medios mecánicos de firme existient, incluso carga y transporte de material a vertedero o lugar de empleo, barrido y limpieza.	0,51	3358,07	1712,6157	UO24	m2	Marca vial de pintura blanca reflectante, tipoacrílica, en símbolos y cebreados.	2,23	20	44,6
UO19	T	Doble tratamiento superficial, con emulsión asfáltica c65b4 trg y dotación 1,10 kg/m <sup>2</sup> y 0,80 kg/m <sup>2</sup> con áridos 6/3 y 12/6 i/ extensión, compactación, limpieza y barrido.	1,87	417,5	780,725	UO25	m	Marca vial de tipo ii (rr), de pintura reflectante, tipo acrílica en base agua autorreticulable, de10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada).	0,75	3339	2504,25
Capítulo 4: Obras de drenaje											
UO20	mlineal	Cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 60 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.	37,5	2020	75750	UO26	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	168	19	3192
UO21	ud	Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural hne-20 de 10 cm de espesor y diámetro 800 mm clase 180 (une-en 1916) con unión elástica y junta de goma i/ suministro, transporte a obra y colocación	47,5	14	665	UO27	ud	Señal circular de 90 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	195	13	2535
UO22	m3	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 para berma montable, sellado, acabado y juntas.	95,1	74,1	7046,91	UO28	ud	Señal cuadrada de 90 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	162	6	972
						UO29	ud	Señal octogonal con doble apotema de 90 cm, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte.	155	1	155

Capítulo 6: Balizamiento y defensas					
UO30	m	Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 m o inferior, índice de severidad incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, transporte y instalación.	32	733	23456
UO31	ud	Hito de arista (de 155 cm) tipo i (para carretera convencional), retrorreflectancia de clase ra2, totalmente colocado.	14,91	130	1938,3
UO32	ud	Panel direccional de 80x40 cm y clase ra2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	94	65	6110
UO33	ud	Panel direccional doble de 80x40 cm y clase ra2 l/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	150	5	750
UO34	ud	Panel direccional triple de 80x40 cm y clase ra2 l/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	206	1	206
Capítulo 7: Estudio de seguridad y salud					
UO35	Ud	Estudio de seguridad y salud valorado en un 2% del PEM.	7943,48	1	7943,48
TOTAL (€)					409675,767

### 3.2 Alternativa 2

Código	Ud	Descripción	Precio unitario	Medición	Importe
Capítulo 1: Trabajos previos					
UO01	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	0,58	23918,65	13872,817
UO02	ud	Tala y transporte de árbol de gran porte i/ eliminación del tocón restante, carga y transporte de material a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	47,28	127	6004,56
UO03	ud	Desmontaje de señalización vertical, con martillo neumático incluso carga manual sobre camión o contenedor y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	3,48	13	45,24
UO04	m	Levantamiento de barrera metálica bionda i/ desmontaje, arranque de postes, demolición desescombros, carga y transporte de materia a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	4,67	2282	10656,94
UO05	m2	Demolición de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, desescombros, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	3,85	8116,71	31249,3335
UO06	m3	Demolición de pequeñas obras de fábrica, desescombros, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.	7,48	129,6	969,408

Capítulo 2: Movimientos de tierras					
UO07	m3	Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los canones de ocupación.	1,98	8518,038	16865,7152
UO08	m3	Suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para formación de explanada en coronación de terraplén y enfondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie.	6,67	10529,68	70232,9656
UO09	m3	Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refinado de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.	1,95	48394,0622	94368,4213
UO10	m3	Terraplén, relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refinado de taludes totalmente terminado.	1,09	26381,79	28756,1511
UO11	m3	Excavación en desmonte en roca con empleo de explosivos, i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.	5,73	77607	444688,11

Capítulo 3: Firmes y Pavimentos					
UO12	m3	Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico.	18,19	1575	28649,25
UO13	m3	Suelo-cemento fabricado en central i/ transporte, extendido, compactación, prefisuración y preparación de la superficie de asiento.	21,81	2146,92	46824,3252
UO14	T	Emulsión c60b3 adh en riegos de adherencia o c60b3 cur en riegos de curado i/ el barrido y la preparación de la superficie, totalmente terminado.	369,7	2,4013	887,76061
UO15	T	Mezcla bituminosa en caliente tipo ac16 surf d (d-12 rodadura), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.	26,52	4299,375	114019,425
UO16	T	Betún asfáltico en mezclas bituminosas b70/100.	450	193,471875	87062,3438
UO17	T	Polvo mineral o carbonato (tricalsa o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.	49,27	232,16625	11438,8311
UO18	mlineal	Sellado de grietas y fisuras en pavimentos bituminosos con betún altamente modificado PROBIJUNT-GR o similar, incluso soplado y calentado de las mismas. Totalmente terminado.	1,56	232	361,92

Capítulo 4: Obras de drenaje					
UO19	mlineal	Cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 60 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.	37,5	4220	158250
UO20	ud	Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural hne-20 de 10 cm de espesor y diámetro 800 mm clase 180 (une-en 1916) con unión elástica y junta de goma i/ suministro, transporte a obra y colocación	47,5	34	1615
UO21	m3	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 para berma montable, sellado, acabado y juntas.	95,1	57,32	5451,132
UO22	m3	Hormigón en masa tipo HM-20, en formación de arquetas, bajantes, embocaduras y pozos de registro (tanto in situ como prefabricados) i/ encofrado y fratasado, acabados, juntas, cerco y tapa.	147,69	97,2	14355,468
Capítulo 5: Señalización					
UO23	m2	Marca vial de pintura blanca reflectante, tipoacrílica, en símbolos y cebreados.	2,23	26	57,98
UO24	m	Marca vial de tipo ii (rr), de pintura reflectante, tipo acrílica en base agua autorreticulable, de10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y premarcaje (medida la longitud realmente pintada).	0,75	14439	10829,25
UO25	ud	Señal triangular de 135 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2,colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	168	15	2520

UO26	ud	Señal circular de 90 cm de diámetro, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	195	11	2145
UO27	ud	Señal cuadrada de 90 cm de lado, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.	162	11	1782
UO28	ud	Señal octogonal con doble apotema de 90 cm, retrorreflectante de clase ra2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte.	155	1	155
Capítulo 6: Balizamiento y defensas					
UO29	m	Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 m o inferior, índice de severidad incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, transporte y instalación.	32	3433	109856
UO30	ud	Hito de arista (de 155 cm) tipo i (para carretera convencional), retrorreflectancia de clase ra2, totalmente colocado.	14,91	130	1938,3
UO31	ud	Panel direccional de 80x40 cm y clase ra2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	94	45	4230
UO32	ud	Panel direccional doble de 80x40 cm y clase ra2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	150	3	450

Capítulo 7: Estructura					
UO33	Ud	Ampliación de campaña geotécnica valorada en 2,5% del PEM	51289,71	1	51289,71
UO34	m2	Estructura prefabricada de hormigón, puente sobre barranco del fraile de 85 m de luz y 7m de vano.	1000	731	731.000
Capítulo 8: Estudio de seguridad y salud					
UO35	Ud	Estudio de seguridad y salud valorado en un 2% del PEM.	41,031.77	1	41031.77
TOTAL (€)					2165015,13

#### 4. Presupuesto de ejecución material

##### 4.1 Alternativa 1

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	16026.4805 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	152630.573 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	102433.334 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	88778.75 €
CAPITULO 5: Señalización.....	8151.85 €
CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	32460.30 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	7943.48 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>409,675.76 €</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS NUEVE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS € (409,675.76)

##### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	53,257.84 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	24,580.54 €
<b>TOTAL .....</b>	<b>487,514.14 €</b>

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS CON CATORCE CENTIMOS (487,514.14 €)

##### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	102,377.97 €
<b>TOTAL .....</b>	<b>589,892.11 €</b>

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON ONCE CENTIMOS (583,329.03 €)

##### 4.2 Alternativa 2

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	62,798.29 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	654,911.36 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	289,243.85 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	179,671.60 €
CAPITULO 5: Señalización.....	17,489.23 €
CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	116,474.30 €
CAPITULO 7: Estructura.....	782,289.71 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	41,031.77 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>2,143,910.11 €</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS DIEZ EUROS CON ONCE CENTIMOS (2,143,910.11 €)

##### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	278,708.31 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	128,634.60 €
<b>TOTAL .....</b>	<b>2,551,253.02 €</b>

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de DOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON DOS CENTIMOS (2,551,253.02 €)

##### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	535,753.02 €
<b>TOTAL .....</b>	<b>3,087,016.15 €</b>

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de TRES MILLONES OCHENTA Y SIETE MIL DIECISEIS EUROS CON QUINCE CENTIMOS (3,792,717.67 €)

## 5. Bibliografía

-ORDEN CIRCULAR 37/2016 año 2016 BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

## ANEJO N°8. ESTUDIO DE SOLUCIONES.

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge  
TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	2
2.1. ALTERNATIVA 1.....	2
2.2. ALTERNATIVA 2.....	8
3. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS .....	13
4. ANALISIS MULTICRITERIO.....	13
5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCION ADOPTADA .....	15
Apéndice 1: Listados de alineaciones alternativa 1.....	16
Apéndice 2: Listados de alineaciones alternativa 2.....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio consiste en el desarrollo de la metodología seguida para la elección de la alternativa final de mejora de entre las alternativas posibles planteadas para el diseño de mejora y acondicionamiento de la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia).

El estudio se basa en la descripción y desarrollo de las distintas propuestas de mejora, para el posterior análisis de la ejecución de las mismas en relación con los condicionantes por ubicación, factores ambientales y económicos, así como, en menor medida, Dificultad técnica, funcionalidad y estética.

Para ello se plantean las soluciones viables, y se analizan mediante un análisis multicriterio que consiste en la aplicación de un sistema de valoración técnico – ponderado para adoptar la solución que más se ajuste a las necesidades planteadas para la ejecución del proyecto de mejora y acondicionamiento de la carretera CV-425.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para el estudio de las propuestas de mejora es necesario conocer los condicionantes que se han tenido en cuenta para el diseño de las mismas, con el objetivo de generar el menor impacto ambiental posible, así como el menor coste económico:

- En la medida de lo posible se intentará conservar trazado existente. En caso de no poder evitar el cambio de trazado, se procurará que el nuevo trazado suponga el menor volumen posible de movimiento de tierras.

- La zona de estudio, al tratarse de una zona ambientalmente protegida, presenta unas condiciones que limitan en gran medida la posibilidad de adecuar el trazado a las condiciones impuestas por la Norma 3.1-IC.

- El recorrido actual presenta un trazado complejo en planta, con numerosas alineaciones curvas que presentan problemas de coordinación, que además se encuentra muy condicionado por la topografía de la zona, por tanto, se considerarán actuaciones que aun no llegando a cumplir la norma suponen una mejora sensible de las condiciones.

Se adjuntan en el documento de planos, todos los planos necesarios de tal forma que las dos alternativas queden totalmente definidas de manera clara y expositiva.

### 2.1. ALTERNATIVA 1

Como ya se ha mencionado previamente, el tramo objeto de estudio se caracteriza por tener un trazado muy condicionado por la orografía de la zona, en la que los taludes y desniveles adquieren gran protagonismo, lo que supone una dificultad añadida a la hora

de cambiar el trazado sin realizar modificaciones importantes en cuanto a movimiento de tierras.

Por tanto, debido al escaso número de vehículos diarios que refleja el estudio de tráfico, se descarta para esta alternativa realizar cambios geométricos significativos en el trazado debido al impacto económico que supondría en comparación con la IMD del tramo, y se prioriza la mejora del tramo mediante actuaciones complementarias.

Así pues, las propuestas de esta alternativa consisten en una serie de actuaciones en las que se prioriza la mejora de la señalización, balizamiento, márgenes y sistemas de contención, actuando sobre el trazado únicamente en ciertos puntos para modificar su sección transversal y añadir un sobreebanco en ciertas curvas.

De este modo la alternativa se puede describir mediante las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la sección transversal entre los PKs (00+000 y 00+950) y (04+557 y 04+641).
- Sobredimensionamiento en las curvas nº34 y 36 (Pks 02+713-02+763) y nº50 y 52 (Pks 03+142-03+202).
- Tratamientos de refuerzo al firme entre los PKs (01+135 y 03+206).
- Confección de bermas de despeje que garanticen visibilidad.
- Reemplazo de sistemas de contención en deterioro y defectos de instalación.
- Instalación de Balizamiento y señalización vertical localizada.
- Valoración económica.

#### 2.1.1 Sección transversal nueva

Los cambios de la sección transversal se basan en la ejecución de una nueva sección de características mínimas exigidas por norma, con dos carriles de 3 m de ancho con 0.5 m de arcén por criterios de coordinación con el resto del tramo.

Dichos cambios se van a aplicar en los dos tramos siguientes:

- El tramo inicial comprendido entre los PKs (00+000 y 00+950).
- El tramo final, entre los PKs (04+557 y 04+641).

Dichos tramos cuentan actualmente con una sección estrecha de 4, 25 m de ancho sin arcén durante una longitud total de 1034 m, equivalente a un 22,30 % de la longitud total tramo, lo que supone una mejora considerable de las condiciones actuales una vez ejecutada la nueva sección.

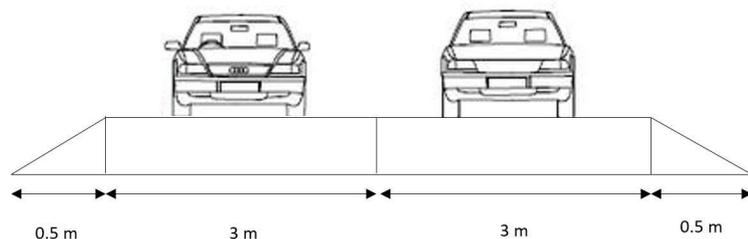


Ilustración 1: Sección transversal nueva. Fuente: Elaboración propia.

Para esta nueva sección, dado que actualmente se cuenta con un ancho inferior al que se va a instalar, será necesario conformar una ampliación de la calzada mediante un firme nuevo, enrasando la capa de rodadura por encima del firme existente actual. De manera análoga se extenderá el paquete de firme nuevo hasta los arcnos.

En el catálogo de explanadas de la normativa se encuentran las distintas explanadas y paquetes de firme en función de la categoría de tráfico pesado y del material subyacente.

En el anejo 5 diseño de firme se desarrolla el proceso completo de selección de firme por el cual se establece el siguiente paquete de firme para nueva ejecución:

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
	Riego de Curado	C60B3 CUR
	Suelocemento	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	45

Ilustración 2: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.2 Tratamiento sobre firme actual

El objetivo de la rehabilitación o renovación superficial es mejorar las características superficiales del pavimento, adecuándose a las necesidades funcionales y de durabilidad de este.

Cuando no sea necesaria una rehabilitación estructural pero el estado superficial del pavimento presente deficiencias que afectan a la seguridad de la circulación, a la comodidad del usuario, la rehabilitación superficial de un tramo de carretera se justifica si se produce alguno de los supuestos establecidos en la norma, de entre los cuales el tramo objeto de estudio presenta los siguientes:

- Pavimento deformado longitudinal o transversalmente, con una regularidad superficial inadecuada.
- Pavimento fisurado, descarnado o en proceso de desintegración superficial.

Para solucionar los problemas presentes en el firme se propone la combinación de dos actuaciones:

- **Tratamiento de regularidad superficial:**

Para corregir deficiencias de regularidad superficial en cualquier sobre pavimento, se utilizarán técnicas de eliminación (mediante cepillado o fresado), en combinación con un posterior recrecimiento, de modo que tras rebajar las irregularidades se establezca una capa de 5 cm de regularización por encima mediante un doble tratamiento superficial, con emulsión asfáltica c65b4 trg, con su adecuada extensión, compactación, limpieza y barrido.

Cuando, realizada la separación en tramos que necesitan tratamiento dentro del trazado existan tramos cortos (inferiores a 200 m) que no precisen rehabilitación estructural ni superficial, pero estén comprendidos entre dos contiguos que sí la necesitan, será conveniente dar continuidad a la superficie de rodadura, por criterios de uniformidad funcional.

Se va a realizar dicha actuación sobre los tramos comprendidos entre los siguientes Pks:

Tramo	PK inicial	PK Final	superficie (m2)
1	1+950	2+170	1320
2	2+750	2+975	1350
3	3+240	3+370	780
4	3+425	3+600	1050
Total			4500

Tabla 1: Secciones de tratamiento superficial. Fuente: Elaboración propia.

- **Tratamiento de sellado de grietas:**

El sellado de grietas en pavimentos bituminosos es una operación habitual de conservación en las que se sellarán siempre que la longitud de sellado sea inferior a 3 km por kilómetro de calzada, incluso aunque este previsto un recrecimiento en dichas zonas.

En el caso de que la longitud de sellado en el tramo fuera superior a los 3 km por kilómetro de calzada, se realizará un estudio especial para determinar sus causas y su previsible evolución, con objeto de decidir si técnica y económicamente es aconsejable sellar o es necesaria la eliminación y reposición de la capa objeto de estudio.

Para el caso del tramo objeto de estudio se cuenta con 6 tramos del trazado que presentan mayores problemas en el firme, siendo en cualquier caso una longitud total inferior a los 3 km.

Tramo	PK inicial	PK Final	Longitud fisuras (m)
1	1+345	1+490	28
2	1+700	1+775	33
3	1+865	1+960	36
4	2+366	2+738	22
5	2+905	3+050	41
6	3+068	3+206	72
Total			232

Tabla 2: Secciones de sellado de grietas. Fuente: Elaboración propia.

A efectos de los criterios establecidos en la NOTA DE SERVICIO 2/2015 SOBRE EL SELLADO DE GRIETAS EN PAVIMENTOS BITUMINOSOS del ministerio de fomento, todos los tramos establecidos como necesarios de recibir el tratamiento de sellado se consideran de una densidad moderada.

Longitud de rotura por cada 100 m de sección de pavimento	Densidad de grietas
< 10 m	Baja
De 10 m a 135 m	Moderada
>135 m	Alta

Tabla 3: Densidad de grietas a sellar. Fuente: Nota de servicio 2/2015.

Se aplicará la ejecución del sellado de grietas siguiendo las siguientes operaciones:

- Delimitación y marcado de las grietas objeto de tratamiento.
- Limpieza de la grieta y calentado de sus bordes con lanza termo neumática.
- Aplicación en caliente del producto de sellado en espesor no inferior a 3 mm. La aplicación del mismo se producirá mediante el uso de un dispositivo mecánico tipo patín a lo largo de la grieta con el objetivo de formar una película estanca y continua entre sus bordes.

- Aplicación, con el sellado aún caliente, de un árido fino para su cobertura y protección, con el fin de conservar la adherencia con los neumáticos.

### 2.1.3 Sobreechanco en curvas

Adicionalmente, para las curvas nº34 y 36 (Pks 02+713-02+763) y nº50 y 52 (Pks 03+142-03+202) las cuales se encuentran colocadas en C de manera consecutiva y que cuentan con los radios más pequeños de todo el trazado, se propone una ampliación mediante la ejecución de un sobreechanco para mejorar las condiciones de giro en las mismas.

Según la norma, el ancho de los carriles en las curvas de carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (< 250 m) se estimará mediante la aplicación de procedimientos de simulación, teniendo en cuenta que dicho ancho se deberá incrementar en dichas curvas con una holgura tal que, al recorrer la trayectoria que defina el trazado en planta, tanto la esquina delantera exterior como la esquina trasera interior del vehículo patrón característico no estén a menos de cincuenta centímetros (< 50 cm) de los bordes de dicho carril con un mínimo absoluto de treinta centímetros ( $\geq 30$  cm).

En casos especialmente difíciles (como cuando no existe curva de acuerdo) podrá aceptarse que el veinticinco por ciento (25 %) de la transición se sitúe dentro de la propia curva circular.

La ampliación del ancho del carril por el sobreechanco en curvas se efectuará, en este caso, por el borde derecho del carril en el sentido de la marcha, de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.5 de la instrucción.

En curvas circulares en carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (< 250 m) y para vehículos rígidos, el ancho de cada carril (en metros) podrá ser estimado, de forma simplificada, mediante la expresión:

$$3,5 + \frac{l^2}{2 \cdot R}$$

Ecuación 1: Estimación de sobreechanco necesario. Fuente: Norma 3.1-1C.

Siendo:

R = Radio de la curva horizontal (m).

l = Longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m). (para este caso se toma turismo como vehículo patrón dados los datos obtenidos del estudio de tráfico; L=4.8 m)

Nº elemento	Radio (m)	longitud vehículo	sobreancho
34	17	4,8	0,67
36	18	4,8	0,64
50	12	4,8	0,96
52	15	4,8	0,768

Tabla 4: Sobreanchos necesarios en curva. Fuente: Elaboración propia.

Dado que se trata de elementos muy cercanos con recta intermedia por unificación de criterios se adoptar el mismo ancho, que, dado que además se trata de zonas sin arcén y radios reducidos, se va a establecer en 1 m para mayor seguridad.

### 2.1.4 Bermas de despeje

Como se ha mencionado en otros documentos de este estudio la continua existencia de taludes en el interior de diversas curvas generan a lo largo de todo el tramo problemas de visibilidad que suponen un peligro importante para la seguridad vial del recorrido.

Por ello tras realizar el análisis de visibilidad mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D, se han obtenido los puntos en los cuales será necesario realizar las siguientes bermas de despeje:

Despeje para visibilidad		
Nº de berma despeje	Nº de elemento	Ancho de berma necesario
1	6	2,25
2	10	2,5
3	20	1,75
4	26	2
5	38	2,5
6	42	3
7	46	3
8	48	2
9	54	2,5
10	66	3
11	84	3,5
12	90	3
13	94	2

Tabla 5: Bermas de despeje a ejecutar. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizadas las bermas de despeje, se confeccionará el nuevo talud desde el pie de la misma con una inclinación 2,5V:1H siguiendo indicaciones del estudio geotécnico.

### 2.1.5 Sistemas de contención

En cuanto a los sistemas de contención se va a reemplazar las barreras de contención actuales en los puntos en los que presentan defectos de instalación o que se encuentran en estado de deterioro, colocando en su lugar las barreras correspondientes según norma con los perfiles normativos actuales de cantos rodados en sentido de circulación.

Obtenemos así la siguiente distribución:

Nº tramo	Pk inicial	Pk final
1	2+700	2+779
2	2+860	2+940
3	2+965	3+030
4	3+100	3+200
5	3+400	3+430
6	3+700	3+810
7	3+820	3+980
8	4+095	4+115
9	4+550	4+641.08

Tabla 6: Tramos a sustituir barreras metálicas. Fuente: Elaboración propia.

Para establecer la disposición de barreras de seguridad metálicas (BSM) en la mediana se han seguido las recomendaciones incluidas en el apartado 4.4.2 de la O.C. 28/2009.

Nº DE CARRILES POR CALZADA	MAXIMA DISTANCIA (m) ENTRE EL BORDE DE LAS SUPERFICIES PAVIMENTADAS Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD METÁLICA PARALELA A ELLA					
	VELOCIDAD DE PROYECTO Vp (km/h)					
	50	60	70	90	100	120
1	1,5	2,8	4,5	7,5	11,0	16,8
2	0,5	0,5	1,0	4,0	7,5	13,3
3	0,5	0,5	0,5	0,5	4,0	9,8
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,3

Ilustración 3: Distancia máxima entre barrera y borde de la calzada. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.6 Señalización y Balizamiento

Siempre que sea factible, la señalización debe advertir de los posibles peligros, ordenar la circulación, recordar y proporcionar al usuario la información que precisa, siguiendo los principios básicos de la buena señalización: claridad, sencillez, uniformidad y continuidad.

Como se ha analizado en anteriores documentos de este estudio, el tramo objeto de estudio de análisis se caracteriza por la poca presencia de señalización vertical, lo que puede suponer un peligro potencial para un usuario no habitual de la carretera dadas las complicadas condiciones geométricas del trazado.

Por tanto, para la señalización vertical se propone conservar la señalización existente y añadir la nueva señalización que se cree necesaria siguiendo los siguientes criterios:

- Se colocarán las señales en el margen derecho de la plataforma, pudiendo también situarse en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha.
- Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P10b y P-10c.

Dicha señalización se resume completa en el siguiente cuadro:

Nº	Código	Sentido	Señal	PK	Tipo
1	R-1	Inverso		0+005	Existente
2	R-301	directo		2+060	Nueva
3	R-301	Inverso		2+060	Nueva
4	P-4	Inverso		0+200	Nueva
5	R-301	Inverso		2+200	Nueva
6	R-305	directo		0+300	Nueva

7	P-1	directo		0+930	Nueva
8	R-2	acceso		0+980	Nueva
9	R-301	acceso		0+980	Existente
10	P-1	inverso		1+100	Nueva
11	P-34	directo		1+200	Existente
12	R-305	directo		1+250	Nueva
13	P-14A	directo		1+310	Nueva
14	S-7	directo		1+310	Nueva
15	P-13B	directo		1+750	Nueva
16	S-7	directo		1+751	Nueva
17	P-13A	inverso		1+820	Nueva
18	S-7	inverso		1+821	Nueva
19	P-14B	inverso		1+150	Nueva
20	S-7	inverso		1+150	Nueva
21	R-301	ambos		2+200	Nueva
22	R-305	inverso		2+520	Nueva

23	P-13B	directo		2+710	Nueva
24	P-13A	inverso		2+755	Nueva
25	P-13B	directo		3+135	Nueva
26	P-13A	inverso		3+160	Nueva
27	P-17	directo		3+315	Existente
28	R-6	directo		3+370	Existente
29	P-13b	directo		3+370	Nueva
30	R-5	inverso		3+420	Existente
31	P-17	inverso		3+495	Existente
32	P-23	inverso		3+690	Existente
33	R-301	ambos		3+850	Nueva
34	P-13a	directo		4+240	Nueva
35	S-7	directo		4+241	Nueva
36	R-305	inverso		4+550	Nueva
37	P-1b	directo		4+615	Nueva

Tabla 7: Señalización a instalar. Fuente: Elaboración propia.

Se propone además, ante la inconsistencia de coordinación entre curvas, una correcta aplicación de los paneles de balizamiento vertical según las condiciones necesarias descritas en el anejo de auditoría de seguridad vial, realizando además la sustitución de cada uno de los paneles por los paneles de adecuadas dimensiones, suponiendo el siguiente desglose:

Nº curva	R (m)	Primer Panel	Pk (m)	Sentido
1	50	Doble	1+317.97	Directo
3	21	Simple	1+523.46	Directo
3	21	Simple	1+562.36	Opuesto

5	15	Doble	1+756.13	Directo
6	14	Simple	1+823.64	Opuesto
8	35	Simple	2+046.33	Directo
9	35	Doble	2+124.47	Opuesto
10	60	Simple	2+564.67	Directo
12	17	Simple	2+712.59	Directo
13	18	Simple	2+762.61	Opuesto
14	25	Simple	2+816.45	Opuesto
15	30	Simple	2+826.28	Directo
16	25	Simple	2+866.5	Directo
17	25	Simple	2+905.02	Directo
18	25	Simple	2+990.3	Opuesto
20	12	Simple	3+138.83	Directo
21	15	Simple	3+198.95	Opuesto
24	15	simple	3+373.00	Directo
28	30	Simple	3+584.39	Directo
28	30	Simple	3+621.19	Opuesto
32	80	Simple	3+737.53	Opuesto
38	40	Simple	4+210.10	Directo
39	35	Simple	4+286.17	Opuesto
41	50	Simple	4+341.90	Directo
42	30	Simple	4+416.92	Opuesto

Tabla 8: Paneles de balizamiento en curva necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente en los tramos rectos que no cuentan con sistema de contención se propone situar hitos de arista como refuerzo de balizamiento vertical en los laterales de la calzada cada 25 m.

Se adjuntan en el documento Planos, el despliegue de hojas de los planos descriptivos de señalización y balizamiento correspondientes a esta medida de actuación.

### 2.1.7 Valoración económica

Se ha realizado el cálculo de la estimación económica en el anejo nº7 de estimación económica, organizando las unidades de obra en distintos capítulos para las que se obtiene su importe como el producto de su precio unitario correspondiente y su medición. Una vez conocido el importe de cada unidad de obra, se han obtenido los importes de cada uno de los capítulos como el sumatorio de los importes de cada una de las unidades de obra que lo componen.

De este modo se ha obtenido el siguiente precio final para la alternativa:

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	16026.4805 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	152630.573 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	102433.334 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	88778.75 €
CAPITULO 5: Señalización.....	8151.85 €

CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	32460.30 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	7943.48 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....	409,675.76 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS NUEVE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SEIS € (409,675.76)

#### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	53,257.84 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	24,580.54 €
TOTAL .....	487,514.14 €

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS CON CATORCE CENTIMOS (487,514.14 €)

#### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	102,377.97 €
TOTAL .....	589,892.11 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON ONCE CENTIMOS (583,329.03 €)

## 2.2. ALTERNATIVA 2.

Para esta segunda alternativa de solución se propone, en contraste con la primera, efectuar un nuevo trazado que solucione en la medida de lo posible los graves problemas geométricos que presenta el tramo objeto de estudio a fecha de redacción del mismo.

Por tanto, pese al escaso número de vehículos diarios que refleja el estudio de tráfico, se estudia para esta alternativa realizar cambios geométricos significativos en el trazado como prioridad principal, manteniendo las actuaciones complementarias citadas en la alternativa previa en un segundo plano.

Así pues, las propuestas de esta alternativa consisten en una serie de actuaciones entre las que destaca principalmente la ejecución del nuevo trazado propuesto, así como las actuaciones derivadas del mismo, como son las nuevas secciones de firme o la nueva estructura dispuesta para salvar el barranco de la cierva. En cuanto a la señalización, balizamiento y márgenes se mantienen actuando únicamente en ciertos puntos para adaptarse a las condiciones del nuevo trazado.

De este modo las actuaciones se pueden clasificar en:

- Cambio de trazado a lo largo del tramo.
- Ejecución de nueva sección de firme.
- Ejecución de estructura sobre barranco de la cierva.
- Señalización y balizamiento.
- Bermas de despeje.
- Valoración económica.

### 2.2.1 Cambio de trazado

Dados los problemas en la geometría que presenta el trazado actual, tal y como se ha podido comprobar en el anejo de la auditoria de seguridad vial, se decide realizar una actuación directa sobre el trazado con la finalidad de mejorar considerablemente las condiciones del mismo. Para ello se han realizado cambios teniendo en cuenta la orografía existente y tratando de ajustarse lo máximo posible al trazado actual con el fin de ahorrar costes y no generar grandes movimientos de tierras.

Independientemente de los cambios producidos en el eje, los cuales se describirán a continuación, se va a ejecutar una nueva sección, de 3 m de ancho por carril y 0.5 m de ancho por arcén, uniformemente a lo largo de la toda la longitud del tramo objeto de estudio.

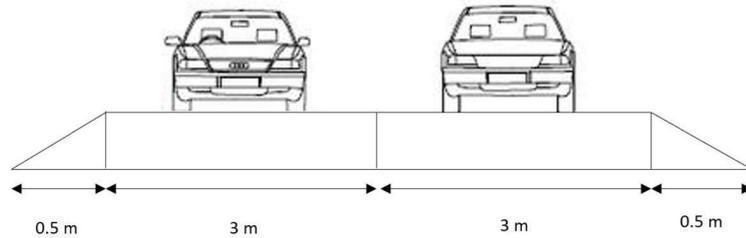


Ilustración 4: Sección transversal nueva. Fuente: Elaboración propia.

Para la ejecución de esta nueva sección será necesario conformar una ampliación de la calzada mediante un firme nuevo en aquellas zonas que conserven parte del trazado actual, enrasando la capa de rodadura por encima del firme existente actual, tal y como se indica en el anejo de diseño de firmes.

Para los tramos de nueva ejecución se efectuará desde 0 la nueva sección de firme completa según se describe en el anejo nº 5 de diseño de firme.

Para la elección del nuevo trazado se han estudiado las distintas alternativas de nuevo trazado en aquellos puntos de mayor conflicto del trazado actual en los que se necesitaba valorar las distintas afecciones al terreno, condiciones de seguridad y la economía que suponen cada cambio de trazado, escogiendo para el trazado final en cada caso particularizado la opción que mejor se ajuste a los condicionantes existentes.

Para algunos elementos concretos del trazado dadas las limitaciones existentes se ha considerado la opción de no intervención como mejor solución.



Ilustración 5: Alternativa de trazado. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 6: Trazado actual en curva. Fuente: Elaboración propia.

Todas estas modificaciones del trazado que han sido estudiadas de manera particularizada a cada caso dentro de los elementos que conforman el eje actual se recogen y desarrollan en el anejo nº7 de diseño de trazado geométrico.

La solución final para el nuevo trazado se recoge en los listados de alineaciones expuestos en el apéndice 2 del presente documento.

El nuevo trazado recoge 51 elementos afectados por los cambios en el trazado, lo que ha resultado en una reducción de 99 elementos a 71, y una reducción de la longitud del tramo de 17 m pasando de una longitud total de 4.641 Km a 4.624 Km.

Se han realizado cambios que afectan principalmente a un número amplio de curvas con el objetivo de realizar un trazado más suave, mediante el aumento de radios, la inclusión de clotoides simétricas y la coordinación de elementos consecutivos en términos de velocidad.

Además, se particularizan los puntos clave de mayor peligro en los que se han estudiado diversas opciones para mejorar sus condiciones, como son:

- La primera curva tras la extensa recta inicial.
- Las curvas consecutivas en C de radio reducido.
- El estrechamiento sobre el barranco de la cierva.

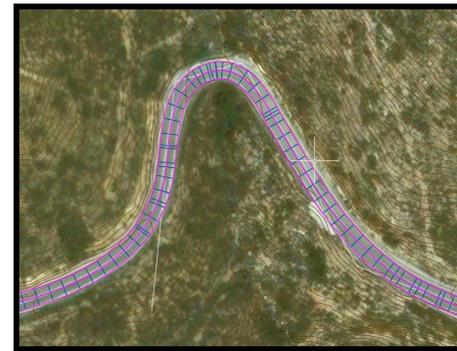


Ilustración 4: Trazado actual en curva. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 8: Alternativa de trazado. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Ejecución nueva sección de firme

La ampliación del tronco mediante la ejecución de la nueva sección, con dos carriles de 3 m de ancho con 0.5 m de arcén, supone la necesidad de establecer un nuevo paquete de firme a lo largo de todo el tramo, tanto para la ampliación de este como para los casos de nueva ejecución derivados del cambio de trazado.

Así pues, contamos con dos secciones de firme diseñadas para cada uno de los diferentes tramos en función de los materiales existentes a lo largo del trazado, tal y como se explica en el anejo nº5 diseño de firmes.

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de adherencia	C60B3 ADH
	Riego de Curado	C60B3 CUR
	Suelocemento	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	45

Ilustración 9: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

	Material	Espesor (cm)
Firme	AC16SURFD/ D12	5
	Riego de imprimación	C50BF4 IMP
	Zahorras artificiales	25
Explanada	Suelo Seleccionado (2)	55

Ilustración 10: Sección de firme nueva. Fuente: Elaboración propia.

Dichas secciones se van a aplicar en los siguientes tramos:

- El tramo inicial comprendido entre los PKs (00+000 y 00+950): Firme sobre suelo Tolerable con Explanada E1
- El tramo final, entre los PKs (04+557 y 04+641): Firme sobre suelo Tolerable con Explanada E1
- El tramo intermedio comprendido entre los Pks (00+950 y 04+557): Firme sobre Calizas y dolomías con Explanada E2.

### 2.2.3 Ejecución de estructura sobre barranco de la cierva.

Dadas las condiciones actuales de la sección que atraviesa el barranco de la cierva, será necesario aumentar considerablemente el ancho de la misma para eliminar el estrechamiento existente. Dicha ampliación de la sección no se puede realizar sobre el puente de arco existente actualmente.

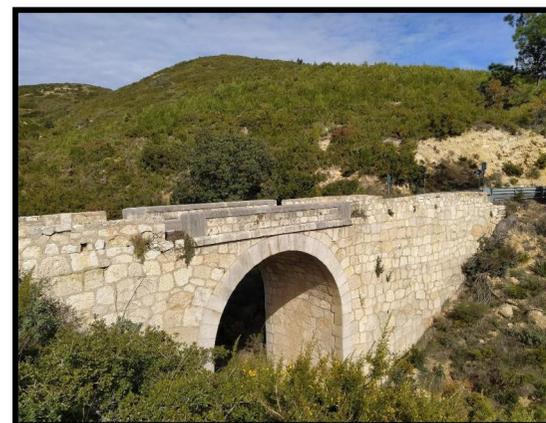


Ilustración 11: Estructura actual sobre barranco Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se propone establecer una nueva estructura paralela a la existente con capacidad suficiente para soportar la nueva sección, además de mejorar las condiciones de coordinación de los elementos del trazado consecutivos a la misma. La ubicación de la estructura condicionada por el trazado se describe en el anejo 6 de diseño geométrico del trazado.

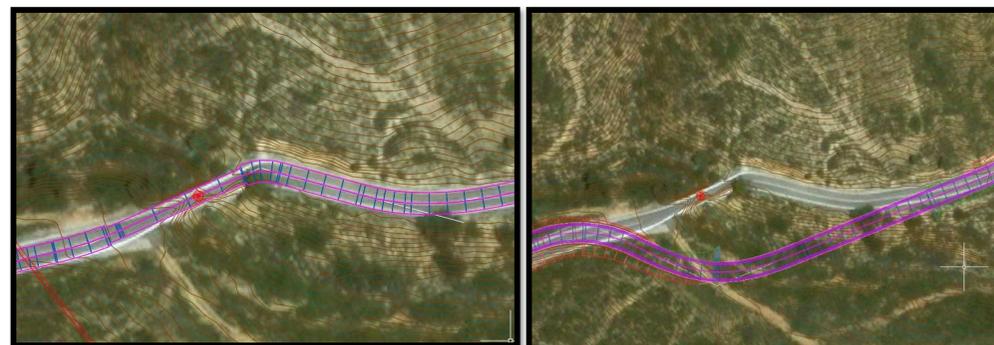


Ilustración 12: Trazado actual en curva. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Alternativa de trazado. Fuente: Elaboración propia.

El nuevo puente a situar, de 85 metros de vano, 8,6 metros de ancho y 7 metros de profundidad en el punto más profundo del barranco, consiste en una estructura prefabricada de hormigón armado de 3 vanos de misma longitud, 28,33 metros cada uno, con cargaderos actuando como estribos sobre cimentación directa siempre que la ampliación del estudio geotécnico no indique que bajo la roca existan estratos incompatibles con este tipo de cimentación.

Los apoyos a ejecutar consisten en dos fustes sobre cimentación directa y dintel en cada uno de ellos, protegiendo dicha cimentación con escollera recebada de hormigón.

La ejecución del tablero consistirá en un tablero compuesto por vigas y pelosas prefabricadas, cubiertas por losa de compresión ejecutada in situ sobre las mismas. Por último se recubre el tablero con una capa de 5 cm del mismo firme bituminoso utilizado para el resto de ejecución del trazado.

### 2.2.4 Señalización y balizamiento

Como se ha analizado previamente, el tramo objeto de estudio se caracteriza por la poca presencia de señalización vertical, por lo que, de manera análoga a la alternativa anterior, será necesario adecuar la nueva señalización a las condiciones geométricas del nuevo trazado.

Dicha señalización se resume completa en el siguiente cuadro:

Nº	Código	Sentido	Señal	PK	Tipo
1	R-1	Inverso		0+005	Existente
2	R-301	directo		2+060	Nueva
3	R-301	Inverso		2+060	Nueva
4	P-4	Inverso		0+200	Nueva
5	R-301	Inverso		2+200	Nueva
6	R-305	directo		0+300	Nueva
7	P-1	directo		0+930	Nueva
8	R-2	acceso		0+980	Nueva
9	R-301	acceso		0+980	Existente
10	P-1	inverso		1+100	Nueva

11	P-34	directo		1+125	Existente
12	P-14A	directo		1+150	Nueva
13	P-13B	directo		1+800	Nueva
14	S-7	directo		1+800	Nueva
15	P-13A	inverso		1+820	Nueva
16	S-7	inverso		1+990	Nueva
17	P-14B	inverso		1+990	Nueva
18	S-7	inverso		1+420	Nueva
19	R-301	ambos		2+200	Nueva
20	R-305	inverso		2+400	Nueva
21	P-13B	directo		3+250	Nueva
22	P-13A	inverso		3+350	Nueva
23	P-23	inverso		3+650	Existente
24	R-301	ambos		3+800	Nueva
25	P-13a	directo		4+180	Nueva
26	R-305	inverso		4+400	Nueva
27	P-1b	directo		4+550	Nueva

Tabla 9: Señalización a instalar. Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que con la señalización, los constantes cambios en la coordinación de elementos consecutivos afectan directamente a los paneles de balizamiento necesarios en el nuevo trazado. Por tanto, se resumen los paneles en curva necesarios en el siguiente cuadro:

Nº curva	R (m)	Primer Panel	Pk (m)	Sentido
8	45	Doble	2+601,31	Opuesto
9	60	Simple	2+953	Directo
16	40	Simple	3+372	Opuesto
17	45	Simple	3+390	Directo

Tabla 10: Paneles de balizamiento necesarios. Fuente: Elaboración propia.

Dado a la mejora en coordinación de elementos consecutivos que supone el nuevo trazado, la práctica totalidad de las curvas se encuentra coordinada con diferencias de velocidad inferiores a 15 km/h, por lo tanto únicamente se propone el uso de paneles de balizamiento en las primeras curvas justo después de las rectas de mayor longitud del tramo como medida de prevención.

### 2.2.5 Bermas de despeje

De manera análoga a la alternativa 1, se ha realizado un análisis de visibilidad para el nuevo trazado mediante el uso de la herramienta informática de diseño Civil 3D.

Dado esta alternativa nº2 cuenta con la ampliación de la sección a lo largo del trazado, los taludes generados con la nueva inclinación en los márgenes del mismo, así como el nuevo recorrido, mejoran la visibilidad en curva respecto de la alternativa anterior.

Aún así, dicha mejora de visibilidad sigue sin ser suficiente en ciertos puntos del trazado en los que el talud en el interior de la curva causa que sea igualmente necesaria la confección de las siguientes bermas de despeje:

Despeje para visibilidad		
Nº de berma despeje	Nº de elemento	Ancho de berma necesario
1	6	2.5
2	8	2.5
3	20	1
4	24	2
5	28	1
6	34	0.75
7	42	1.5
8	46	2.25

Tabla 11: Bermas de despeje necesarias. Fuente: Elaboración propia

### 2.2.6 Valoración económica

Se ha realizado el cálculo de la estimación económica en el anejo nº7 de estimación económica, organizando las unidades de obra en distintos capítulos para las que se obtiene su importe como el producto de su precio unitario correspondiente y su medición. Una vez conocido el importe de

cada unidad de obra, se han obtenido los importes de cada uno de los capítulos como el sumatorio de los importes de cada una de las unidades de obra que lo componen.

De este modo se ha obtenido el siguiente precio final para la alternativa:

CAPITULO 1: Actuaciones previas .....	62,798.29 €
CAPITULO 2: Movimiento de tierras .....	654,911.36 €
CAPITULO 3: Firmes y pavimento.....	289,243.85 €
CAPITULO 4: Obras de drenaje.....	179,671.60 €
CAPITULO 5: Señalización.....	17,489.23 €
CAPITULO 6: Balizamiento y defensas.....	116,474.30 €
CAPITULO 7: Estructura.....	782,289.71 €
CAPITULO 7: Seguridad y salud.....	41,031.77 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....	2,143,910.11 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS DIEZ EUROS CON ONCE CENTIMOS (2,143,910.11 €)

### VALOR ESTIMADO

13% GASTOS GENERALES (s/PEM) .....	278,708.31 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL (s/PEM) .....	128,634.60 €
TOTAL .....	2,551,253.02 €

Asciende el Valor Estimado a la expresada cantidad de DOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON DOS CENTIMOS (2,551,253.02 €)

### PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

I.V.A.: 21% (s/PEM+GG+BI) .....	535,753.02 €
TOTAL .....	3,087,016.15 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de TRES MILLONES OCHENTA Y SIETE MIL DIECISEIS EUROS CON QUINCE CENTIMOS (3,792,717.67 €)

### 3. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS

La aplicación del análisis multicriterio para la elección de la alternativa más óptima se ha realizado con el método de "Valor técnico ponderado" siendo este de suficiente fiabilidad para la elección dado la complejidad de las distintas alternativas.

Para ello es necesario definir los diferentes criterios por los cuales se va a medir el grado de adecuación de cada alternativa a los condicionantes de la carretera. los diferentes criterios que posteriormente se utilizaran para valorar cuantitativamente la elección de la alternativa óptima.

**Económico:** Este criterio se tendrán en cuenta los aspectos que afectan directamente al presupuesto de ejecución de la obra, ya que Claramente, el presupuesto de la obra es el factor más determinante en muchos proyectos, más en un caso como el nuestro en el que la inversión va a tener un plazo de retorno inexistente. Por tanto, se le ha asignado el peso más alto 3.

**Técnico:** En este segundo criterio se tendrán en cuenta los aspectos constructivos para la ejecución de las modificaciones, como la dificultades de ejecución de la misma, la complejidad del diseño etc. Peso 1 o 2

**Mantenimiento:** En este criterio se tendrán en cuenta los aspectos relacionados con el mantenimiento de la infraestructura durante su explotación, tarea de la cual se deberá encargar la autoridad pública pertinente, en este caso la diputación de Valencia. Peso 1

**Ambiental:** El tramo objeto de modificaciones se encuentra en una zona protegida que presenta un elevado valor paisajístico y, por tanto, es necesario considerar el impacto que generarán las modificaciones propuestas. Por lo tanto, se le ha asignado un peso de 3

**Estético:** En este criterio se tendrá en cuenta aspectos como el impacto visual sobre la zona y la atracción hacia el usuario, dado la importancia paisajística de una zona protegida, por lo que actuaciones como la implantación de una infraestructura como un puente generan un impacto visual significativo.

**Seguridad vial:** Teniendo en cuenta que la seguridad vial es el motivo fundamental que motiva la redacción de este estudio y es un factor que repercute de forma directa en los usuarios, se ha considerado necesario asignarle un peso relativamente alto: 2.

### 4. ANALISIS MULTICRITERIO

Finalmente, se procede a realizar una evaluación global de ambas alternativas en base a los condicionantes y criterios definidos en apartados anteriores. Para ello, se valoran cada uno de los seis criterios distintos:

- **Económico**
- **Técnico**
- **Mantenimiento**
- **Ambiental**
- **Estético**
- **Seguridad vial**

Cada uno de estos criterios ha recibido una nota y una ponderación.

Se utiliza un rango de notas de 1 a 10 para definir el grado de adecuación de cada alternativa a los condicionantes por los cuales se ve afectada, siendo: la nota mínima (1) equivale a la afección más negativa y la mayor nota (10) la que representa un impacto mínimo sobre la zona y la opción más idónea. Por tanto, aquella alternativa que obtenga una calificación más próxima a 10 en un criterio será la más ventajosa.

Los valores del 1 al 3 representan un cumplimiento muy pobre del criterio valorado; Los valores entre 4 y 6 representan un cumplimiento moderado del criterio y del 7 al 10 representan el cumplimiento deseado.

En cuanto a la ponderación, los pesos utilizados suman un porcentaje total del 100%, en nuestro caso 12 puntos, los cuales se han repartido entre todos los criterios, previamente descritos en el apartado anterior, siendo el 3 el más condicionante y 1 el de menor importancia. De esta forma siendo 12 puntos el total (100%) un criterio con un peso de 3 puntos supondrá una influencia del 25% sobre el total de los criterios. Un 2 es un 16.66 % y un 1 en un 8.33 %.

Tras valorar cada uno de los criterios para cada alternativa se obtiene un valor ponderado final sobre 1, siendo la alternativa que más se aproxime a este valor la más óptima. Para ello se multiplica el peso por el valor del criterio y se divide por el peso total (12) por el valor más alto asignado.

Criterios	Peso	Alternativas							
		1	$p_{11} \cdot g_1$	2	$p_{21} \cdot g_1$	...	m	$p_{m1} \cdot g_1$	
1	$g_1$	$p_{11}$	$p_{11} \cdot g_1$	$p_{21}$	$p_{21} \cdot g_1$			$p_{m1}$	$p_{m1} \cdot g_1$
2	$g_2$	$p_{12}$	$p_{12} \cdot g_2$						
...									
n	$g_n$	$p_{1n}$	$p_{1n} \cdot g_n$					$p_{mn}$	$p_{mn} \cdot g_n$
Sumatorios	$\sum g_i$	$\sum p_{1i} \cdot g_i$		$\sum p_{2i} \cdot g_i$				$\sum p_{mi} \cdot g_i$	
	VTP	VTP <sub>1</sub>		VTP <sub>2</sub>				VTP <sub>m</sub>	

$$VTP_i = \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot g_j}{P_{m\acute{a}x} \cdot \sum_{j=1}^n g_j}$$

Ecuación 2: Método de valoración ponderada.

Por tanto, la alternativa más ventajosa será aquella que obtenga una calificación más próxima a 1. Una vez establecido dicho método de comparación se procede a valorar los distintos criterios:

#### Alternativa 1:

- **Económico:** Se asigna un valor de 6 puesto que aunque no supone el gasto de una rehabilitación total de la carretera, lo que sería una inversión mucho más grande, sigue siendo una inversión por encima de lo justificable en términos de tráfico. Aun así resulta la opción más barata de actuación por lo que se considera aceptable.
- **Técnico:** Desde el punto de vista técnico se asigna un valor de 8 puesto que la mayoría de las medidas de esta alternativa son de fácil aplicación que no necesitan de grandes plazos de ejecución.
- **Explotación:** En cuanto a términos de explotación de la carretera, lo cual correspondería al organismo público correspondiente, en este caso la diputación de Valencia, el tramo va a contar con elementos de señalización, balizamiento, barreras renovadas que no van a requerir más vigilancia de mantenimiento del que requiere con las condiciones existentes. Adicionalmente se van a modificar también las condiciones de los sistemas de drenaje en algunos puntos concretos, los cuales suponen un añadido al mantenimiento de los sistemas actuales.
- **Ambiental:** Se asigna un valor de 7 a este aspecto, puesto que las actuaciones de esta alternativa no suponen modificaciones de trazado que generen cambios importantes en la

zona en la que se encuentra o grandes movimientos de tierras. Prácticamente todas las medidas adoptadas en esta alternativa no influyen en posibles cambios ambientales lo cual es un aspecto muy deseable en una zona protegida ambientalmente.

- **Estético:** La obras que produzcan cambios en una zona protegida deben cumplir con un estudio de integración ambiental, lo que habla de la importancia de que la infraestructura se encuentre integrada con el paisaje de la zona protegida, con lo cual se asigna un valor de 8 dado que no se realizan modificaciones en el trazado que supongan desmontes o cambios en el paisaje.
- **Seguridad vial:** En términos de seguridad vial solo se asigna un valor de 6 puesto que resulta aceptable en cuanto a la mejora que supone para la circulación en el tramo de estudio, pero el trazado sigue contando con problemas que solo se solucionarían al completo con una modificación del trazado.

#### Alternativa 2:

- **Económico:** Se asigna un valor de 2 puesto que el alto coste de una rehabilitación total de la carretera, en la que se modifica su trazado y se cambia todo el firme, sería una inversión muy por encima de lo justificable en términos de vehículos diarios que circulan por el tramo.
- **Técnico:** Desde el punto de vista técnico se asigna un valor de 6 puesto que a pesar de que la mayoría de las medidas de esta alternativa son comunes en obras de carretera, suponen grandes movimientos de tierra y plazos de ejecución mucho más largos que la otra alternativa.
- **Explotación:** En cuanto a términos de explotación de la carretera, lo cual correspondería al organismo público correspondiente, en este caso la diputación de Valencia, el tramo va a contar con nuevos elementos que requerirán de mayor mantenimiento que el actual. No obstante, no se convierte en una tarea de excesiva dificultad y por tanto no es un aspecto que tenga mucho peso.
- **Ambiental:** Se asigna un valor de 5 a este aspecto, puesto que las actuaciones de esta alternativa suponen modificaciones de trazado que generen cambios importantes en la topografía de la zona en la que se encuentra que acarreen grandes movimientos de tierras. Supone por tanto esta alternativa una modificación significativa de una zona protegida, por lo cual además sería necesario que dichos cambios fueran aprobados por la administración competente.
- **Estético:** Dado que se trata de cambios en una obra existente en una zona protegida deberá cumplir con un estudio de integración ambiental aprobado con la autoridad competente para garantizar la integración de la infraestructura con el paisaje. Los cambios en la misma van a presentar desmontes importantes y nuevas inclinaciones de taludes, lo que podría ser un punto de conflicto en la integración de los mismos con el paisaje, motivo por el cual se le asigna un valor de 8.
- **Seguridad vial:** En términos de seguridad vial se le asigna un valor de 8 puesto que los cambios resultantes del nuevo trazado suponen una reducción muy importante de los

puntos de accidentes potenciales, eliminando casi al completo los problemas de coordinación entre elementos.

CRITERIOS	PESO	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		VALOR	VTP	VALOR	VTP
ECONÓMICO	3	7	0,2187	2	0,041
AMBIENTAL	3	7	0,2187	5	0,156
SEG.VIAL	2	6	0,125	8	0,1666
ESTÉTICO	2	8	0,1666	6	0,125
TÉCNICO	1	8	0,0833	6	0,0625
EXPLOTACIÓN	1	7	0,0729	7	0,0729
TOTAL	12	TOTAL	0,885	TOTAL	0,624

Tabla 12: Ponderación comparativa de las alternativas. Fuente: Elaboración propia.

Así pues, se deberá adoptar finalmente como solución la alternativa 1 con un peso de 0.885 total frente a un 0.624 de la alternativa 2.

## 5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En conclusión, dadas las condiciones de la zona en la que se encuentra encajado el trazado actual del tramo objeto de estudio, se imposibilita el planteamiento y análisis de alternativas en un sentido clásico en proyectos de obras lineales, dado que más que la justificación de adoptar una alternativa de trazado entre distintas proyecciones del mismo, solamente es factible la justificación a través de las distintas actuaciones pormenorizadas que se pueden adoptar en el trazado y resto de actuaciones complementarias.

Atendiendo a los resultados del estudio de alternativas, se puede concluir que la construcción de ambas alternativas resultaría beneficiosa para los usuarios, pero que la Alternativa 1 sería la mejor opción. La Alternativa 1 iguala o supera a la Alternativa 2 en casi todos los criterios. Concretamente, presenta ventajas en los dos factores más relevantes: valoración económica y medio ambiente.

Se considera por tanto que la solución adoptada, la alternativa 1, queda justificada en tanto que lo están cada una de las soluciones decididas a la resolución de cada uno de los aspectos que generan problemas de seguridad vial, suponiendo además un coste de inversión menos desproporcionado en relación con el escaso tráfico que presenta el tramo y una actuación más sostenible que genera menor afección al entorno de la zona.



## Apéndice 1: Listados de alineaciones alternativa 1.

Numero de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.00m	0+957.81m	957.813m		
2	Curva	0+957.81m	0+970.35m	12.535m	400.000m	
3	Recta	0+970.35m	1+216.04m	245.694m		
4	Curva	1+216.04m	1+221.22m	5.174m	400.000m	
5	Recta	1+221.22m	1+317.97m	96.752m		
6	Clotoide	1+317.97m	1+346.85m	28.880m		38.000m
7	Curva	1+346.85m	1+405.96m	59.109m	50.000m	
8	Clotoide	1+405.96m	1+413.96m	8.000m		20.000m
9	Recta	1+413.96m	1+422.32m	8.367m		
10	Clotoide	1+422.32m	1+438.69m	16.364m		30.000m
11	Curva	1+438.69m	1+491.37m	52.677m	55.000m	
12	Recta	1+491.37m	1+523.46m	32.096m		
13	Clotoide	1+523.46m	1+542.51m	19.048m		20.000m
14	Curva	1+542.51m	1+562.36m	19.849m	21.000m	
15	Recta	1+562.36m	1+572.02m	9.665m		
16	Clotoide	1+572.02m	1+613.69m	41.667m		50.000m
17	Curva	1+613.69m	1+628.00m	14.313m	60.000m	
18	Clotoide	1+628.00m	1+661.75m	33.750m		45.000m
19	Recta	1+661.75m	1+701.50m	39.748m		
20	Curva	1+701.50m	1+718.08m	16.581m	200.000m	
21	Recta	1+718.08m	1+756.13m	38.050m		
22	Curva	1+756.13m	1+775.83m	19.701m	15.000m	
23	Recta	1+775.83m	1+781.25m	5.419m		
24	Curva	1+781.25m	1+782.50m	1.245m	14.000m	
25	Clotoide	1+782.50m	1+823.64m	41.143m		24.000m
26	Recta	1+823.64m	1+864.56m	40.925m		
27	Clotoide	1+864.56m	1+919.95m	55.385m		60.000m
28	Curva	1+919.95m	1+962.78m	42.833m	65.000m	
29	Recta	1+962.78m	1+977.24m	14.461m		

30	Curva	1+977.24m	2+011.61m	34.366m	45.000m	
31	Clotoide	2+011.61m	2+038.83m	27.222m		35.000m
32	Recta	2+038.83m	2+046.33m	7.495m		
33	Curva	2+046.33m	2+084.34m	38.010m	35.000m	
34	Recta	2+084.34m	2+093.30m	8.961m		
35	Curva	2+093.30m	2+127.47m	34.175m	35.000m	
36	Recta	2+127.47m	2+363.10m	235.629m		
37	Curva	2+363.10m	2+366.84m	3.741m	400.000m	
38	Recta	2+366.84m	2+564.67m	197.823m		
39	Curva	2+564.67m	2+591.33m	26.668m	60.000m	
40	Recta	2+591.33m	2+615.64m	24.305m		
41	Clotoide	2+615.64m	2+629.48m	13.846m		30.000m
42	Curva	2+629.48m	2+683.57m	54.090m	65.000m	
43	Recta	2+683.57m	2+712.59m	29.018m		
44	Curva	2+712.59m	2+737.47m	24.881m	17.000m	
45	Recta	2+737.47m	2+739.93m	2.459m		
46	Curva	2+739.93m	2+762.61m	22.683m	18.000m	
47	Recta	2+762.61m	2+779.05m	16.440m		
48	Curva	2+779.05m	2+816.45m	37.395m	25.000m	
49	Recta	2+816.45m	2+826.28m	9.826m		
50	Curva	2+826.28m	2+858.50m	32.220m	30.000m	
51	Recta	2+858.50m	2+866.59m	8.092m		
52	Curva	2+866.59m	2+894.01m	27.423m	25.000m	
53	Recta	2+894.01m	2+905.02m	11.006m		
54	Curva	2+905.02m	2+936.49m	31.474m	25.000m	
55	Recta	2+936.49m	2+973.26m	36.767m		
56	Curva	2+973.26m	2+990.37m	17.117m	25.000m	
57	Clotoide	2+990.37m	3+026.37m	36.000m		30.000m
58	Recta	3+026.37m	3+048.36m	21.986m		
59	Curva	3+048.36m	3+067.37m	19.009m	80.000m	
60	Clotoide	3+067.37m	3+137.68m	70.312m		75.000m

61	Recta	3+137.68m	3+138.83m	1.146m		
62	Clotoide	3+138.83m	3+162.91m	24.083m		17.000m
63	Curva	3+162.91m	3+166.79m	3.883m	12.000m	
64	Recta	3+166.79m	3+167.99m	1.193m		
65	Curva	3+167.99m	3+172.29m	4.300m	15.000m	
66	Clotoide	3+172.29m	3+198.95m	26.667m		20.000m
67	Recta	3+199.05m	3+206.55m	7.498m		
68	Curva	3+206.55m	3+230.91m	24.356m	45.000m	
69	Espiral a espiral	3+230.91m	3+291.76m	60.853m		52.329m
70	Espiral a espiral	3+291.76m	3+336.77m	45.016m		55.084m
71	Curva	3+336.77m	3+348.71m	11.934m	67.403m	
72	Recta	3+348.71m	3+373.00m	24.290m		
73	Curva	3+373.00m	3+383.11m	10.111m	15.000m	
74	Recta	3+383.11m	3+420.49m	37.377m		
75	Curva	3+420.49m	3+439.65m	19.165m	100.000m	
76	Clotoide	3+439.65m	3+447.12m	7.466m		
77	Curva	3+447.12m	3+477.39m	30.275m	150.000m	
78	Recta	3+477.39m	3+497.06m	19.672m		
79	Curva	3+497.06m	3+543.29m	46.227m	90.000m	
80	Recta	3+543.29m	3+584.39m	41.095m		
81	Curva	3+584.39m	3+621.19m	36.809m	30.000m	
82	Recta	3+621.19m	3+654.66m	33.466m		
83	Curva	3+654.66m	3+694.41m	39.754m	80.000m	
84	Recta	3+694.41m	3+709.59m	15.180m		
85	Curva	3+709.59m	3+737.53m	27.935m	80.000m	
86	Recta	3+737.53m	3+788.19m	50.657m		
87	Curva	3+788.19m	3+927.64m	139.457m	300.000m	
88	Recta	3+927.64m	3+952.51m	24.868m		
89	Curva	3+952.51m	3+975.03m	22.518m	100.000m	
90	Recta	3+975.03m	3+982.28m	7.248m		

91	Curva	3+982.28m	4+015.83m	33.550m	60.000m	
92	Recta	4+015.83m	4+098.03m	82.203m		
93	Curva	4+098.03m	4+123.78m	25.744m	100.000m	
94	Recta	4+123.78m	4+158.97m	35.199m		
95	Curva	4+158.97m	4+196.18m	37.202m	150.000m	
96	Recta	4+196.18m	4+210.10m	13.921m		
97	Curva	4+210.10m	4+245.66m	35.558m	40.000m	
98	Recta	4+245.66m	4+248.72m	3.068m		
99	Curva	4+248.72m	4+286.17m	37.450m	35.000m	
100	Recta	4+286.17m	4+297.43m	11.253m		
101	Curva	4+297.43m	4+337.51m	40.087m	100.000m	
102	Recta	4+337.51m	4+341.90m	4.387m		
103	Curva	4+341.90m	4+380.16m	38.259m	50.000m	
104	Recta	4+380.16m	4+387.32m	7.162m		
105	Curva	4+387.32m	4+416.92m	29.601m	30.000m	
106	Recta	4+416.92m	4+428.96m	12.041m		
107	Curva	4+428.96m	4+454.75m	25.790m	120.000m	
108	Recta	4+454.75m	4+465.64m	10.887m		
109	Curva	4+465.64m	4+519.71m	54.074m	75.000m	
110	Recta	4+519.71m	4+557.68m	37.966m		
111	Curva	4+557.68m	4+592.09m	34.410m	40.000m	
112	Recta	4+592.09m	4+615.65m	23.561m		
113	Curva	4+615.65m	4+626.12m	10.465m	20.000m	
114	Recta	4+626.12m	4+641.08m	14.963m		

Nº	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Acuerdo	Valor de K	Pendiente
1	Tangente	00+00	00+74	743.818m			3.63%
2	Parábola simétrica	00+74	00+75	5.496m	Convexo	2.112	
3	Tangente	00+75	00+80	45.947m			1.03%
4	Parábola simétrica	00+80	00+82	25.305m	Cóncavo	5.500	
5	Tangente	00+82	00+93	134.997m			5.63%
6	Parábola simétrica	00+93	00+96	7.036m	Convexo	1.979	
7	Tangente	00+96	01+23	265.198m			2.07%
8	Parábola simétrica	01+23	01+24	11.190m	Convexo	2.000	
9	Tangente	01+24	01+66	422.032m			-3.52%
10	Parábola simétrica	01+66	01+67	13.932m	Cóncavo	3.788	
11	Tangente	01+67	01+82	148.954m			0.16%
12	Parábola simétrica	01+82	01+84	20.700m	Cóncavo	4.372	
13	Tangente	01+84	02+24	391.055m			4.89%
14	Parábola simétrica	02+24	02+25	11.435m	Convexo	2.500	
15	Tangente	02+25	02+31	67.576m			0.32%
16	Parábola simétrica	02+31	02+34	24.951m	Cóncavo	5.132	
17	Tangente	02+34	02+42	85.218m			5.18%
18	Parábola simétrica	02+42	02+44	19.473m	Convexo	5.200	
19	Tangente	02+44	02+58	137.017m			1.44%
20	Parábola simétrica	02+58	02+59	7.069m	Convexo	3.131	
21	Tangente	02+59	02+71	126.314m			-0.82%
22	Parábola simétrica	02+71	02+73	10.803m	Convexo	2.000	
23	Tangente	02+73	02+98	250.041m			-6.22%
24	Parábola simétrica	02+98	03+01	31.434m	Cóncavo	6.000	
25	Tangente	03+01	03+37	365.278m			-0.98%
26	Parábola simétrica	03+37	03+38	6.952m	Cóncavo	7.600	
27	Tangente	03+38	03+42	40.247m			-0.07%
28	Parábola simétrica	03+42	03+44	18.499m	Cóncavo	2.199	
29	Tangente	03+44	03+60	163.157m			8.34%

30	Parábola simétrica	03+60	03+62	22.054m	Convexo	2.000	
31	Tangente	03+62	04+03	409.435m			-2.68%
32	Parábola simétrica	04+03	04+04	10.388m	Cóncavo	5.000	
33	Tangente	04+04	04+13	85.261m			-0.60%
34	Parábola simétrica	04+13	04+14	16.569m	Cóncavo	5.500	
35	Tangente	04+14	04+25	108.234m			2.41%
36	Parábola simétrica	04+25	04+27	20.856m	Convexo	2.500	
37	Tangente	04+27	04+43	160.594m			-5.93%
38	Parábola simétrica	04+43	04+47	38.092m	Cóncavo	4.840	
39	Tangente	04+47	04+64	168.777m			1.94%

## Apéndice 2: Listados de alineaciones alternativa 2.

Numero de elemento	Tipo de elemento	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Radio	A
1	Recta	0+000.000m	0+612.526m	612.526m		
2	Curva	0+612.526m	0+613.938m	1.412m	400.000m	
3	Recta	0+613.938m	0+961.689m	347.752m		
4	Curva	0+961.689m	0+974.465m	12.775m	400.000m	
5	Recta	0+974.465m	1+141.174m	166.710m		
6	Clotoide	1+141.174m	1+197.508m	56.333m		65.000m
7	Curva	1+197.508m	1+225.782m	28.274m	75.000m	
8	Clotoide	1+225.782m	1+282.115m	56.333m		65.000m
9	Recta	1+282.115m	1+283.178m	1.063m		
10	Clotoide	1+283.178m	1+328.633m	45.455m		50.000m
11	Curva	1+328.633m	1+341.007m	12.374m	55.000m	
12	Clotoide	1+341.007m	1+386.462m	45.455m		50.000m
13	Recta	1+386.462m	1+466.844m	80.382m		
14	Clotoide	1+466.844m	1+492.558m	25.714m		30.000m
15	Curva	1+492.558m	1+526.731m	34.173m	35.000m	
16	Clotoide	1+526.731m	1+552.445m	25.714m		30.000m
17	Recta	1+552.445m	1+557.961m	5.516m		
18	Clotoide	1+557.961m	1+588.586m	30.625m		35.000m
19	Curva	1+588.586m	1+590.133m	1.547m	40.000m	
20	Clotoide	1+590.133m	1+620.758m	30.625m		35.000m
21	Recta	1+620.758m	1+714.612m	93.854m		
22	Curva	1+714.612m	1+782.792m	68.180m	23.000m	
23	Recta	1+782.792m	1+840.121m	57.329m		
24	Clotoide	1+840.121m	1+890.121m	50.000m		50.000m
25	Curva	1+890.121m	1+894.503m	4.382m	50.000m	
26	Clotoide	1+894.503m	1+944.503m	50.000m		50.000m
27	Recta	1+944.503m	1+944.709m	0.206m		
28	Curva	1+944.709m	1+990.165m	45.456m	45.000m	
29	Recta	1+990.165m	1+990.941m	0.777m		
30	Clotoide	1+990.941m	2+026.497m	35.556m		40.000m
31	Curva	2+026.497m	2+077.073m	50.576m	45.000m	
32	Clotoide	2+077.073m	2+122.073m	45.000m		45.000m
33	Recta	2+122.073m	2+285.145m	163.073m		
34	Curva	2+285.145m	2+290.095m	4.950m	400.000m	
35	Recta	2+290.095m	2+484.465m	194.369m		

36	Clotoide	2+484.465m	2+534.881m	50.417m		55.000m
37	Curva	2+534.881m	2+570.454m	35.572m	60.000m	
38	Clotoide	2+570.454m	2+612.120m	41.667m		50.000m
39	Recta	2+612.120m	2+648.752m	36.632m		
40	Clotoide	2+648.752m	2+684.308m	35.556m		40.000m
41	Curva	2+684.308m	2+775.720m	91.412m	45.000m	
42	Clotoide	2+775.720m	2+811.276m	35.556m		40.000m
43	Recta	2+811.276m	2+812.046m	0.770m		
44	Clotoide	2+812.046m	2+848.346m	36.300m		33.000m
45	Curva	2+848.346m	2+854.587m	6.241m	30.000m	
46	Clotoide	2+854.587m	2+890.887m	36.300m		33.000m
47	Recta	2+890.887m	2+916.802m	25.915m		
48	Clotoide	2+916.802m	2+946.802m	30.000m		30.000m
49	Curva	2+946.802m	2+953.768m	6.966m	30.000m	
50	Clotoide	2+953.768m	2+983.768m	30.000m		30.000m
51	Recta	2+983.768m	2+999.602m	15.834m		
52	Curva	2+999.602m	3+053.760m	54.158m	35.000m	
53	Recta	3+053.760m	3+080.001m	26.241m		
54	Clotoide	3+080.001m	3+114.226m	34.225m		37.000m
55	Curva	3+114.226m	3+115.394m	1.168m	40.000m	
56	Clotoide	3+115.394m	3+149.619m	34.225m		37.000m
57	Recta	3+149.619m	3+170.539m	20.920m		
58	Curva	3+170.539m	3+257.743m	87.204m	30.000m	
59	Recta	3+257.743m	3+263.856m	6.113m		
60	Curva	3+263.856m	3+315.606m	51.750m	40.000m	
61	Recta	3+315.606m	3+416.072m	100.466m		
62	Clotoide	3+416.072m	3+451.628m	35.556m		40.000m
63	Curva	3+451.628m	3+451.936m	0.308m	45.000m	
64	Clotoide	3+451.936m	3+487.491m	35.556m		40.000m
65	Recta	3+487.491m	3+489.654m	2.163m		
66	Curva	3+489.654m	3+530.023m	40.369m	50.000m	
67	Recta	3+530.023m	3+575.189m	45.165m		
68	Curva	3+575.189m	3+602.284m	27.095m	60.000m	
69	Recta	3+602.284m	3+614.501m	12.217m		
70	Clotoide	3+614.501m	3+655.001m	40.500m		45.000m
71	Curva	3+655.001m	3+673.583m	18.583m	50.000m	
72	Clotoide	3+673.583m	3+714.083m	40.500m		45.000m

73	Recta	3+714.083m	3+724.352m	10.269m		
74	Curva	3+724.352m	3+748.427m	24.075m	60.000m	
75	Recta	3+748.427m	3+774.115m	25.688m		
76	Curva	3+774.115m	3+792.051m	17.936m	60.000m	
77	Recta	3+792.051m	3+832.759m	40.708m		
78	Curva	3+832.759m	4+004.027m	171.268m	300.000m	
79	Recta	4+004.027m	4+043.185m	39.157m		
80	Curva	4+043.185m	4+083.355m	40.171m	100.000m	
81	Recta	4+083.355m	4+159.402m	76.047m		
82	Curva	4+159.402m	4+185.103m	25.701m	80.000m	
83	Recta	4+185.103m	4+216.093m	30.990m		
84	Curva	4+216.093m	4+240.289m	24.196m	60.000m	
85	Recta	4+240.289m	4+254.254m	13.965m		
86	Curva	4+254.254m	4+287.301m	33.047m	40.000m	
87	Recta	4+287.301m	4+291.249m	3.948m		
88	Clotoide	4+291.249m	4+311.666m	20.417m		35.000m
89	Curva	4+311.666m	4+352.063m	40.397m	60.000m	
90	Clotoide	4+352.063m	4+372.480m	20.417m		35.000m
91	Recta	4+372.480m	4+435.668m	63.188m		
92	Clotoide	4+435.668m	4+460.283m	24.615m		40.000m
93	Curva	4+460.283m	4+462.056m	1.773m	65.000m	
94	Clotoide	4+462.056m	4+486.671m	24.615m		40.000m
95	Recta	4+486.671m	4+516.236m	29.564m		
96	Clotoide	4+516.236m	4+547.389m	31.154m		45.000m
97	Curva	4+547.389m	4+559.666m	12.276m	65.000m	
98	Clotoide	4+559.666m	4+590.819m	31.154m		45.000m
99	Recta	4+590.819m	4+599.244m	8.425m		
100	Clotoide	4+599.244m	4+621.744m	22.500m		30.000m
101	Curva	4+621.744m	4+637.329m	15.584m	40.000m	
102	Clotoide	4+637.329m	4+659.829m	22.500m		30.000m
103	Recta	4+659.829m	4+665.057m	5.228m		
104	Recta	4+665.057m	4+669.133m	4.076m	30.000m	
105	Recta	4+669.133m	4+699.133m	30.000m		30.000m
106	Recta	4+699.133m	4+699.503m	0.370m		

Nº	Tipo	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Acuerdo	Valor de K	Pendiente
1	Tangente	00+00	00+741				3.64%
2	Parábola simétrica	00+741	00+755	14.552m	Convexo	5.165	
3	Tangente	00+755	00+802				0.82%
4	Parábola simétrica	00+802	00+827	25.848m	Cóncavo	7.492	
5	Tangente	00+827	00+955				5.74%
6	Parábola simétrica	00+955	00+963	8.132m	Convexo	1.979	
7	Tangente	00+962	01+293				1.63%
8	Parábola simétrica	01+293	01+318	25.352m	Convexo	4.413	
9	Tangente	01+318	01+613				-6.61%
10	Parábola simétrica	01+313	01+632	19.684m	Cóncavo	6.659	
11	Tangente	01+632	01+847				0.10%
12	Parábola simétrica	01+847	01+868	21.539m	Cóncavo	4.372	
13	Tangente	01+868	02+212				5.72%
14	Parábola simétrica	02+212	02+226	14.424m	Convexo	2.500	
15	Tangente	02+226	02+689				2.75%
16	Parábola simétrica	02+689	02+749	60.980m	Convexo	7.000	
17	Tangente	02+749	03+049				-6.82%
18	Parábola simétrica	03+049	03+083	34.832m	Cóncavo	9.918	
19	Tangente	03+083	03+577				-0.39%
20	Parábola simétrica	03+577	03+606	29.00m	Cóncavo	2.995	
21	Tangente	03+606	03+741				6.98%
22	Parábola simétrica	03+741	03+786	45.32m	Convexo	3.531	
23	Tangente	03+786	04+132				-3.64%
24	Parábola simétrica	04+132	04+166	34.055m	Cóncavo	12.403	
25	Tangente	04+166	04+333				1.12%
26	Parábola simétrica	04+333	04+371	38.883m	Convexo	5.500	
27	Tangente	04+371	04+517				-5.95%
28	Parábola simétrica	04+517	04+544	37.404m	Cóncavo	4.840	
29	Tangente	04+544	04+699				1.78%

ANEJO Nº9.  
RELACIÓN DEL TFG CON LOS  
OBJETIVOS DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## Índice

1. Objeto.....	3
2. ODS.....	3
3. Relación del TFG con los ODS.....	3
4. Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto. ....	4
5. Bibliografía.....	4

## 1. Objeto.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es un llamado universal, adoptado por todos los Estados Miembros en el año 2015, para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas puedan disfrutar de paz y prosperidad para el año 2030.

En este anejo tiene como objetivo desarrollar el grado de relación y alineación del presente Trabajo Final de Grado (TFG) "Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)" con cada uno de los ODS.

## 2. ODS.

Los 17 ODS de la Agenda 2030 se elaboraron durante más de dos años de consultas públicas, interacción con la sociedad civil y negociaciones entre los países. La Agenda implica un compromiso común y universal, no obstante, puesto que cada país enfrenta retos específicos en su búsqueda del desarrollo sostenible, los estados tienen soberanía plena sobre su riqueza, recursos y actividad económica, y cada uno fijará sus propias metas nacionales en consonancia con la Agenda.

En el caso del Gobierno de España, se ha trabajado activamente en la elaboración de esta agenda universal y transformadora. La posición española se definió a través de un proceso participativo que incluyó el trabajo de académicos, expertos, y representantes de la Administración General del Estado y de las Comunidades Autónomas. Este trabajo cristalizó en dos consultas nacionales, que se celebraron en el Instituto Cervantes en el año 2013, y en el propio Congreso de los Diputados al año siguiente, dando lugar a una postura española común.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea los siguientes 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.
4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.
9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos.

11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

## 3. Relación del TFG con los ODS.

Se expone a continuación una tabla resumen con la relación entre el TFG "Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)" y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030:

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				X
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>	X			
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>				X
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				X
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>				X
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>				X
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	X			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				X
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>	X			
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>				X
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>				X
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>	X			

ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				x
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				x

#### 4. Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto.

El desarrollo del TFG "Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)" se ve afectado de manera directa por 4 de los 17 ODS planteados con el objetivo 2030. Estos cuatro ODS son:

- **Salud y bienestar:** Este ODS establece el objetivo de garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades, el cual se marca como una necesidad para el desarrollo sostenible. El presente TFG se encuentra altamente relacionado con la meta 3.6, la cual se engloba en el área del ODS N°3, y se basa en conseguir la reducir el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo hasta la mitad, puesto que su objetivo principal es conseguir la mejora de la seguridad y funcionalidad de un tramo de carretera no adaptado y que supone una fuente potencial de accidentes.

- **Industria, innovación e infraestructuras:** Con este ODS se pretende desarrollar la industrialización inclusiva y sostenible que, junto con la innovación y la infraestructura, pueden reforzar las economías dinámicas y competitivas. El presente TFG se relaciona de manera directa con la primera de las metas de esta área, la 9.1, la cual se basa en desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales, con el objetivo de apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo además hincapié en conseguir el acceso asequible y equitativo para todos, lo cual se consigue para las poblaciones aisladas de la zona las cuales cuentan con la carretera objeto de estudio como vía de conexión con el exterior.

- **Ciudades y comunicaciones sostenibles:** Este ODS destaca por buscar el desarrollo de las ciudades y de las áreas metropolitanas, dado que son los centros neurálgicos del crecimiento económico actualmente, y se pretende aumentar el % de influencia que tienen en el PIB hacia el año 2030. El TFG propuesto tiene una relación directa con la meta 11.2 de esta área, la cual busca proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, puesto que se trata de la ejecución de un acondicionamiento y mejora de una carretera situada en una zona rural de difícil acceso, la cual carece de ciertos servicios básicos debido a su mala conexión con las ciudades y poblaciones cercanas.

- **Vida de ecosistemas terrestres:** Este ODS establece el objetivo de proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica. El presente TFG está ampliamente

relacionado con este ODS y sus metas 15.1 y 15.4 los cuales marcan como objetivo, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales, de la misma forma que para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible, dado que el trazado de la carretera objeto de estudio se encuentra en una zona protegida de la red Natura 2000 y las soluciones de mejora propuestas tienen como criterio de selección principal la afección que estas mismas puedan producir en el ecosistema de la zona y busca la opción de mejora más respetuosa con la protección de la zona.

#### 5. Bibliografía

- Naciones Unidas | Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. (<https://www.un.org/es/>).
- Objetivos de Desarrollo Sostenible. Ministerio de asuntos exteriores. (<http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExteriorCooperacion/NacionesUnidas/Paginas/ObjtivosDeDesarrolloDelMilenio.aspx> )
- Objetivos de desarrollo sostenible. PNUD. (<https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>)



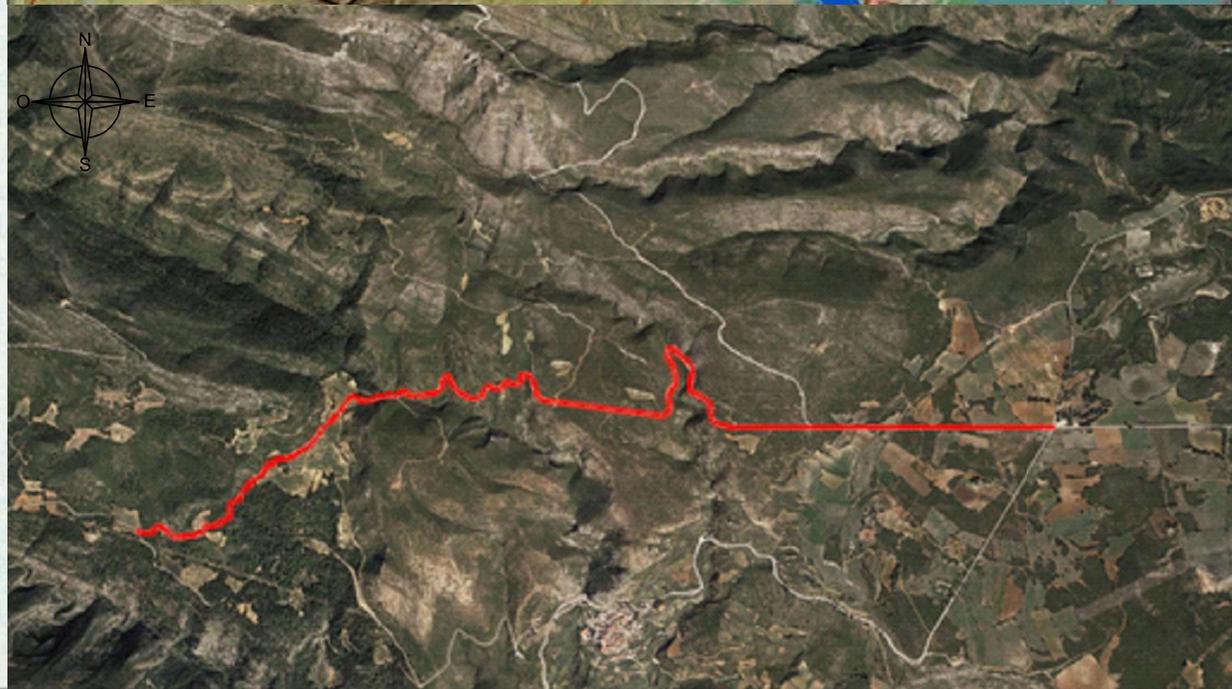
## DOCUMENTO Nº2. PLANOS.

AUTOR: José Antonio Piedras Jorge

TUTOR: José Manuel Campoy Ungría

## ÍNDICE:

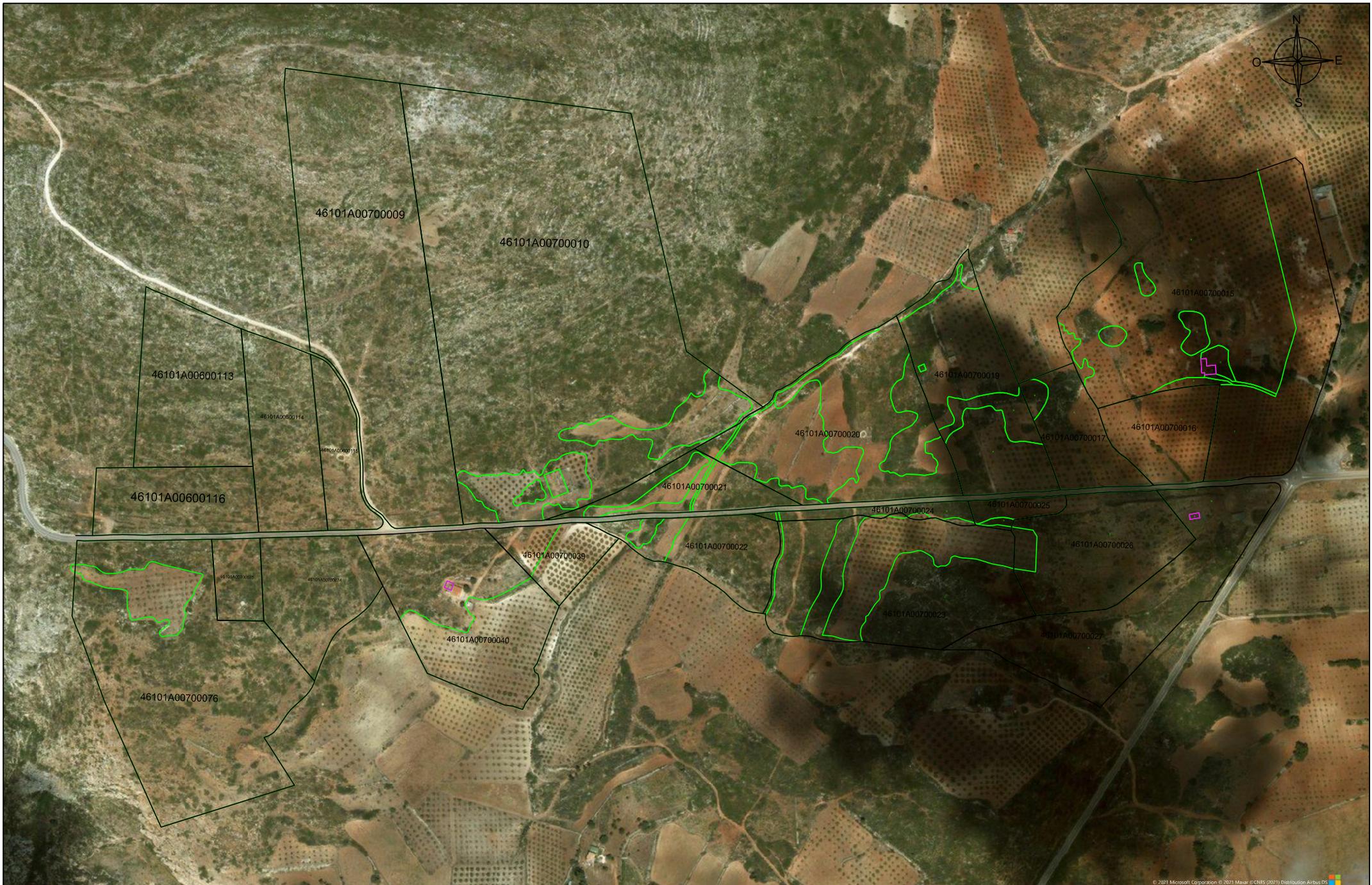
1. Plano de localización.
2. Planos de expropiaciones
  - 2.1. Plano de expropiaciones hoja 1
  - 2.2. Plano de expropiaciones hoja 2
  - 2.3. Plano de expropiaciones hoja 3
3. Despliegue de hojas 1
4. Planos de drenaje
  - 4.1. Plano de drenaje hoja 1
  - 4.2. Plano de drenaje hoja 2
  - 4.3. Plano de drenaje hoja 3
  - 4.4. Plano de drenaje hoja 4
  - 4.5. Plano de drenaje hoja 5
  - 4.6. Plano de drenaje hoja 6
  - 4.7. Plano de drenaje hoja 7
  - 4.8. Plano de drenaje hoja 8
5. Planta y alzado del estado actual
  - 5.1. Planta y alzado del estado actual hoja 1
  - 5.2. Planta y alzado del estado actual hoja 2
  - 5.3. Planta y alzado del estado actual hoja 3
  - 5.4. Planta y alzado del estado actual hoja 4
  - 5.5. Planta y alzado del estado actual hoja 5
  - 5.6. Planta y alzado del estado actual hoja 6
  - 5.7. Planta y alzado del estado actual hoja 7
  - 5.8. Planta y alzado del estado actual hoja 8
6. Planta y alzado de la alternativa 1
  - 6.1. Planta y alzado alternativa 1 hoja 1
  - 6.2. Planta y alzado alternativa 1 hoja 2
  - 6.3. Planta y alzado alternativa 1 hoja 3
  - 6.4. Planta y alzado alternativa 1 hoja 4
  - 6.5. Planta y alzado alternativa 1 hoja 5
  - 6.6. Planta y alzado alternativa 1 hoja 6
  - 6.7. Planta y alzado alternativa 1 hoja 7
  - 6.8. Planta y alzado alternativa 1 hoja 8
7. Planos de señalización
  - 7.1. Plano de señalización hoja 1
  - 7.2. Plano de señalización hoja 2
  - 7.3. Plano de señalización hoja 3
  - 7.4. Plano de señalización hoja 4
  - 7.5. Plano de señalización hoja 5
  - 7.6. Plano de señalización hoja 6
  - 7.7. Plano de señalización hoja 7
  - 7.8. Plano de señalización hoja 8
8. Despliegue de hojas 2
9. Planta y alzado de la alternativa 2
  - 9.1. Planta y alzado alternativa 2 hoja 1
  - 9.2. Planta y alzado alternativa 2 hoja 2
  - 9.3. Planta y alzado alternativa 2 hoja 3
  - 9.4. Planta y alzado alternativa 2 hoja 4
  - 9.5. Planta y alzado alternativa 2 hoja 5
  - 9.6. Planta y alzado alternativa 2 hoja 6
  - 9.7. Planta y alzado alternativa 2 hoja 7
  - 9.8. Planta y alzado alternativa 2 hoja 8
  - 9.9. Planta y alzado alternativa 2 hoja 9
10. Plano secciones tipo estructura
11. Plano de secciones tipo firme 1
12. Plano de secciones tipo firme 2
13. Plano detalle firme



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

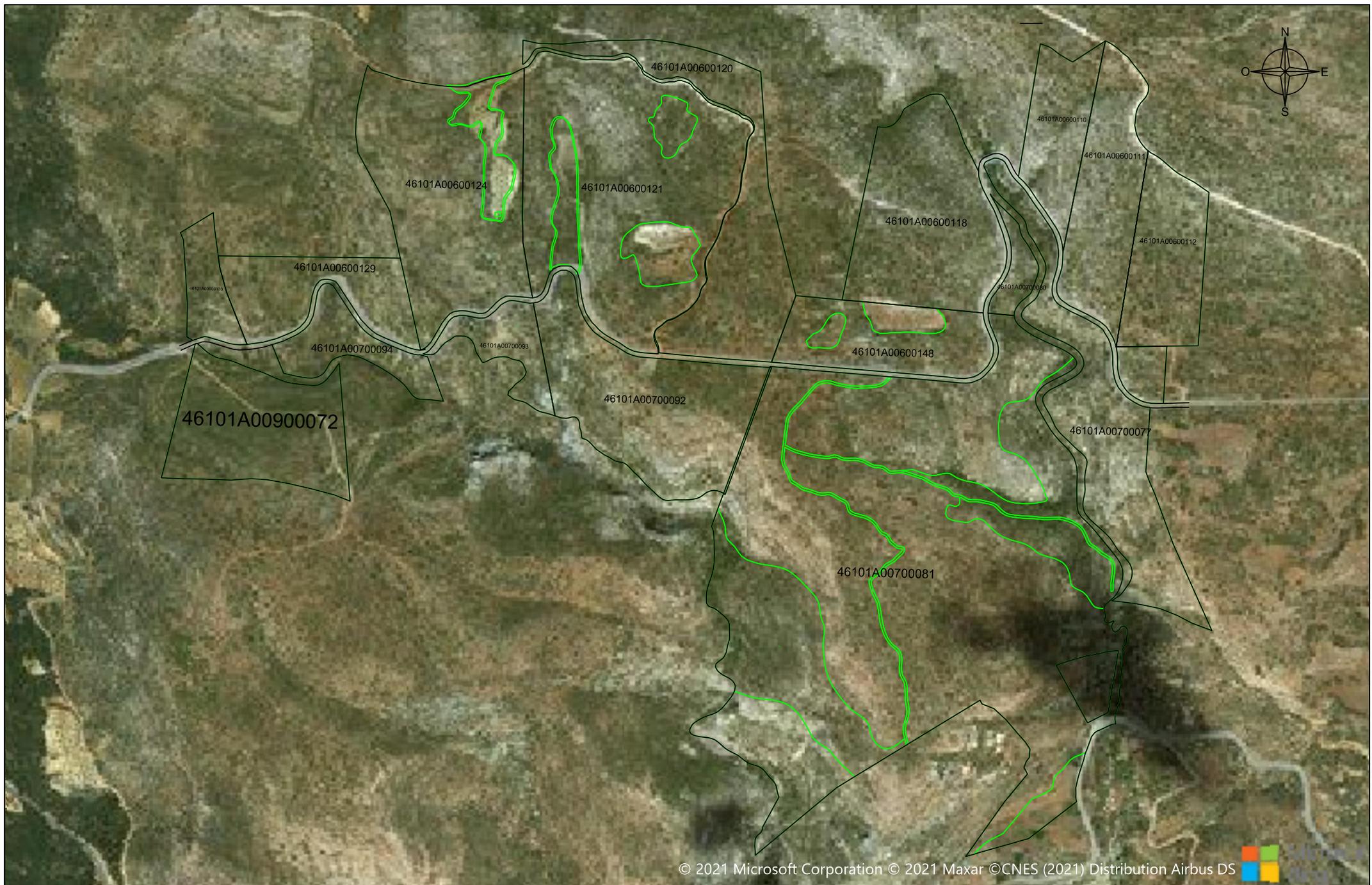
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Julio 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>Varias</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de localización</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>1</p>
--	--	---	---	--	---------------------------------	------------------------------	--	------------------------------

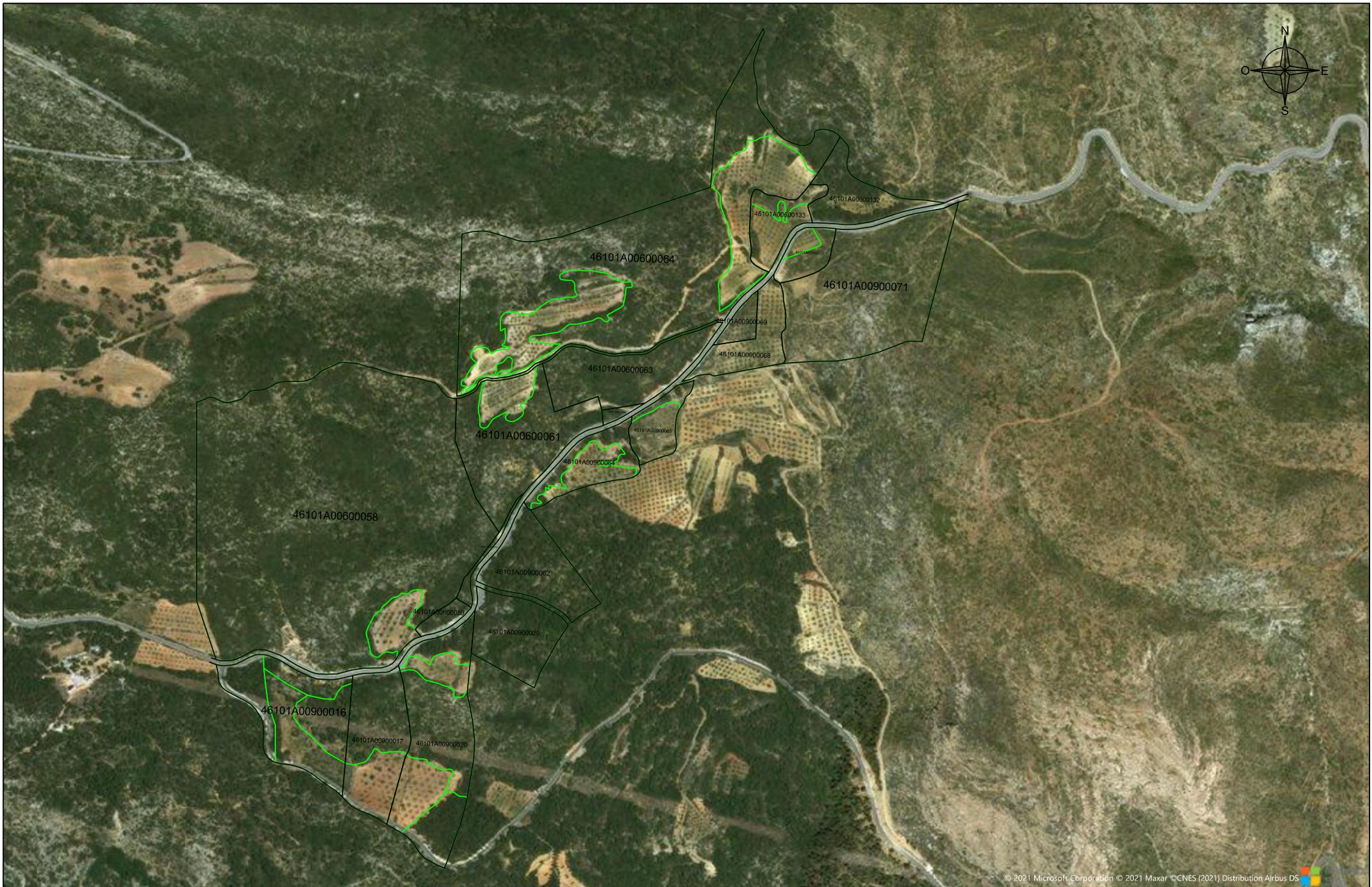


© 2021 Microsoft Corporation. All rights reserved. Microsoft, the Microsoft Dynamics logo, and the Microsoft Dynamics Ribbon logo are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Agosto 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:3500</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de expropiaciones hoja 1</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>2.1</p>
--	--	---	---	--	----------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------

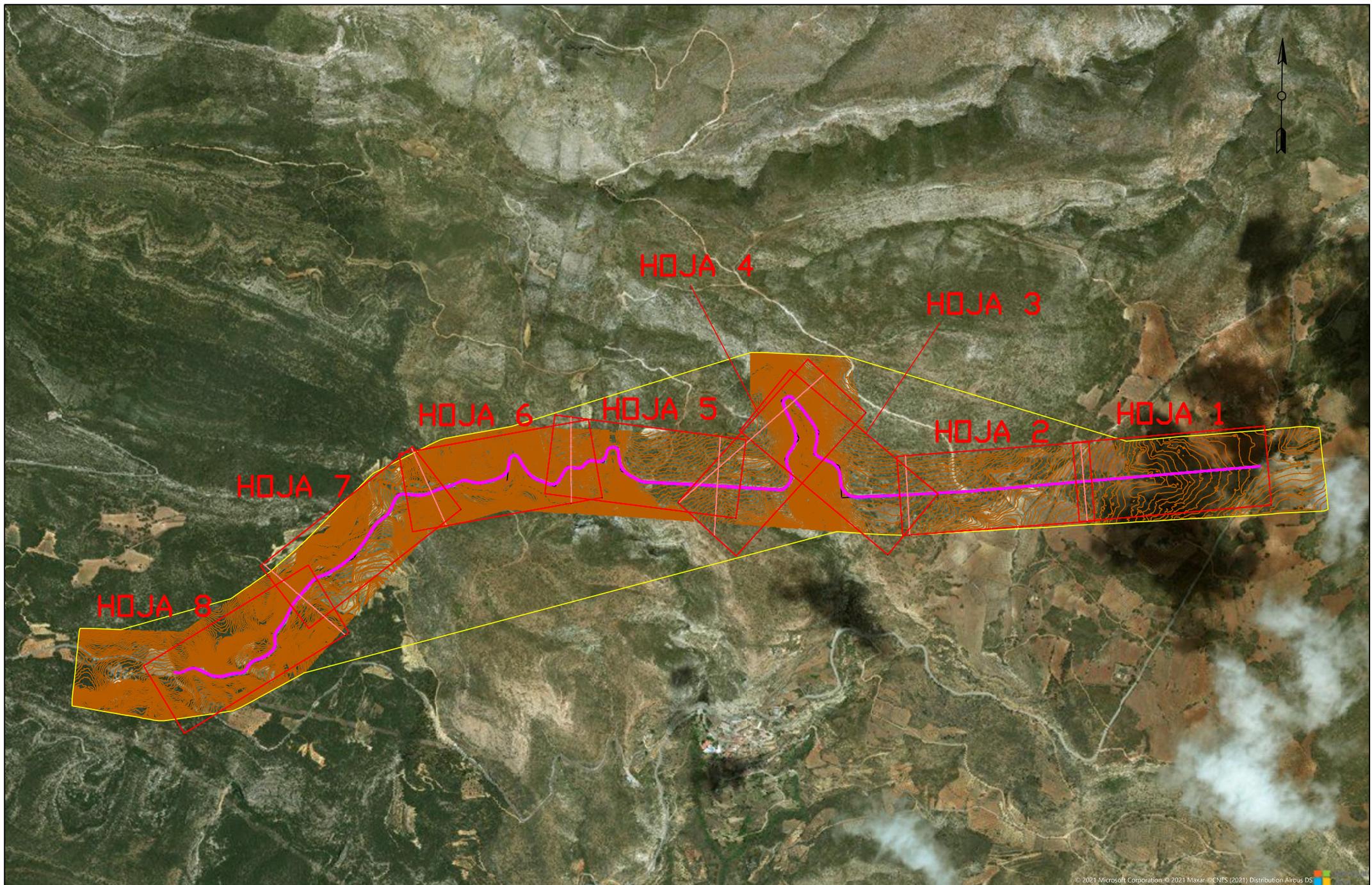


	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Agosto 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:3500</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de expropiaciones hoja 2</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>2.2</p>
--	--	--	---	--	----------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------



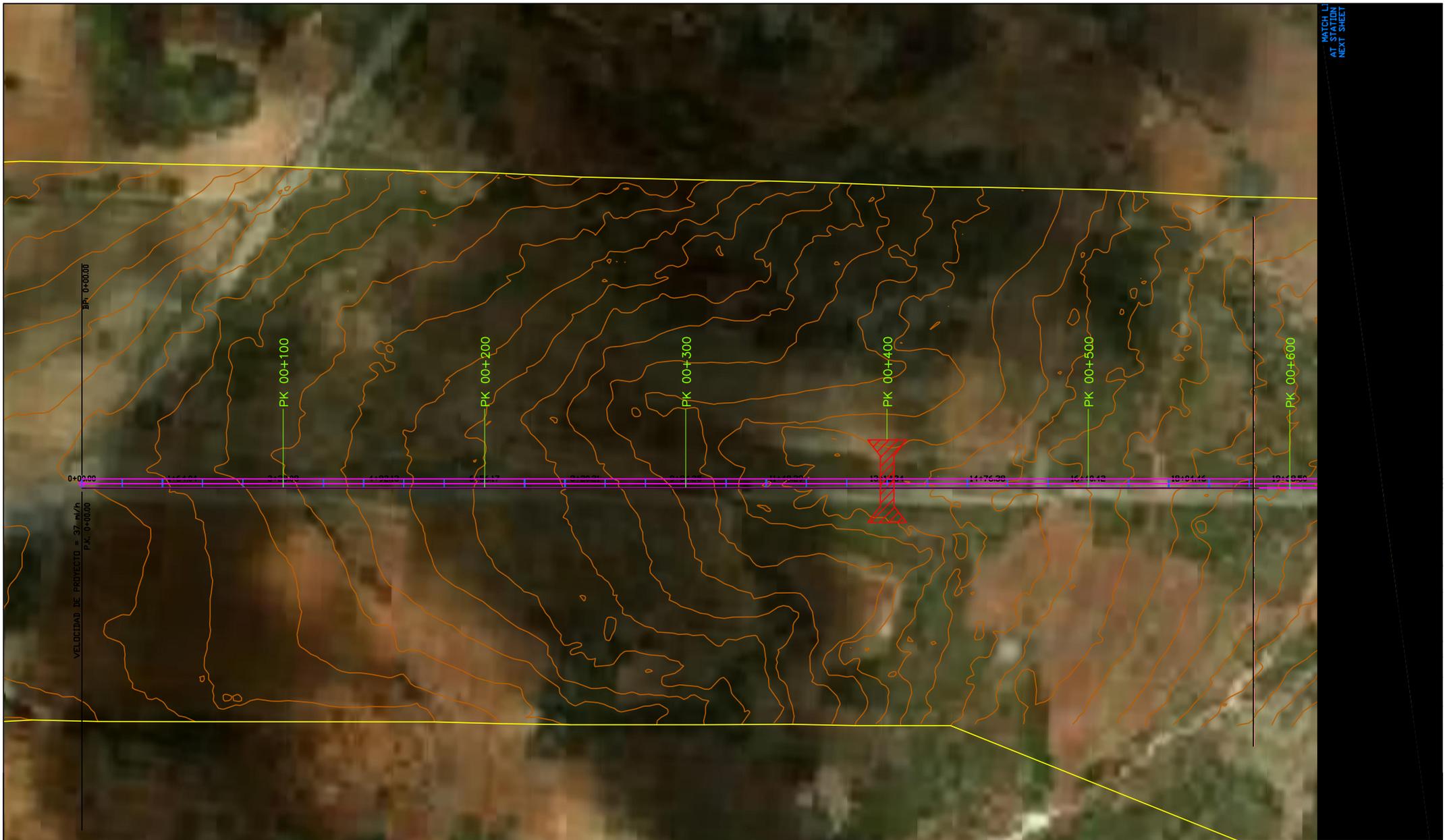
© 2021 Microsoft Corporation © 2021 Maxar ©CNES (2021) Distribution Airbus DS

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Agosto 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:3500</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de expropiaciones hoja 3</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>2.3</p>
--	--	---	---	--	----------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------



© 2021 Microsoft Corporation © 2021 Maxar © CNES (2021) Distribution Airbus DS

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de Ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Agosto 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:10.000</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Despliegue de hojas 1</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>3</p>
--	--	---	---	--	----------------------------------	--------------------------------	--	------------------------------



MATCH LINE  
AT STATION  
NEXT SHEET

-  Cuneta revestida.
-  Cuneta sin revestir.
-  Estructura de paso.
-  Obra de Drenaje Transversal.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Agosto 2021</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	<p>Título de plano: Plano de drenaje hoja 1</p>	<p>Nº de plano: 4.1</p>
--	--	---	--	---	-------------------------------	---------------------------	---	-----------------------------



MATCH LINE 2  
 AT STATION 01+30.00  
 NEXT SHEET NUMBER 3

1:14.00  
 BEB - 1



Universitat Politècnica de València  
 Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
 Jose Antonio Piedras Jorge

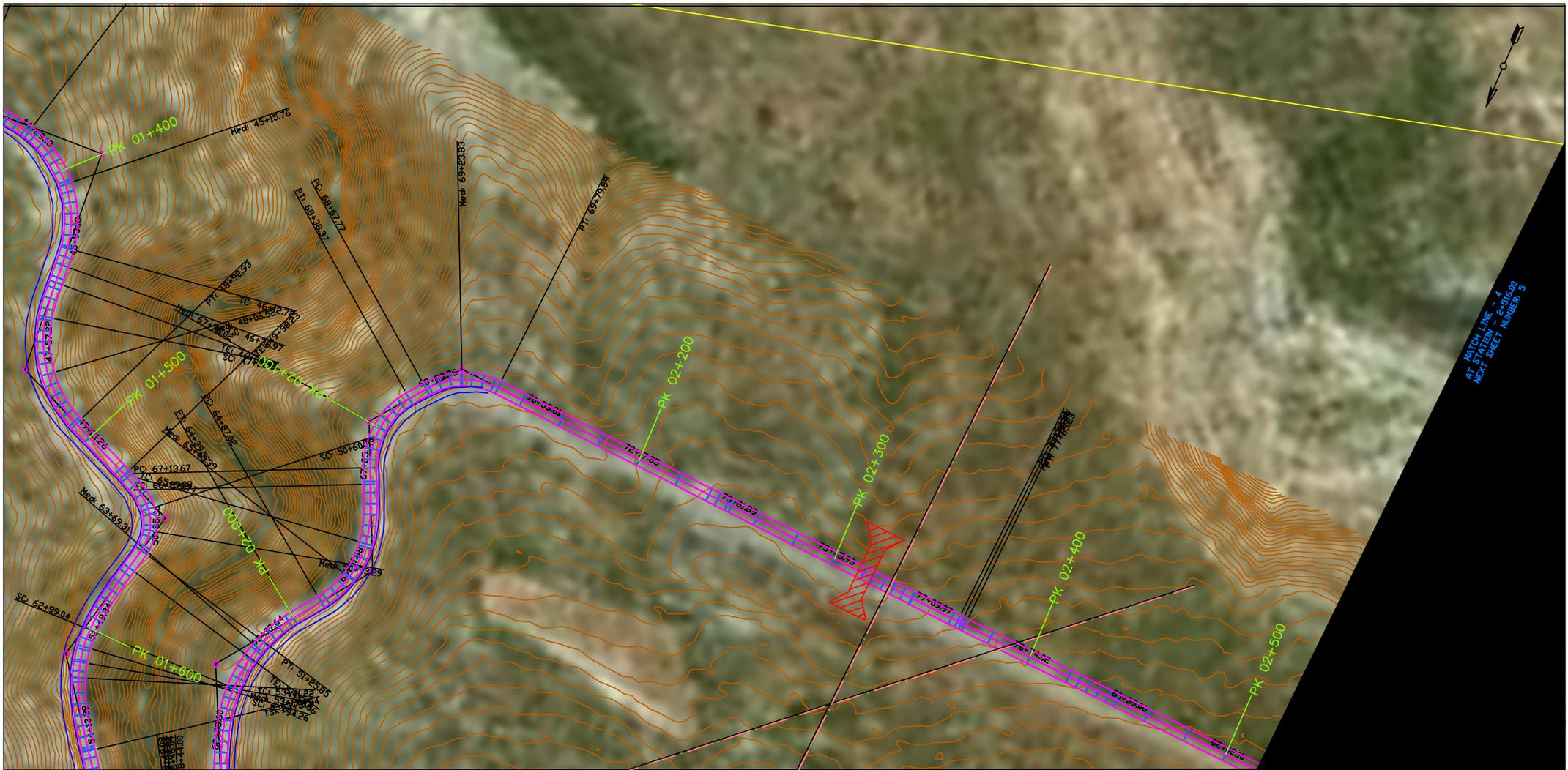
Título de Proyecto:  
 Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
 Agosto 2021

Escala:  
 1:1000

Título de plano:  
 Plano de drenaje hoja 2

Nº de plano:  
 4.2

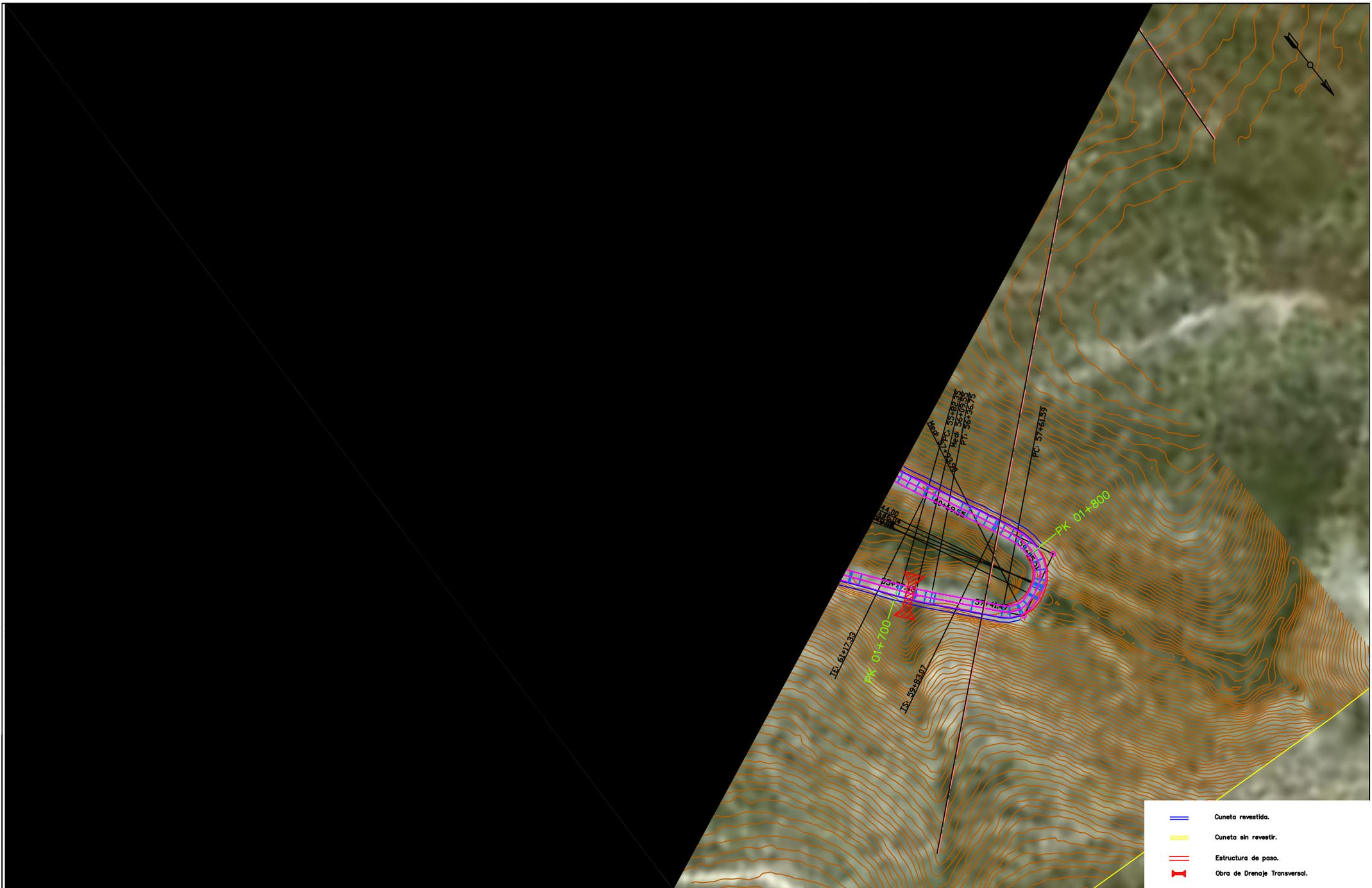


AT MATCH LINE - 4  
 AT STATION - 1+6346.00  
 NEXT SHEET NUMBER - 5

MATCH LINE - 3  
 AT STATION - 1+882.00  
 PREVIOUS SHEET NUMBER - 3

-  Cuneta revestida.
-  Cuneta sin revestir.
-  Estructura de paso.
-  Obra de Drenaje Transversal.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:          Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:          Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:          Agosto 2021</p>	<p>Escala:          1:1000</p>	<p>Título de plano:          Plano de drenaje hoja 3</p>	<p>Nº de plano:          4.3</p>
--	--	---	---	--	--	------------------------------------	--	--------------------------------------



Universitat Politècnica  
de València  
Escuela técnica superior de  
ingeniería de caminos, canales y  
puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras  
Jorge

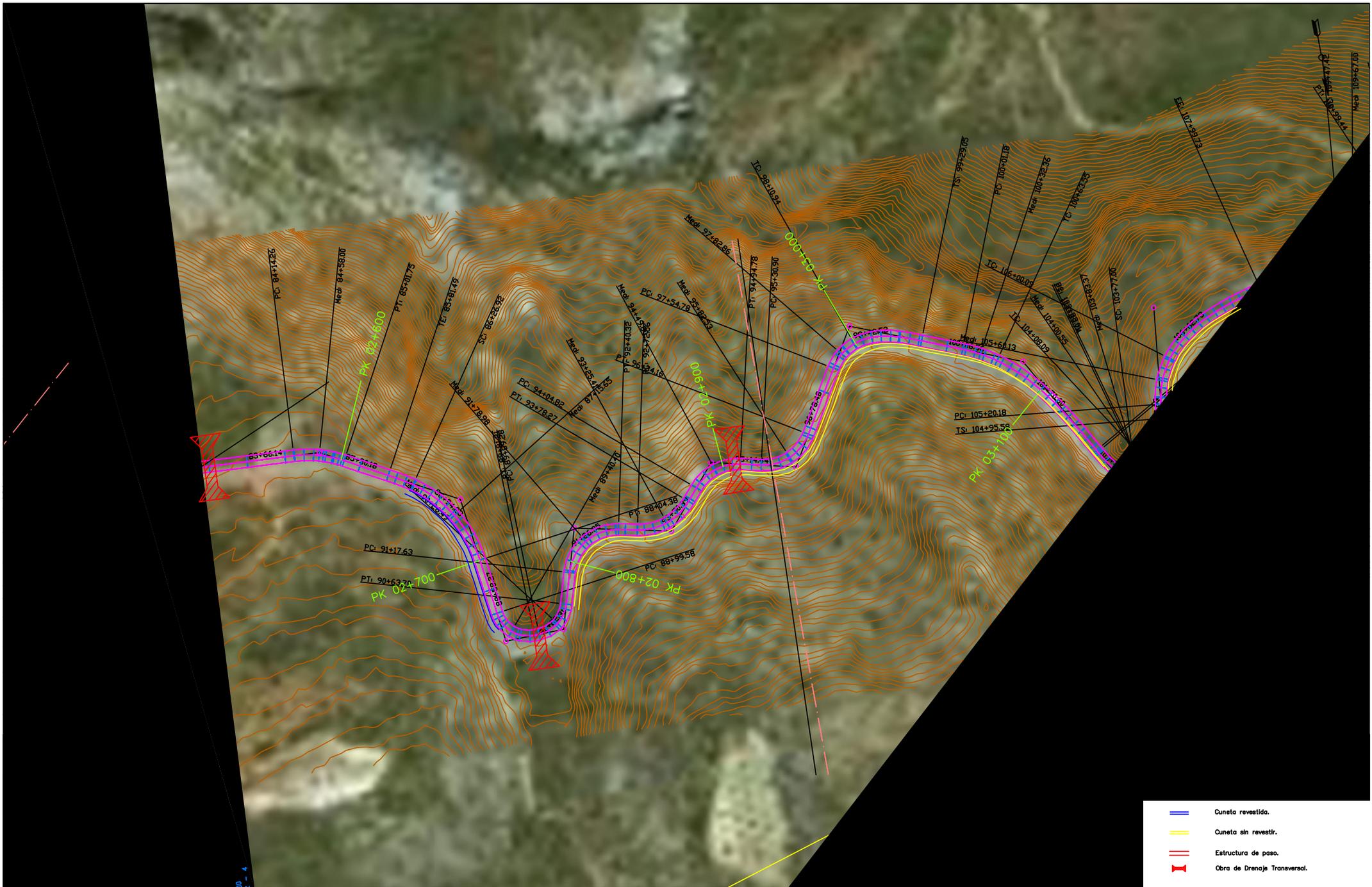
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre  
intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta  
(PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
1:1000

Título de plano:  
Plano de drenaje hoja 4

Nº de plano:  
4.4



Universitat Politècnica  
de València  
Escuela técnica superior de  
ingeniería de caminos, canales y  
puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras  
Jorge

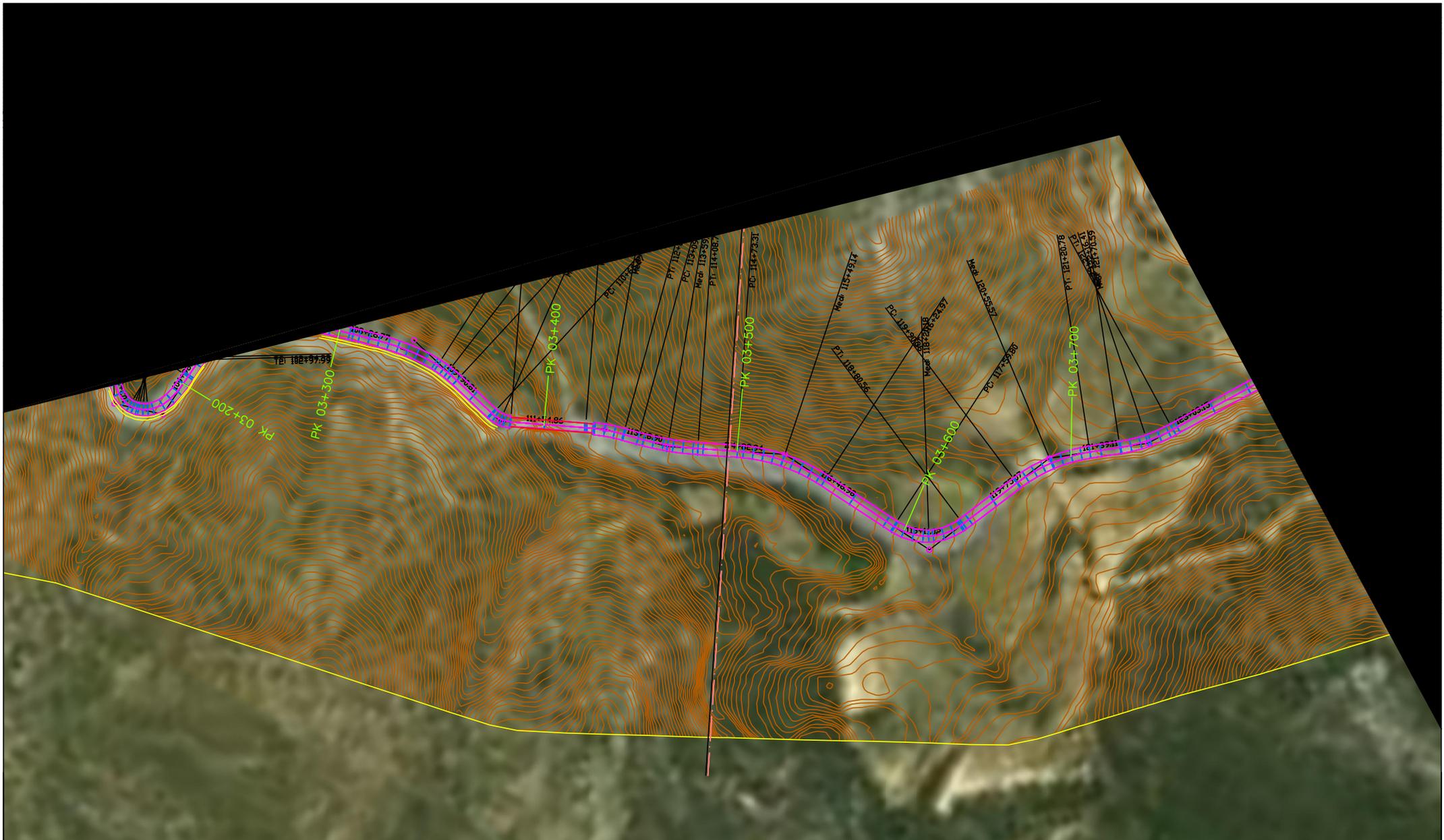
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre  
intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta  
(PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
1:1000

Título de plano:  
Plano de drenaje hoja 5

Nº de plano:  
4.5



-  Cuneta revestida.
-  Cuneta sin revestir.
-  Estructura de paso.
-  Obra de Drenaje Transversal.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Agosto 2021</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	<p>Título de plano: Plano de drenaje hoja 6</p>	<p>Nº de plano: 4.6</p>
--	--	---	--	---	-------------------------------	---------------------------	---	-----------------------------



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

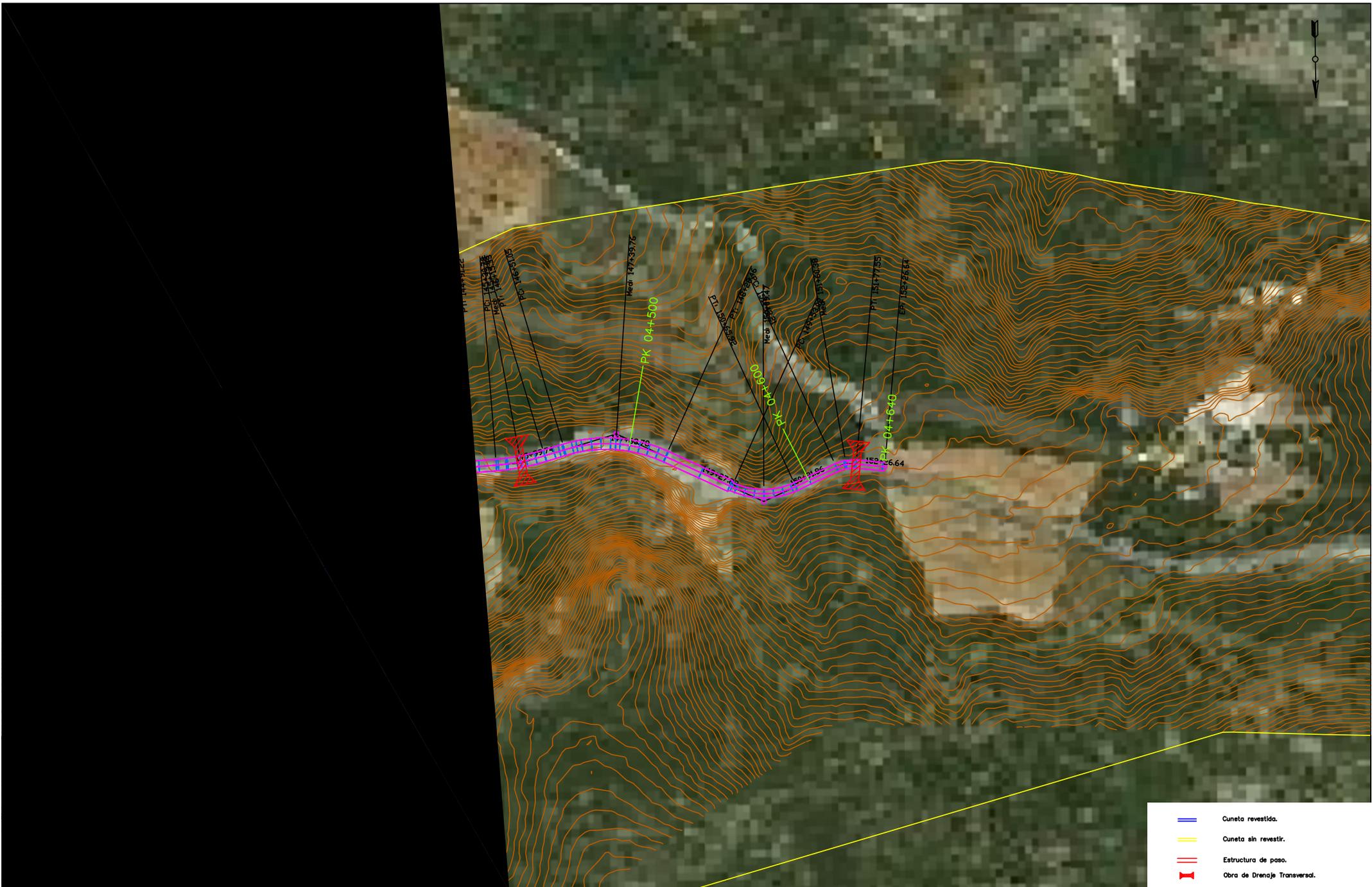
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
1:1000

Título de plano:  
Plano de drenaje hoja 7

Nº de plano:  
4.7



Universitat Politècnica de València  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

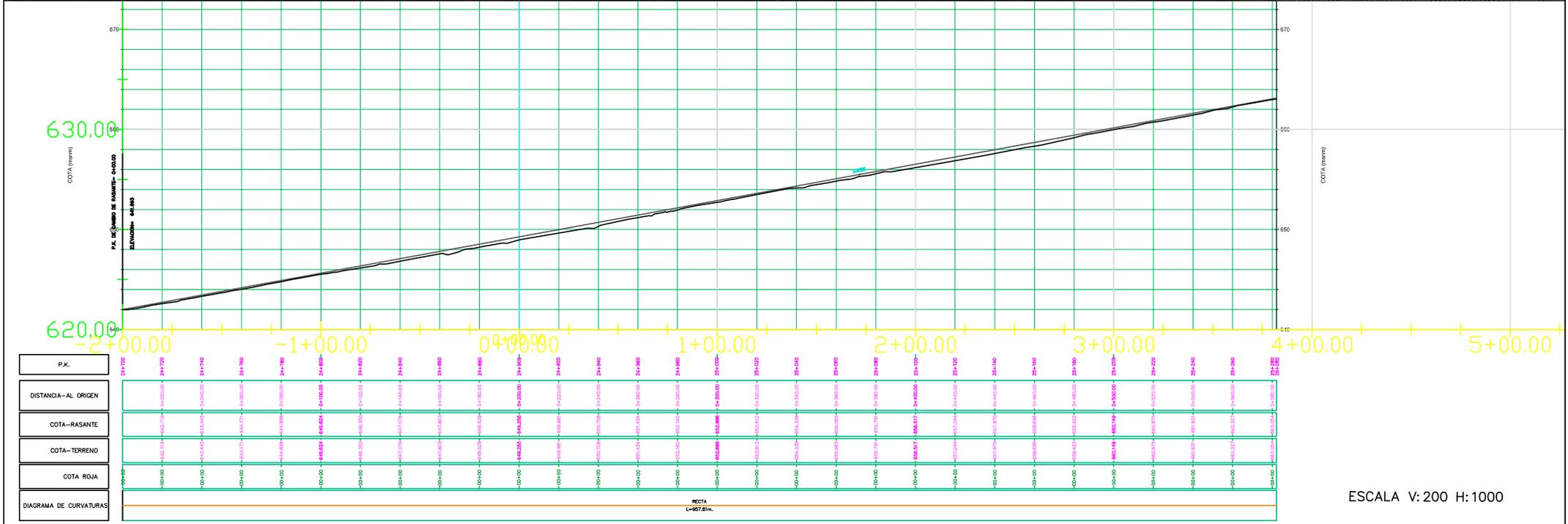
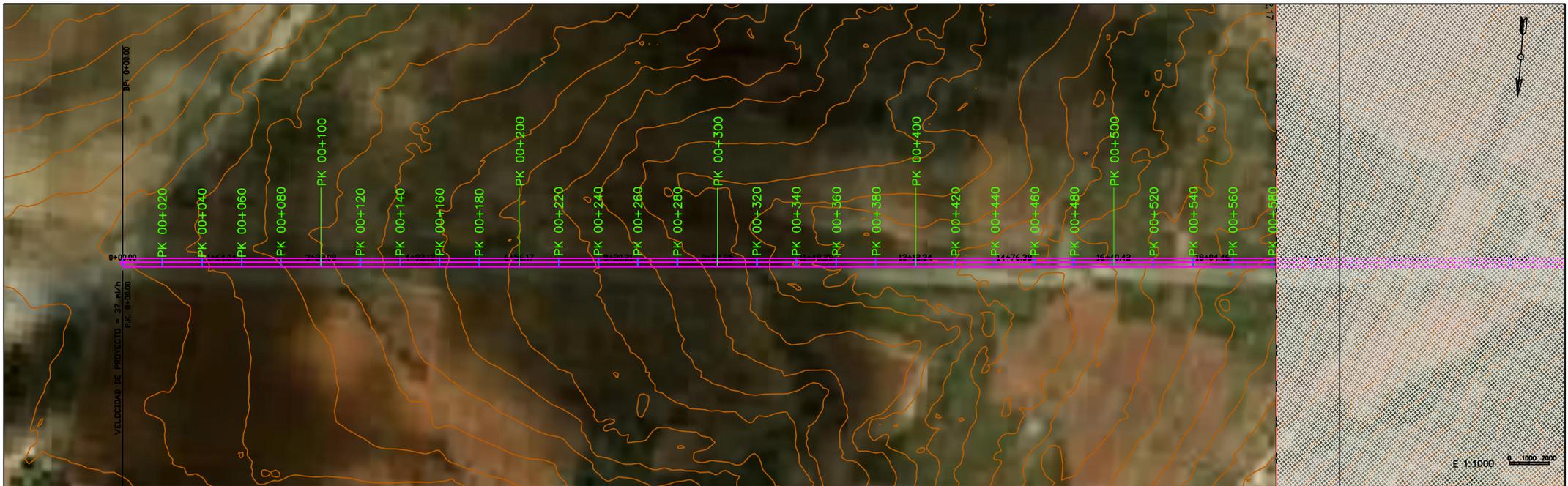
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
1:1000

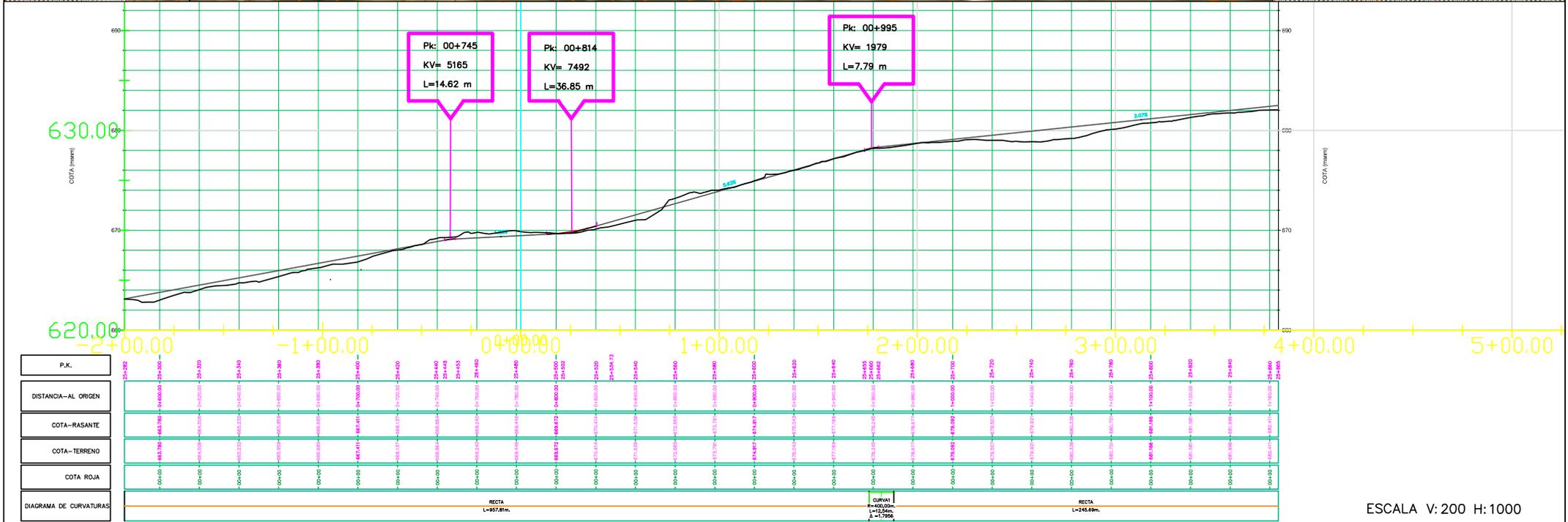
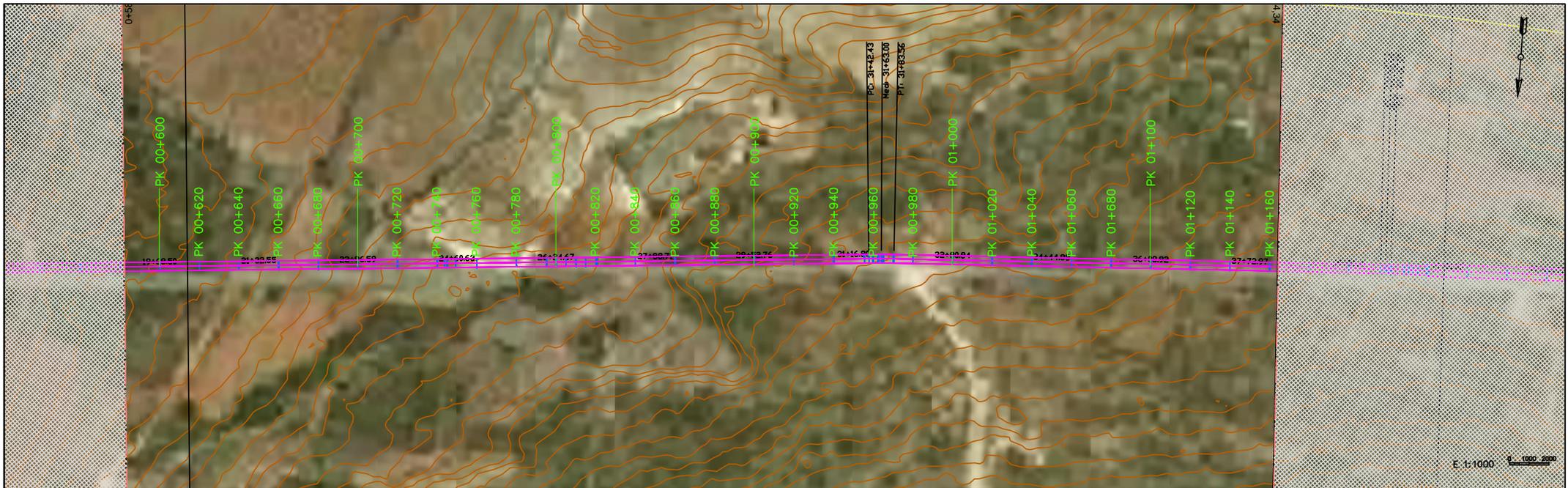
Título de plano:  
Plano de drenaje hoja 8

Nº de plano:  
4.8



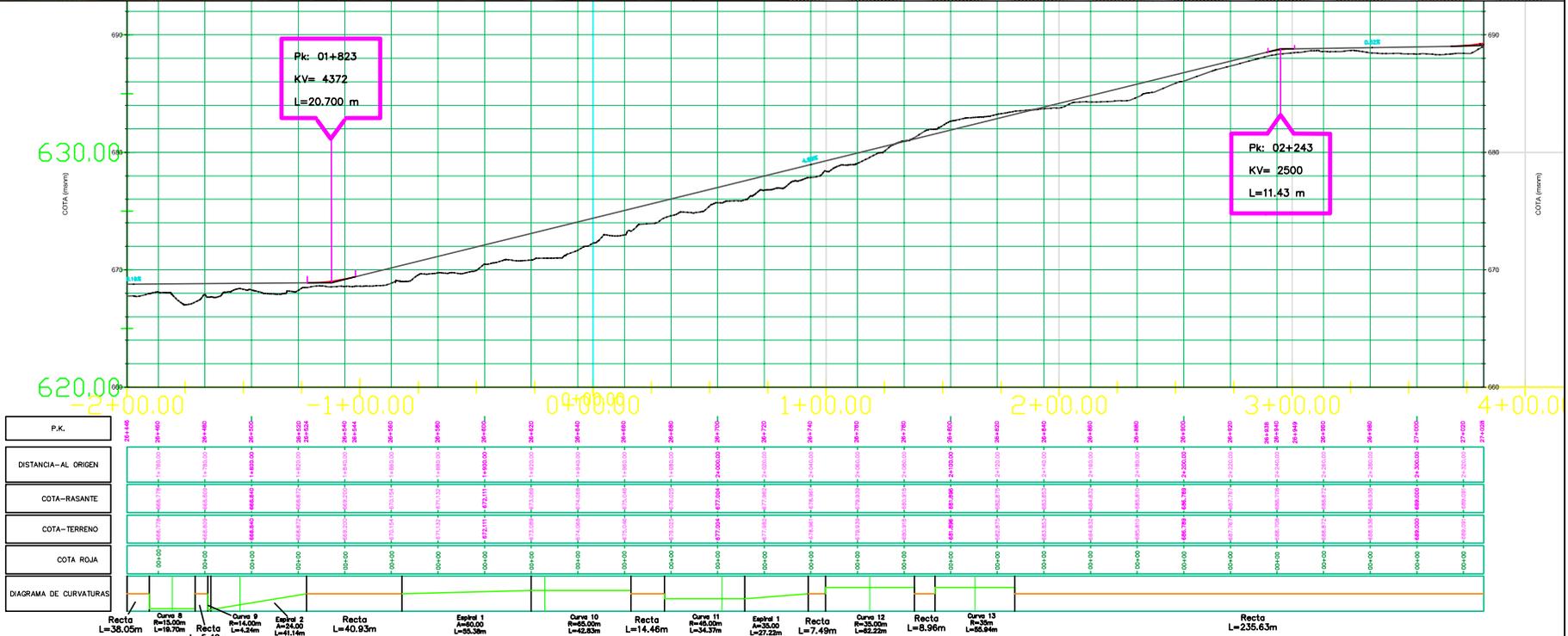
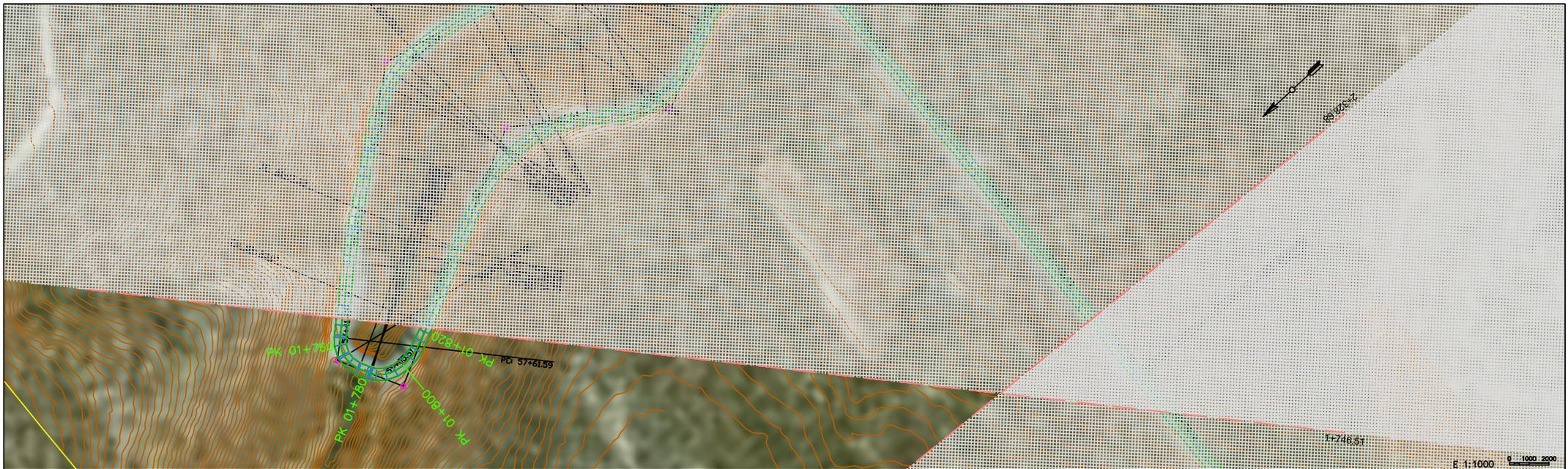
ESCALA V: 200 H: 1000

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Agosto 2021</p>	<p>Escala: Varias</p>	<p>Título de plano: Planta y perfil estado actual hoja 1</p>	<p>Nº de plano: 5.1</p>
--	--	--	--	---	-------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------



ESCALA V: 200 H: 1000





ESCALA V: 200 H: 1000



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

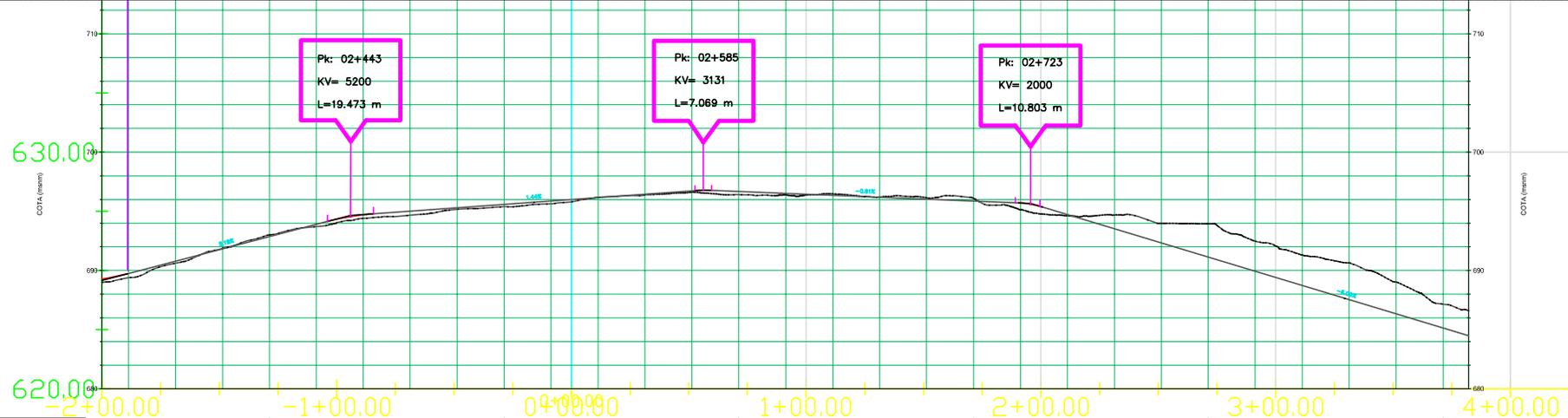
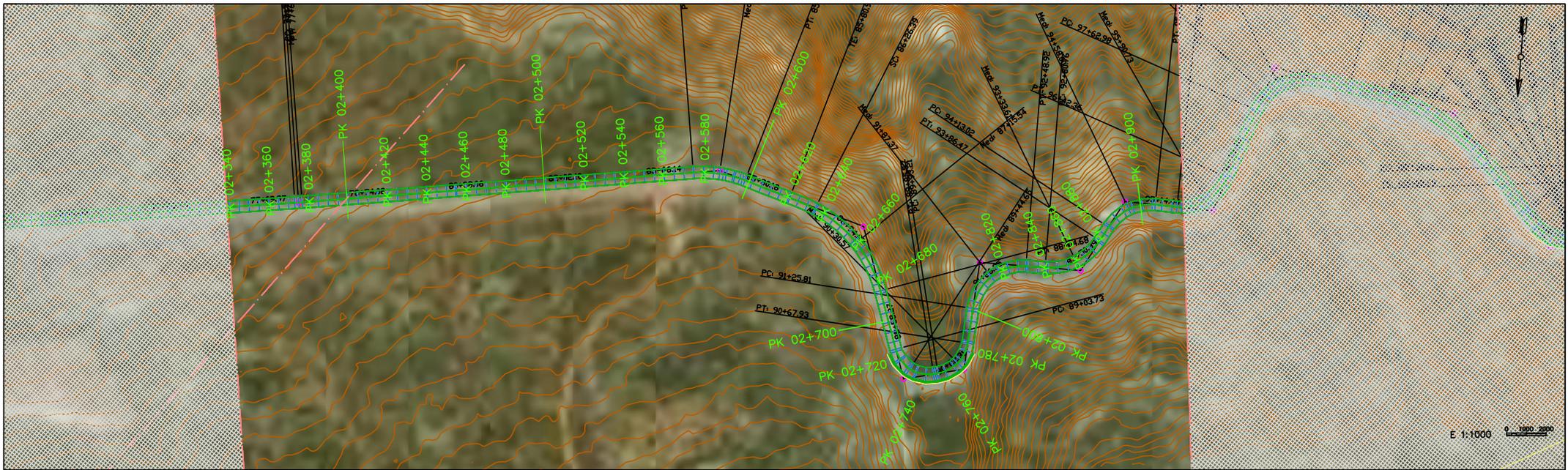
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
Varias

Título de plano:  
Planta y perfil alternativa 1 hoja 4

Nº de plano:  
5.4



P.K.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA RODA	DIAGRAMA DE CURVATURAS
271028	0+00.00	620.00	620.00	620.00	Recta L=233.63m
271044	0+10.00	621.00	621.00	621.00	Curva 14 R=400.00m L=3.74m
271060	0+20.00	622.00	622.00	622.00	Recta L=197.82m
271076	0+30.00	623.00	623.00	623.00	Curva 15 R=28.47m L=25.46m
271092	0+40.00	624.00	624.00	624.00	Recta L=24.14m
271108	0+50.00	625.00	625.00	625.00	Curva 16 R=50.00m L=13.85m
271124	1+00.00	626.00	626.00	626.00	Recta L=30.19m
271140	1+10.00	627.00	627.00	627.00	Curva 17 R=17.00m L=24.86m
271156	1+20.00	628.00	628.00	628.00	Recta L=2.33m
271172	1+30.00	629.00	629.00	629.00	Curva 18 R=18.00m L=17.64m
271188	1+40.00	630.00	630.00	630.00	Recta L=8.00m
271204	1+50.00	631.00	631.00	631.00	Recta L=9.70m
271220	2+00.00	632.00	632.00	632.00	Curva 20 R=30.00m L=81.83m
271236	2+10.00	633.00	633.00	633.00	Recta L=8.09m
271252	2+20.00	634.00	634.00	634.00	Curva 21 R=25.00m L=27.49m
271268	2+30.00	635.00	635.00	635.00	Recta L=11.01m
271284	2+40.00	636.00	636.00	636.00	Curva 22 R=30.00m L=31.47m

ESCALA V: 200 H: 1000



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

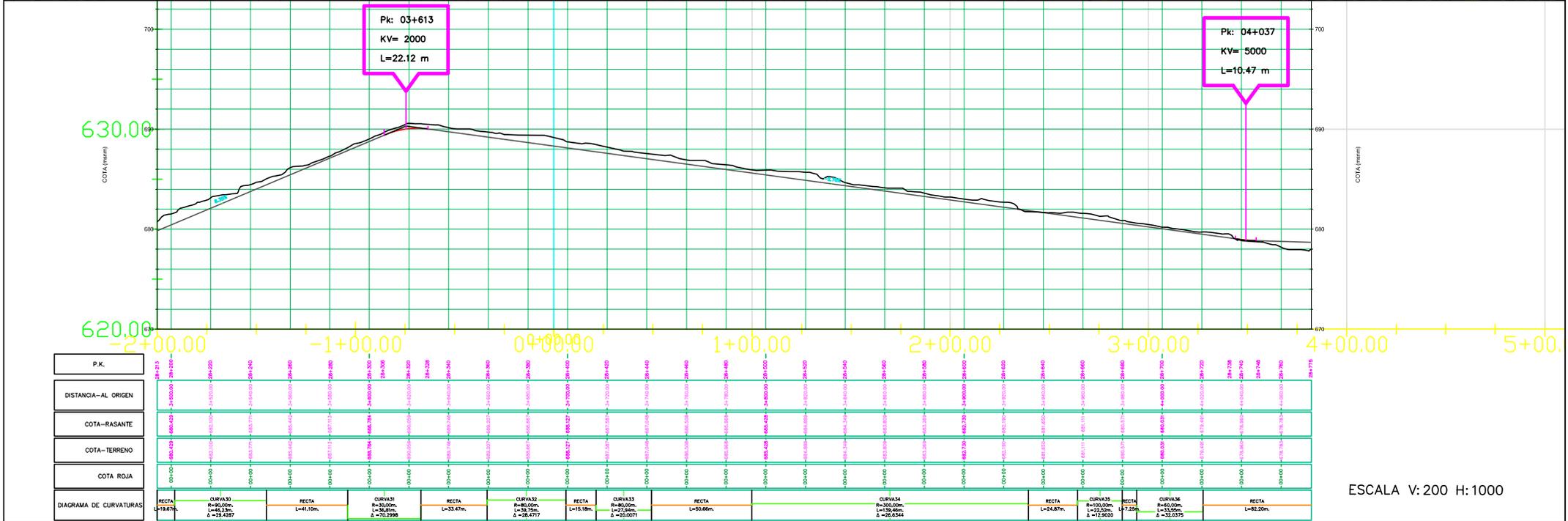
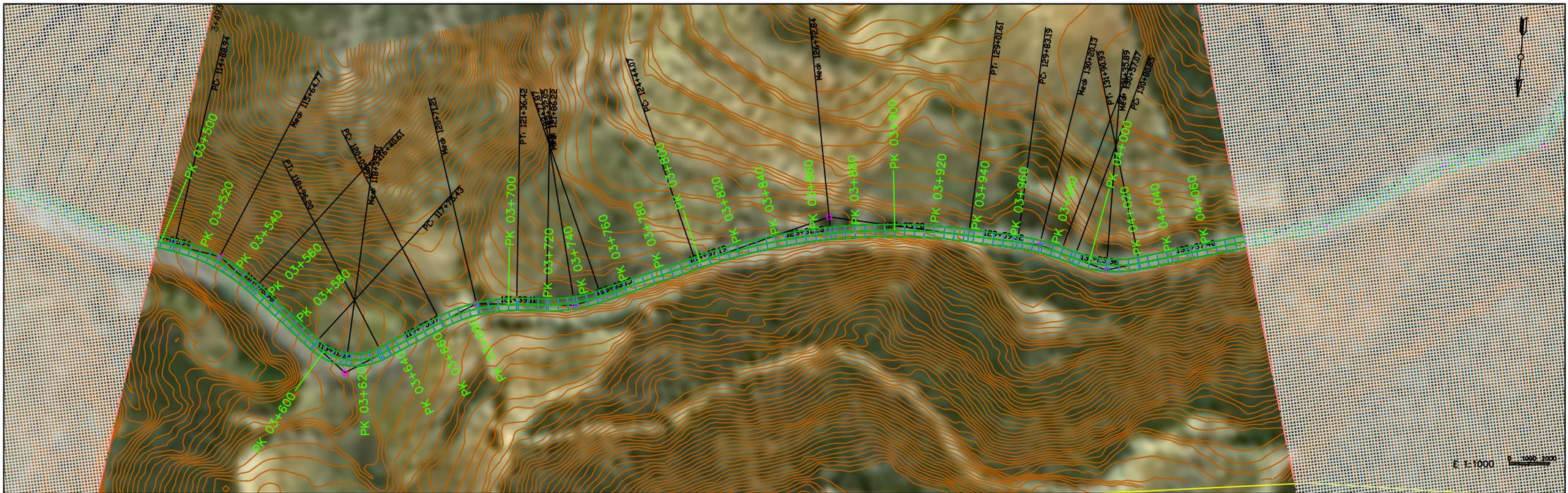
Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
Varias

Título de plano:  
Planta y perfil estado actual hoja 5

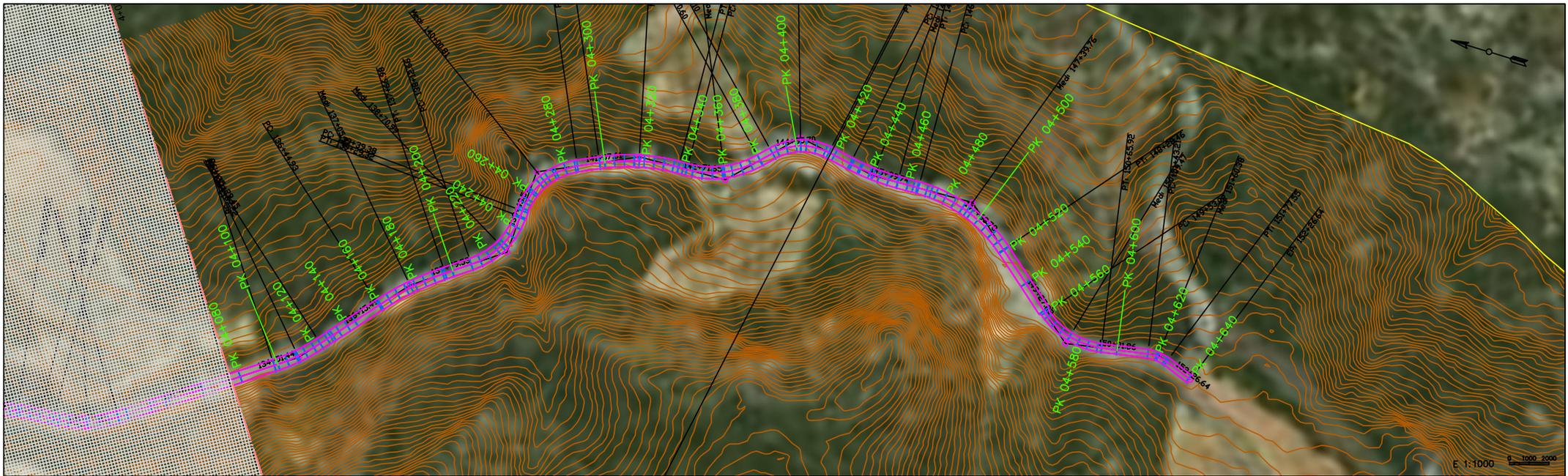
Nº de plano:  
5.5





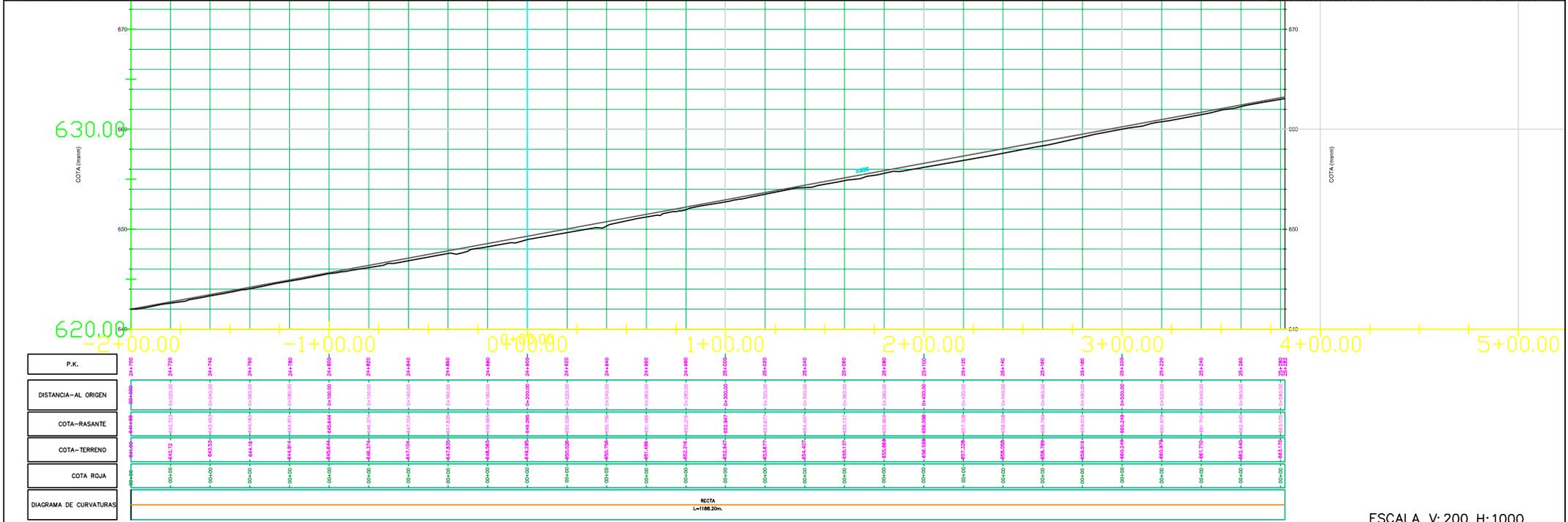
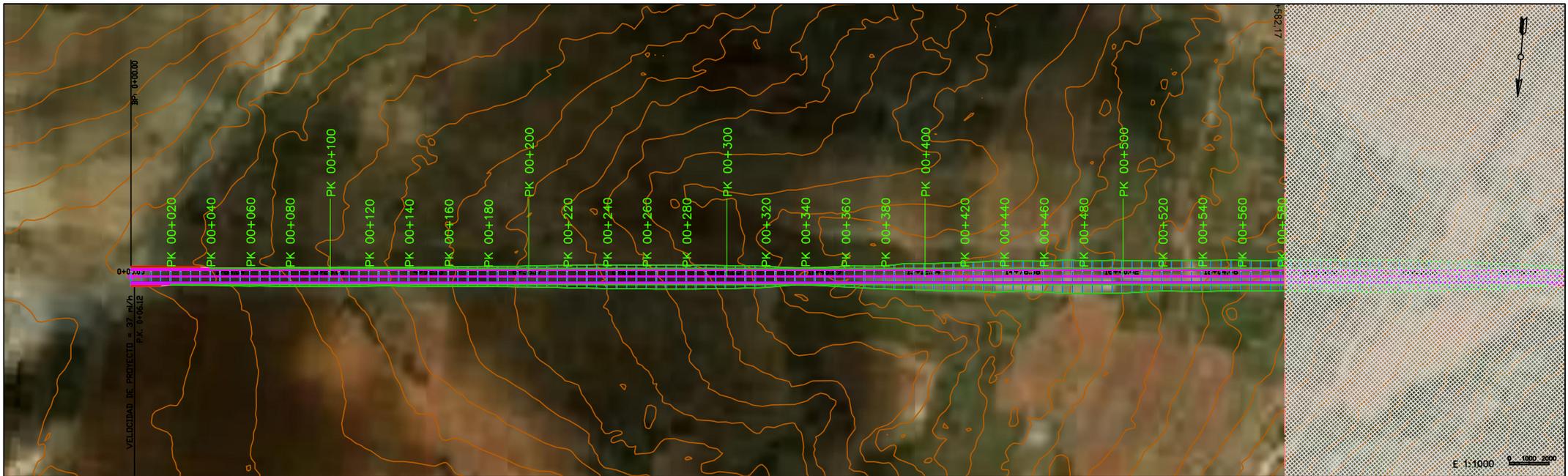
P.K.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA ROJA	DIAGRAMA DE CURVATURAS
29+213	0+000.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=19.67m
29+250	0+040.00	620.00	620.00	620.00	CURVA30 R=80.00m L=44.03m Δ=-24.627
29+297	0+087.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=41.10m
29+334	0+124.00	620.00	620.00	620.00	CURVA31 R=30.00m L=36.87m Δ=-70.299
29+371	0+161.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=33.47m
29+408	0+198.00	620.00	620.00	620.00	CURVA32 R=80.00m L=38.70m Δ=-28.477
29+445	0+235.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=15.18m
29+482	0+272.00	620.00	620.00	620.00	CURVA33 R=80.00m L=37.86m Δ=-20.007
29+519	0+309.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=50.66m
29+556	0+346.00	620.00	620.00	620.00	CURVA34 R=80.00m L=38.46m Δ=-28.634
29+593	0+383.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=24.87m
29+630	0+420.00	620.00	620.00	620.00	CURVA35 R=100.00m L=22.50m Δ=-12.902
29+667	0+457.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=7.25m
29+704	0+494.00	620.00	620.00	620.00	CURVA36 R=60.00m L=33.55m Δ=-32.037
29+741	0+531.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=81.20m
29+778	0+568.00	620.00	620.00	620.00	

ESCALA V: 200 H: 1000



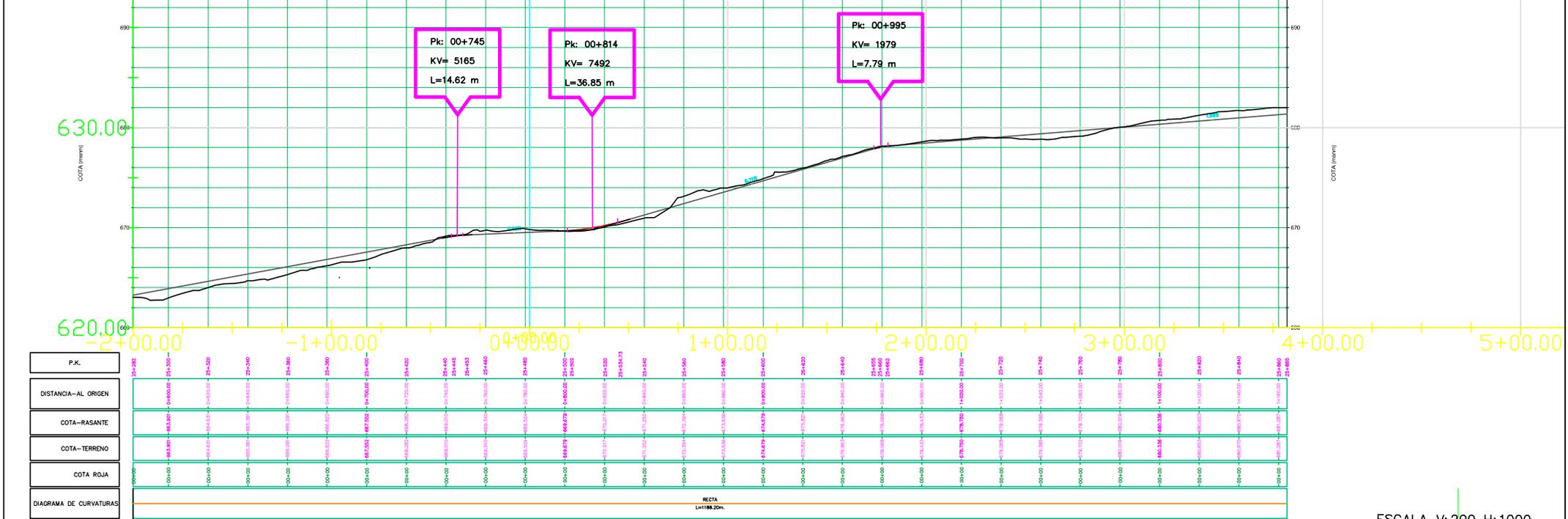
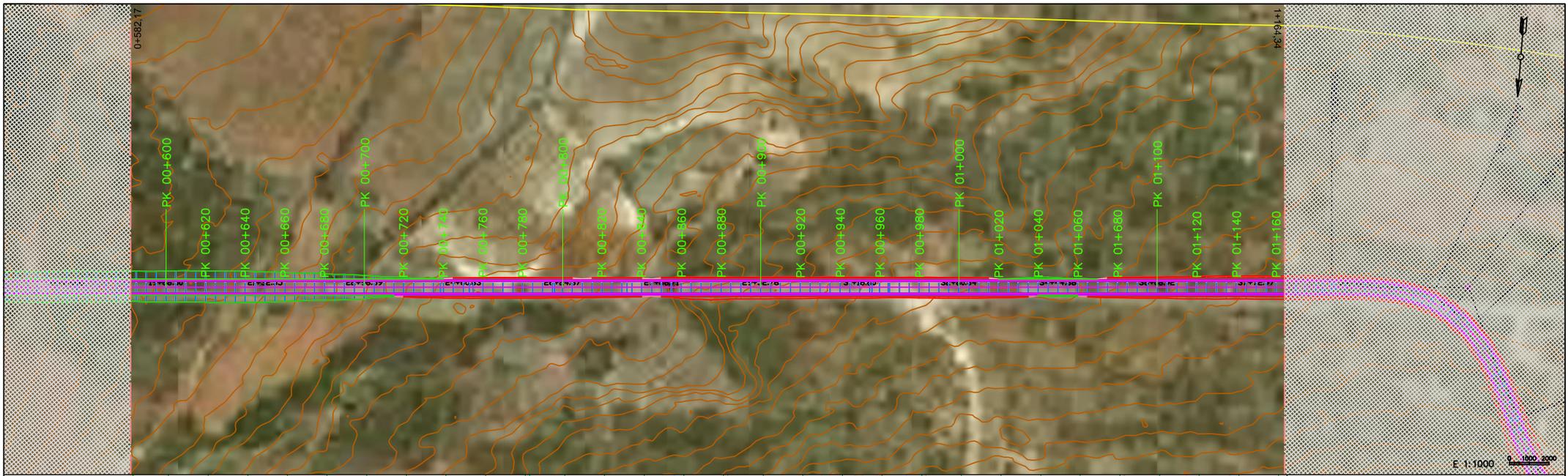
PK.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA ROJA	DIAGRAMA DE CURVATURAS
04+000	0.0000	625.00	625.00	625.00	RECTA L=82.20m
04+050	50.0000	625.50	625.50	625.50	CURVA 37 R=100.00m L=37.00m A=+1.750%
04+100	100.0000	626.00	626.00	626.00	RECTA L=35.20m
04+150	150.0000	626.50	626.50	626.50	CURVA 38 R=100.00m L=38.00m A=+1.750%
04+200	200.0000	627.00	627.00	627.00	RECTA L=13.92m
04+250	250.0000	627.50	627.50	627.50	CURVA 39 R=100.00m L=39.00m A=+1.750%
04+300	300.0000	628.00	628.00	628.00	RECTA L=3.07m
04+350	350.0000	628.50	628.50	628.50	CURVA 40 R=100.00m L=40.00m A=+1.750%
04+400	400.0000	629.00	629.00	629.00	RECTA L=11.25m
04+450	450.0000	629.50	629.50	629.50	CURVA 41 R=100.00m L=41.00m A=+1.750%
04+500	500.0000	630.00	630.00	630.00	RECTA L=4.39m
04+550	550.0000	630.50	630.50	630.50	CURVA 42 R=100.00m L=42.00m A=+1.750%
04+600	600.0000	631.00	631.00	631.00	RECTA L=7.16m
04+650	650.0000	631.50	631.50	631.50	CURVA 43 R=100.00m L=43.00m A=+1.750%
04+700	700.0000	632.00	632.00	632.00	RECTA L=12.04m
04+750	750.0000	632.50	632.50	632.50	CURVA 44 R=100.00m L=44.00m A=+1.750%
04+800	800.0000	633.00	633.00	633.00	RECTA L=10.89m
04+850	850.0000	633.50	633.50	633.50	CURVA 45 R=100.00m L=45.00m A=+1.750%
04+900	900.0000	634.00	634.00	634.00	RECTA L=37.97m
04+950	950.0000	634.50	634.50	634.50	CURVA 46 R=100.00m L=46.00m A=+1.750%
05+000	1000.0000	635.00	635.00	635.00	RECTA L=23.56m
05+050	1050.0000	635.50	635.50	635.50	CURVA 47 R=100.00m L=47.00m A=+1.750%
05+100	1100.0000	636.00	636.00	636.00	RECTA L=14.96m

ESCALA V: 200 H: 1000

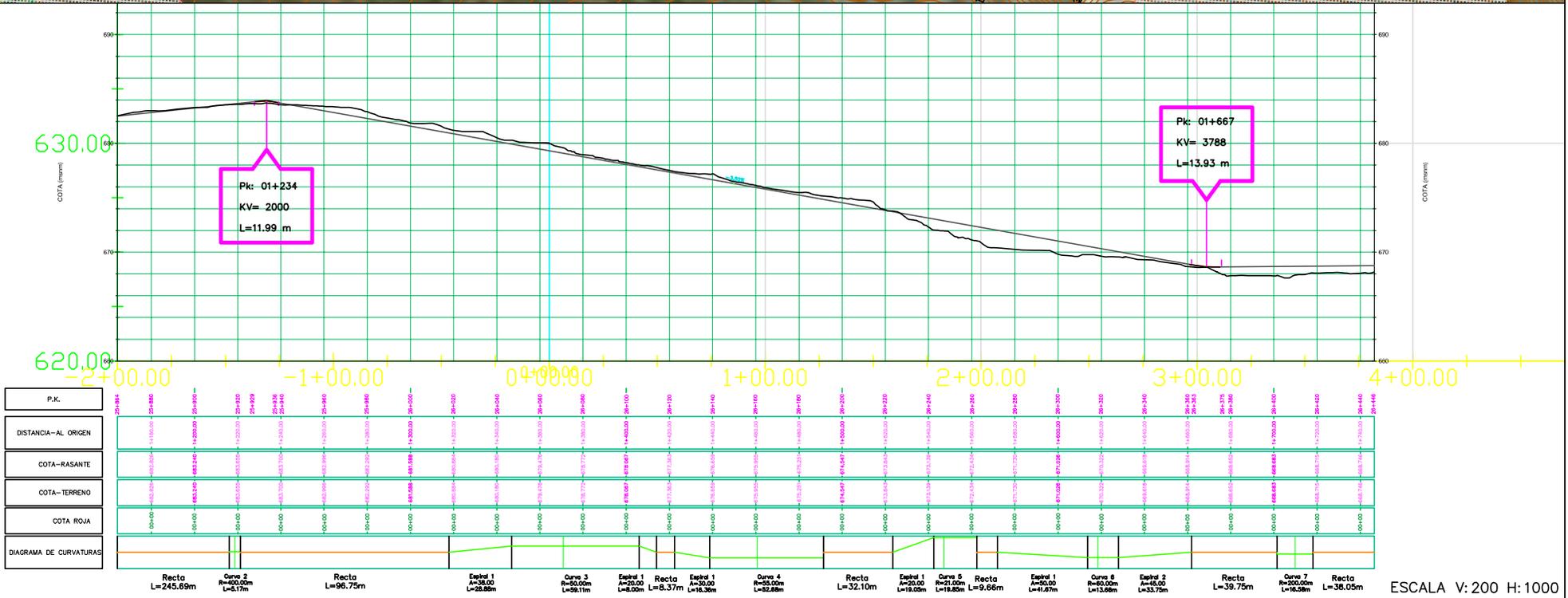
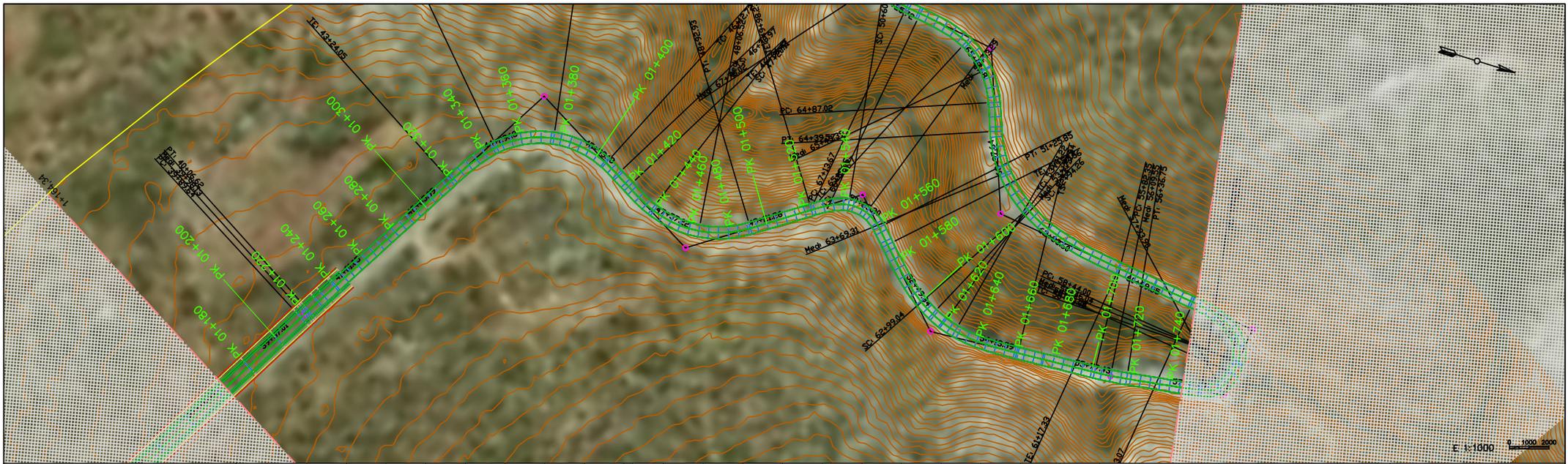


ESCALA V:200 H:1000

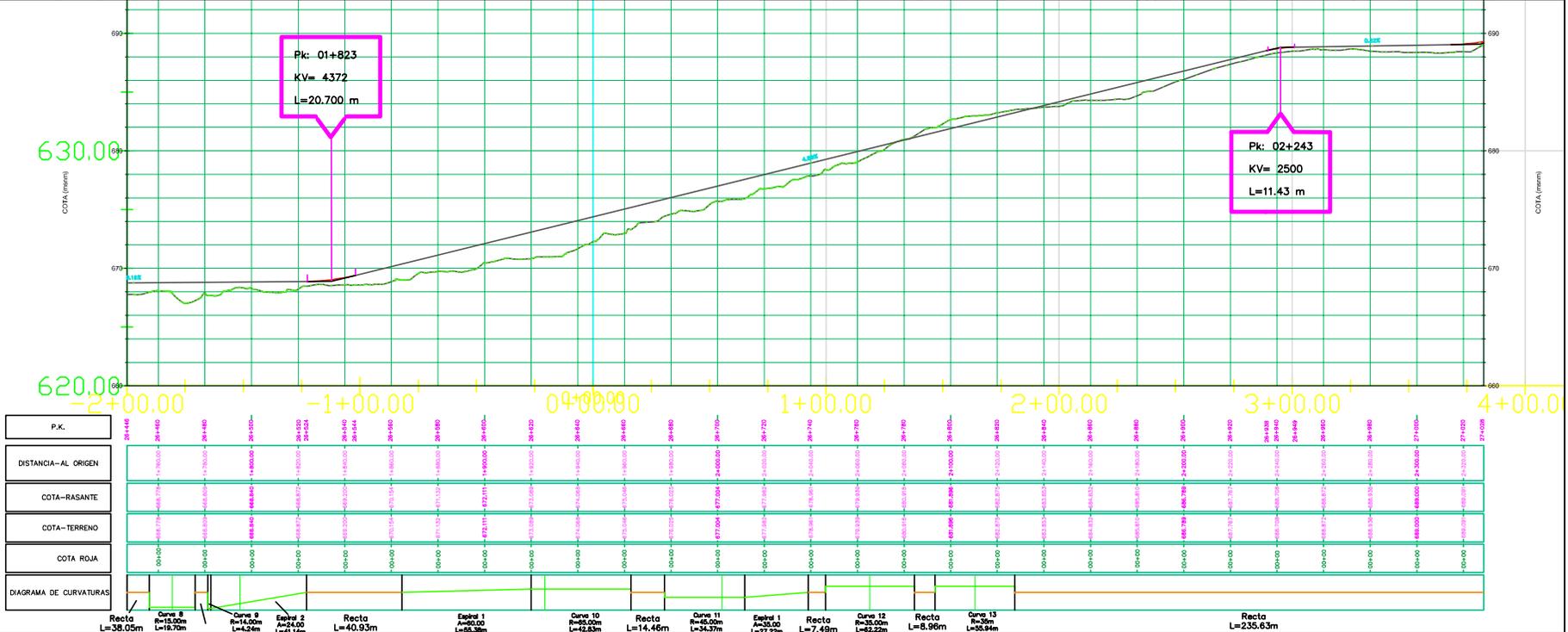
	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Agosto 2021</p>	<p>Escala: Varias</p>	<p>Título de plano: Planta y perfil alternativa 1 hoja 1</p>	<p>Nº de plano: 6.1</p>
--	--	--	--	---	-------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------



ESCALA V: 200 H: 1000



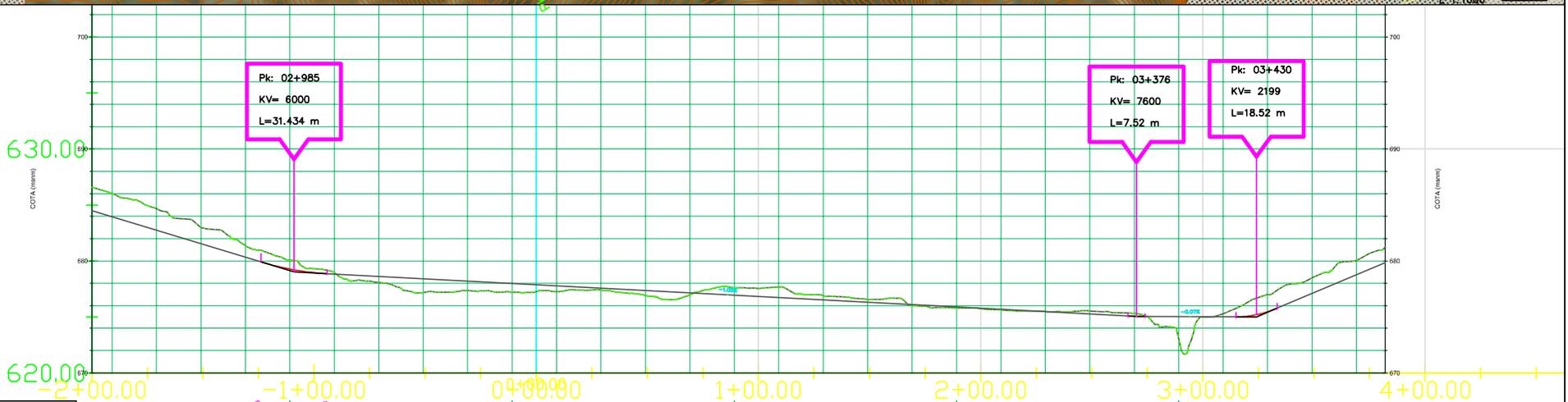
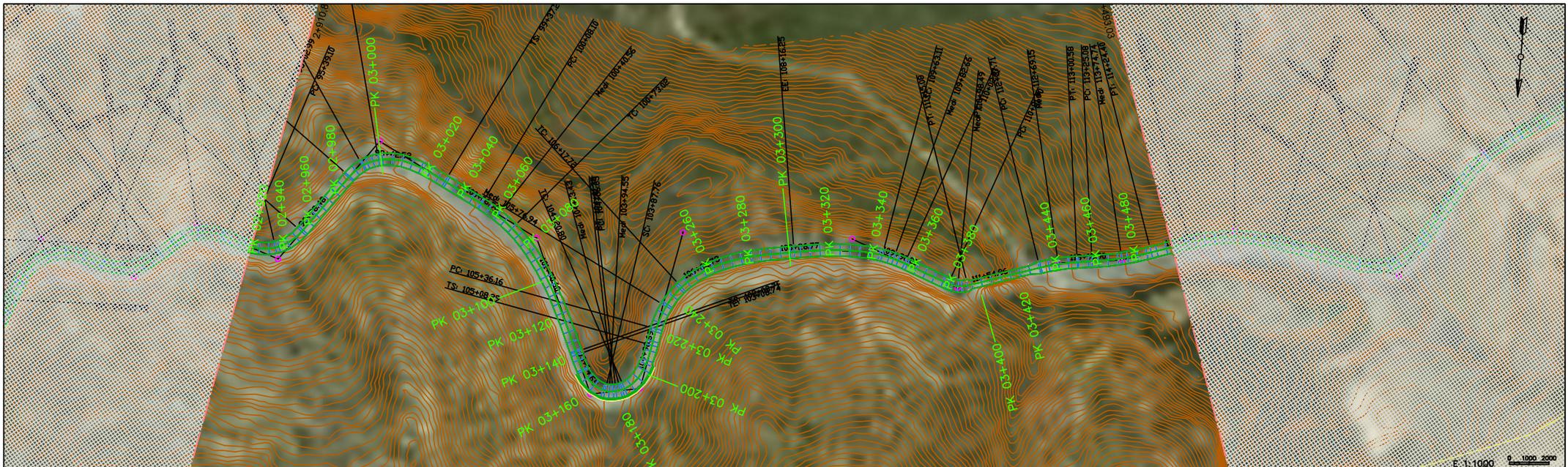
ESCALA V: 200 H: 1000



ESCALA V: 200 H: 1000

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Agosto 2021</p>	<p>Escala: Varias</p>	<p>Título de plano: Planta y perfil alternativa 1 hoja 4</p>	<p>Nº de plano: 6.4</p>
--	--	--	--	---	-------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------





P.K.	02+000	02+100	02+200	02+300	02+400	02+500	02+600	02+700	02+800	02+900	03+000	03+100	03+200	03+300	03+400	03+500	03+600
DISTANCIA-AL ORIGEN	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
COTA-RASANTE	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00
COTA-TERRENO	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00
COTA ROJA	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00	620.00

CURVA22 R=25.00m L=31.47m Δ=72.124	RECTA L=36.77m	CURVA23 R=25.00m L=17.12m Δ=39.297	ESPIRAL A=30.00m L=36.00m	RECTA L=21.60m	CURVA24 R=80.00m L=19.78m Δ=14.174	ESPIRAL A=70.00m L=70.31m	RECTA L=1.53m	ESPIRAL A=17.00m L=24.08m Δ=4.146	CURVA25 R=15.00m L=26.87m Δ=1.43m	ESPIRAL A=20.00m L=26.87m	RECTA L=8.49m	ESPIRAL A=52.18m L=90.51m	ESPIRAL A=44.83m L=44.76m	RECTA L=24.29m	CURVA27 R=10.00m L=10.11m Δ=38.629	RECTA L=37.35m	CURVA28 R=100.00m L=19.18m Δ=11.987	RECTA L=7.47m	CURVA29 R=100.00m L=30.27m Δ=16.67m	RECTA L=19.67m
Curve 22	Recta	Curve 23	Espiral 1	Recta	Curve 24	Espiral 1	Recta	Curve 25	Espiral 2	Recta	Curve 26	Espiral	Espiral	Recta	Curve 27	Recta	Curve 28	Recta	Curve 29	Recta

ESCALA V: 200 H: 1000



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

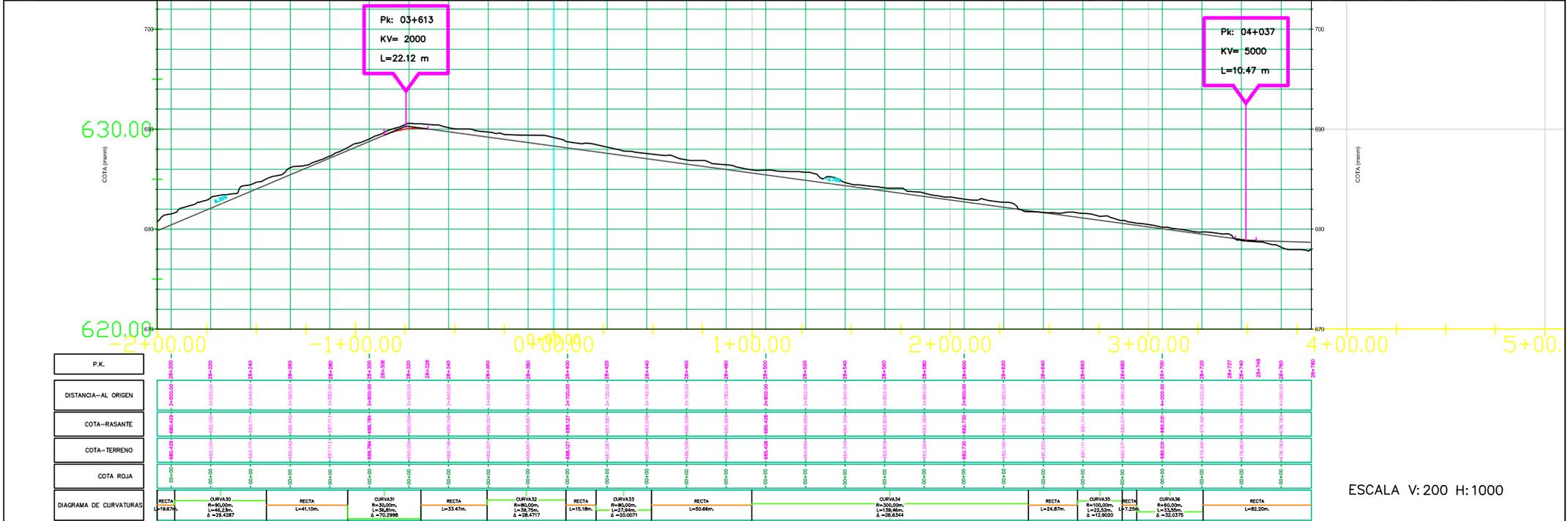
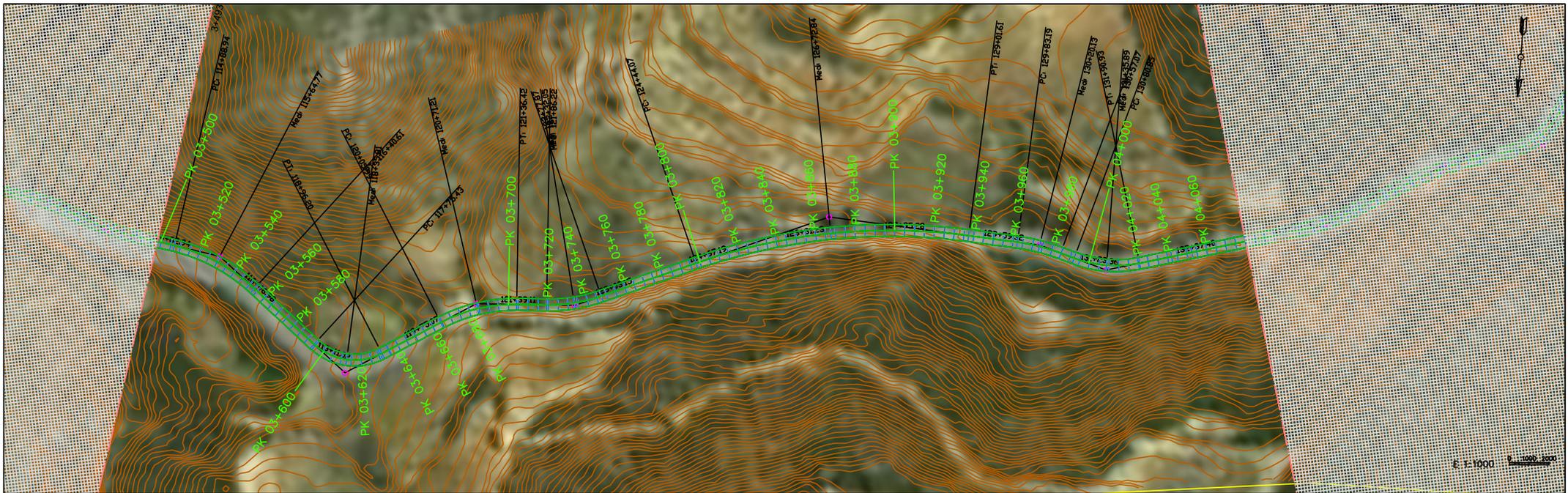
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

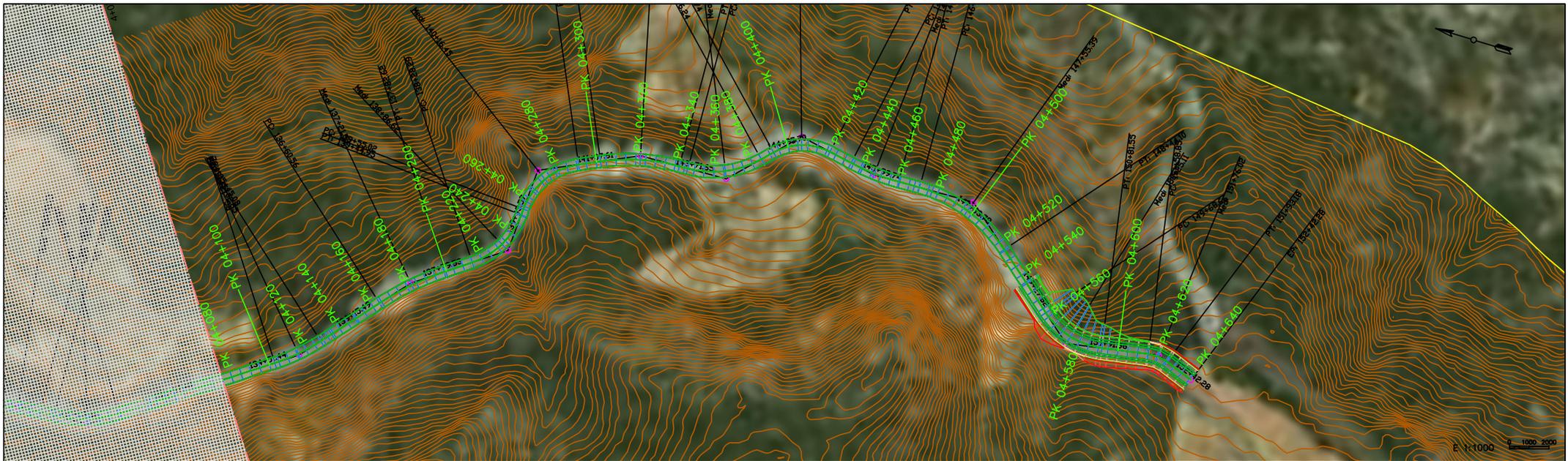
Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
Varias

Título de plano:  
Planta y perfil alternativa 1 hoja 6

Nº de plano:  
6.6





E 1:1000



P.K.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA ROJA	DIAGRAMA DE CURVATURAS
04+00.00	0.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=82.20m
04+10.00	10.00	620.00	620.00	620.00	Curva 37 R=100.00m L=14.75m
04+20.00	20.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=35.20m
04+30.00	30.00	620.00	620.00	620.00	Curva 38 R=100.00m L=14.21m
04+40.00	40.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=13.92m
04+50.00	50.00	620.00	620.00	620.00	Curva 39 R=40.00m L=3.07m
04+60.00	60.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=3.07m
04+70.00	70.00	620.00	620.00	620.00	Curva 40 R=30.00m L=3.49m
04+80.00	80.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=11.25m
04+90.00	90.00	620.00	620.00	620.00	Curva 41 R=100.00m L=4.09m
05+00.00	100.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=4.39m
05+10.00	110.00	620.00	620.00	620.00	Curva 42 R=30.00m L=3.28m
05+20.00	120.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=7.16m
05+30.00	130.00	620.00	620.00	620.00	Curva 43 R=30.00m L=28.60m
05+40.00	140.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=12.04m
05+50.00	150.00	620.00	620.00	620.00	Curva 44 R=30.00m L=25.79m
05+60.00	160.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=10.89m
05+70.00	170.00	620.00	620.00	620.00	Curva 45 R=70.00m L=84.07m
05+80.00	180.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=37.97m
05+90.00	190.00	620.00	620.00	620.00	Curva 46 R=40.00m L=34.41m
06+00.00	200.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=23.56m
06+10.00	210.00	620.00	620.00	620.00	Curva 47 R=40.00m L=14.96m
06+20.00	220.00	620.00	620.00	620.00	RECTA L=14.96m

ESCALA V: 200 H: 1000



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

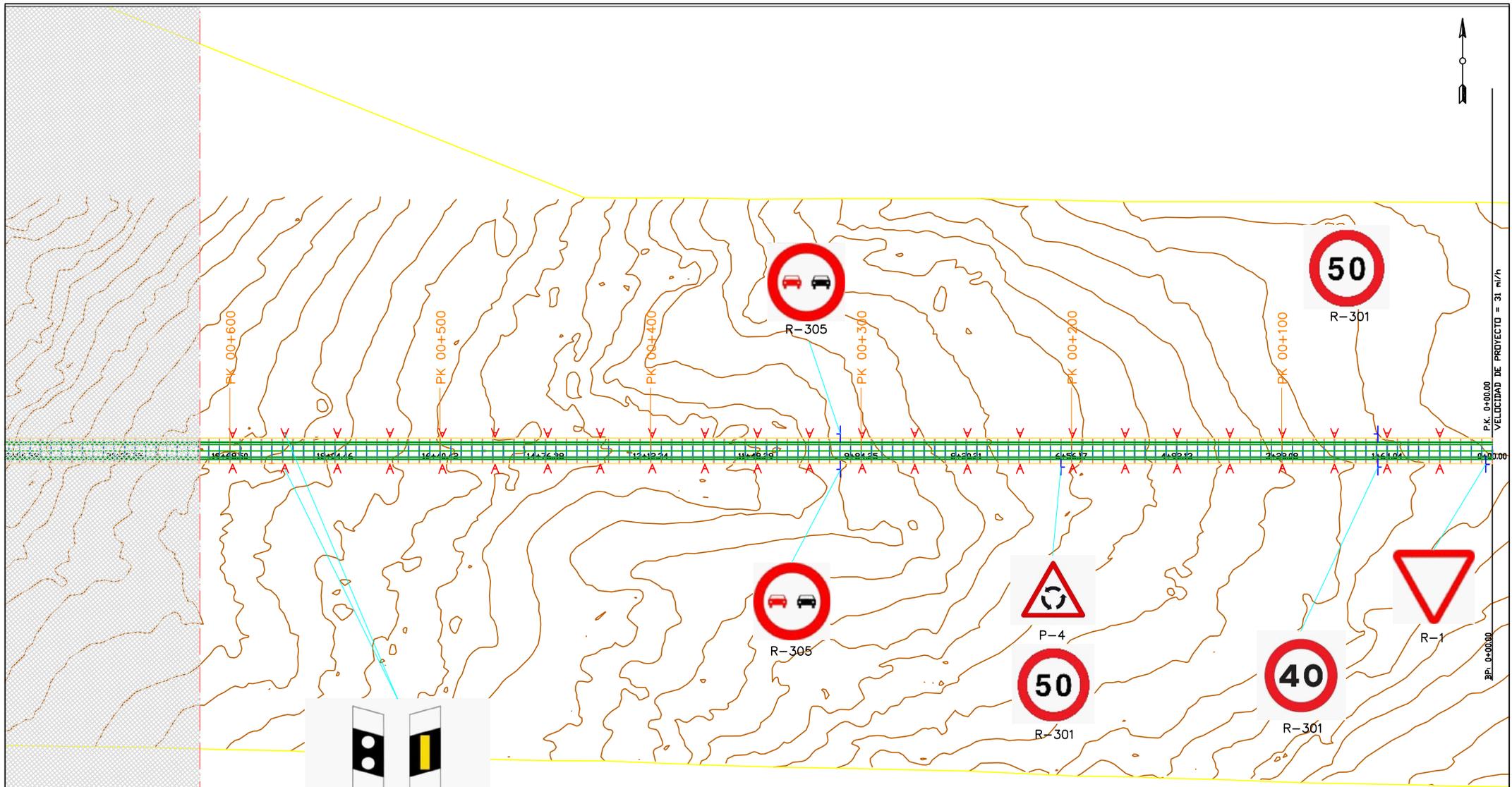
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

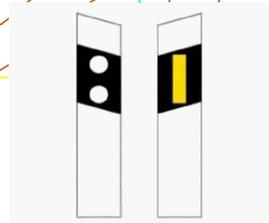
Escala:  
Varias

Título de plano:  
Planta y perfil alternativa 1 hoja 8

Nº de plano:  
6.8

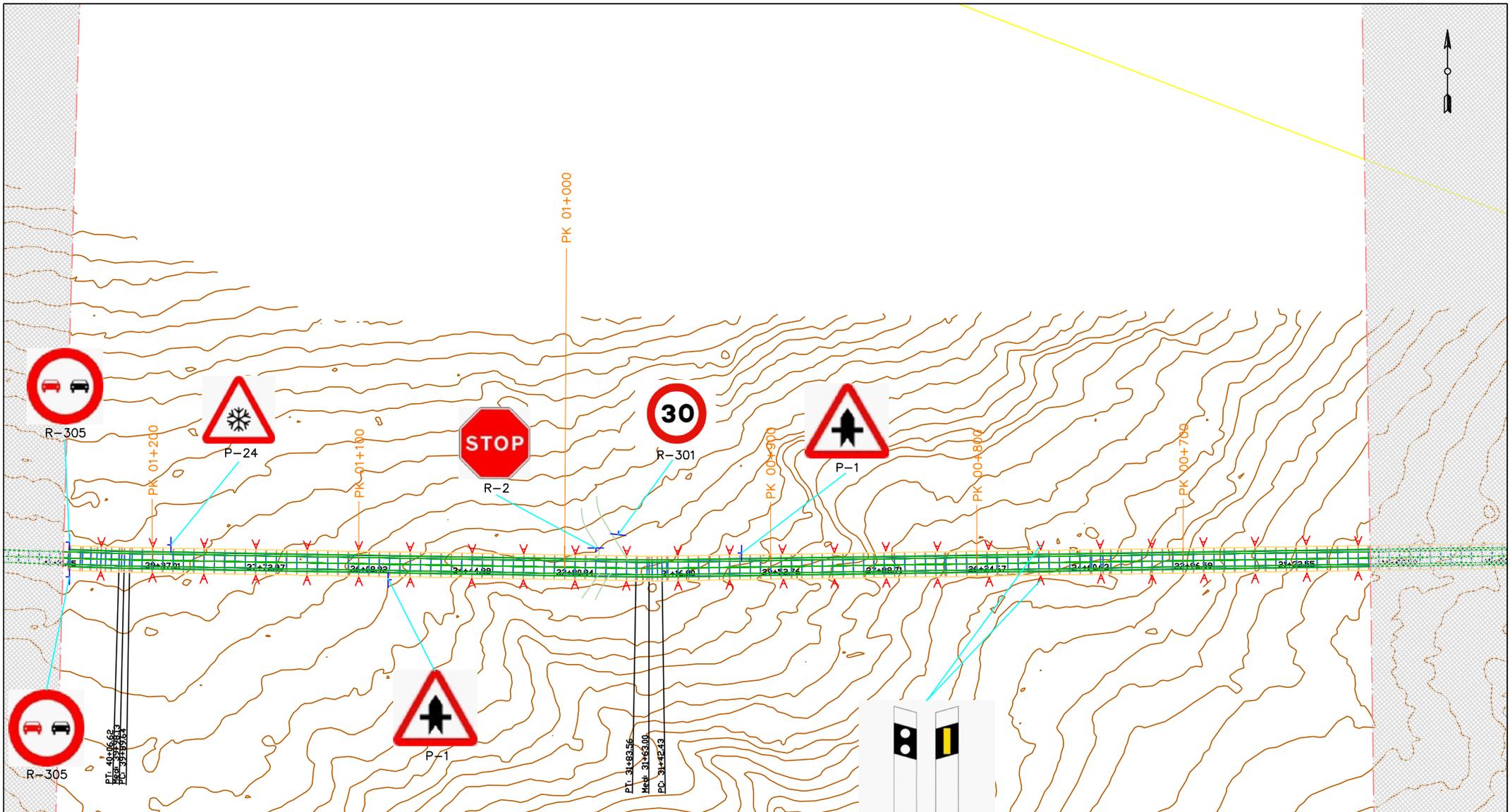


P.K. 0+00.00  
VELOCIDAD DE PROYECTO = 31 m/h  
B.P. 0+00.00



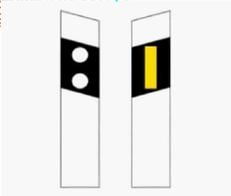
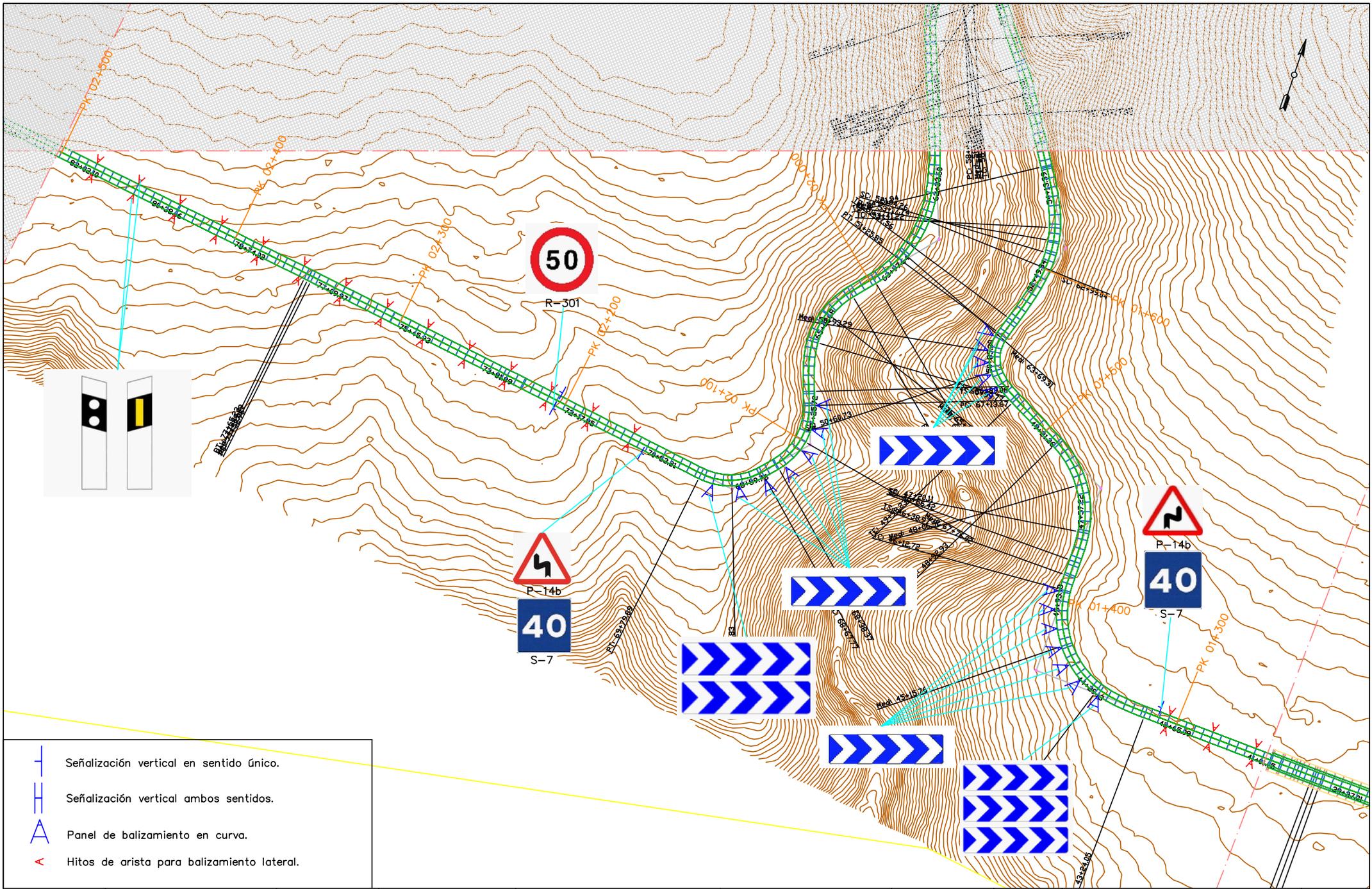
-  Señalización vertical en sentido único.
-  Señalización vertical ambos sentidos.
-  Panel de balizamiento en curva.
-  Hitos de arista para balizamiento lateral.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Julio 2021</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	<p>Título de plano: Plano de señalización hoja 1</p>	<p>Nº de plano: 7.1</p>
--	--	---	--	---	------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------



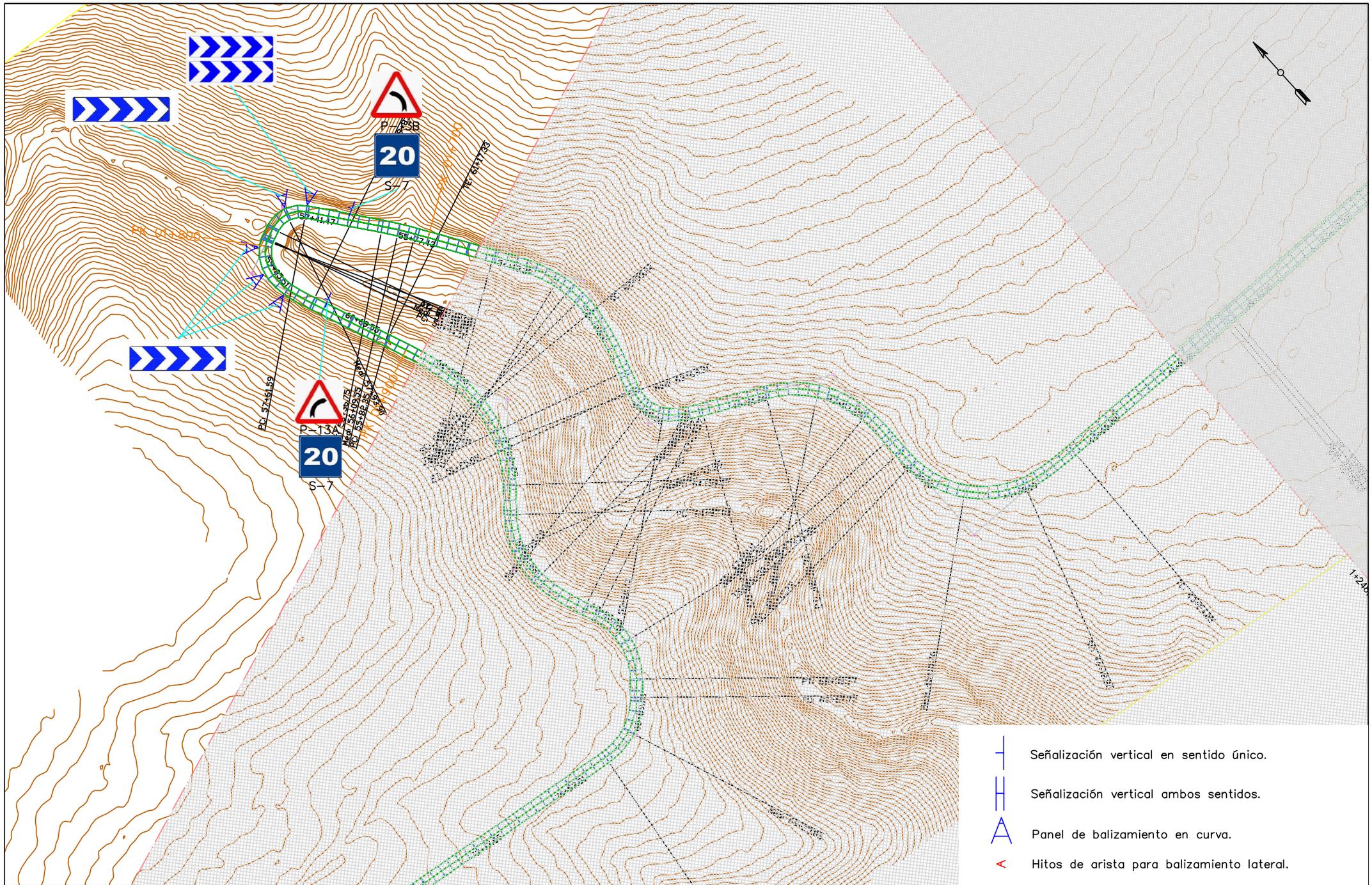
-  Señalización vertical en sentido único.
-  Señalización vertical ambos sentidos.
-  Panel de balisamiento en curva.
-  Hitos de arista para balisamiento lateral.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Julio 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:1000</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de señalización hoja 2</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>7.2</p>
--	--	---	---	--	---------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------

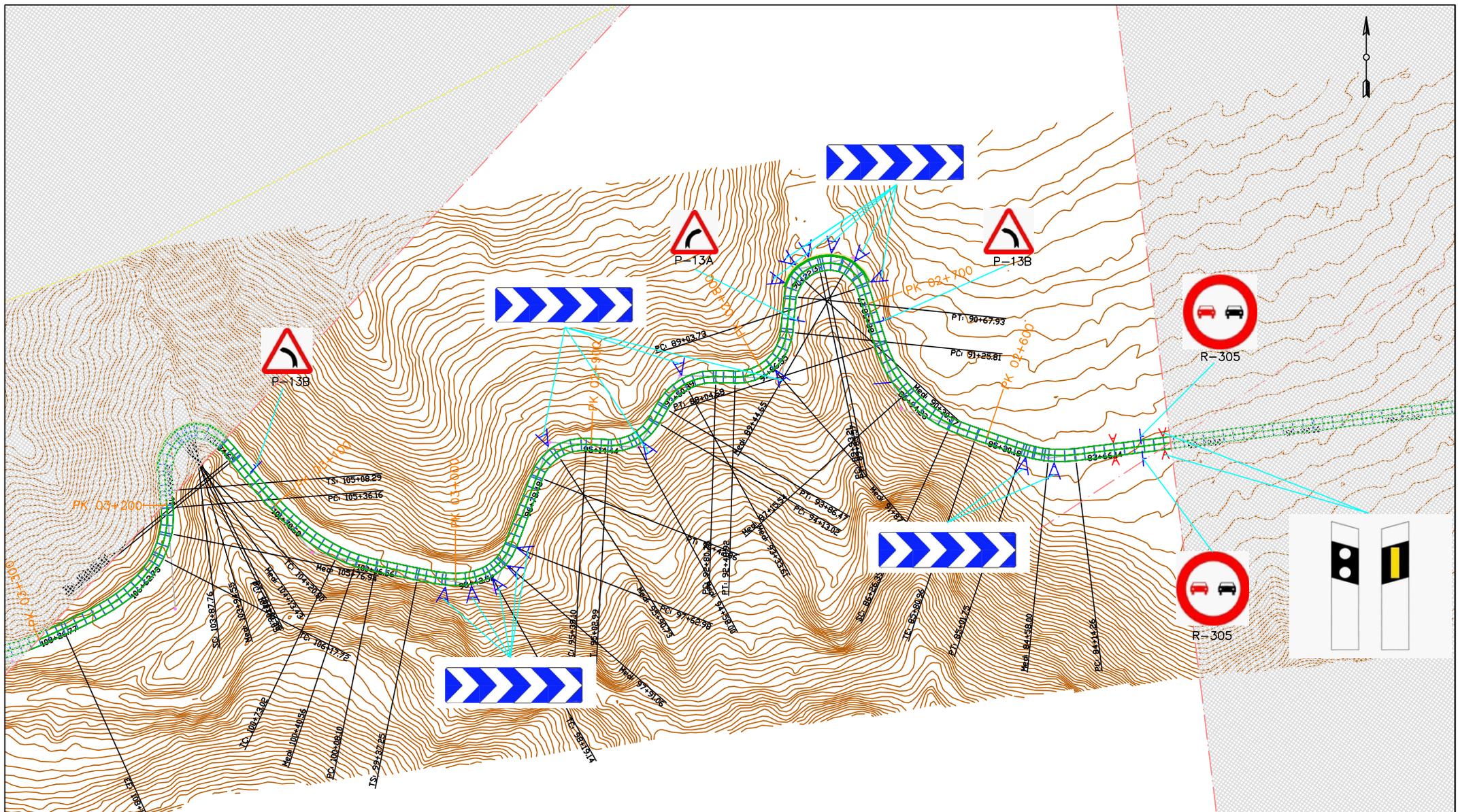


- Señalización vertical en sentido único.
- Señalización vertical ambos sentidos.
- Panel de balizamiento en curva.
- Hitos de arista para balizamiento lateral.

	Universidad Politécnica de Valencia Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos		Autor: Jose Antonio Piedras Jorge	Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)	Fecha: Julio 2021	Escala: 1:1000	Título de plano: Plano de señalización hoja 3	N° de plano: <span style="font-size: 2em;">7.3</span>
--	---	---	--------------------------------------	---	----------------------	-------------------	--	--

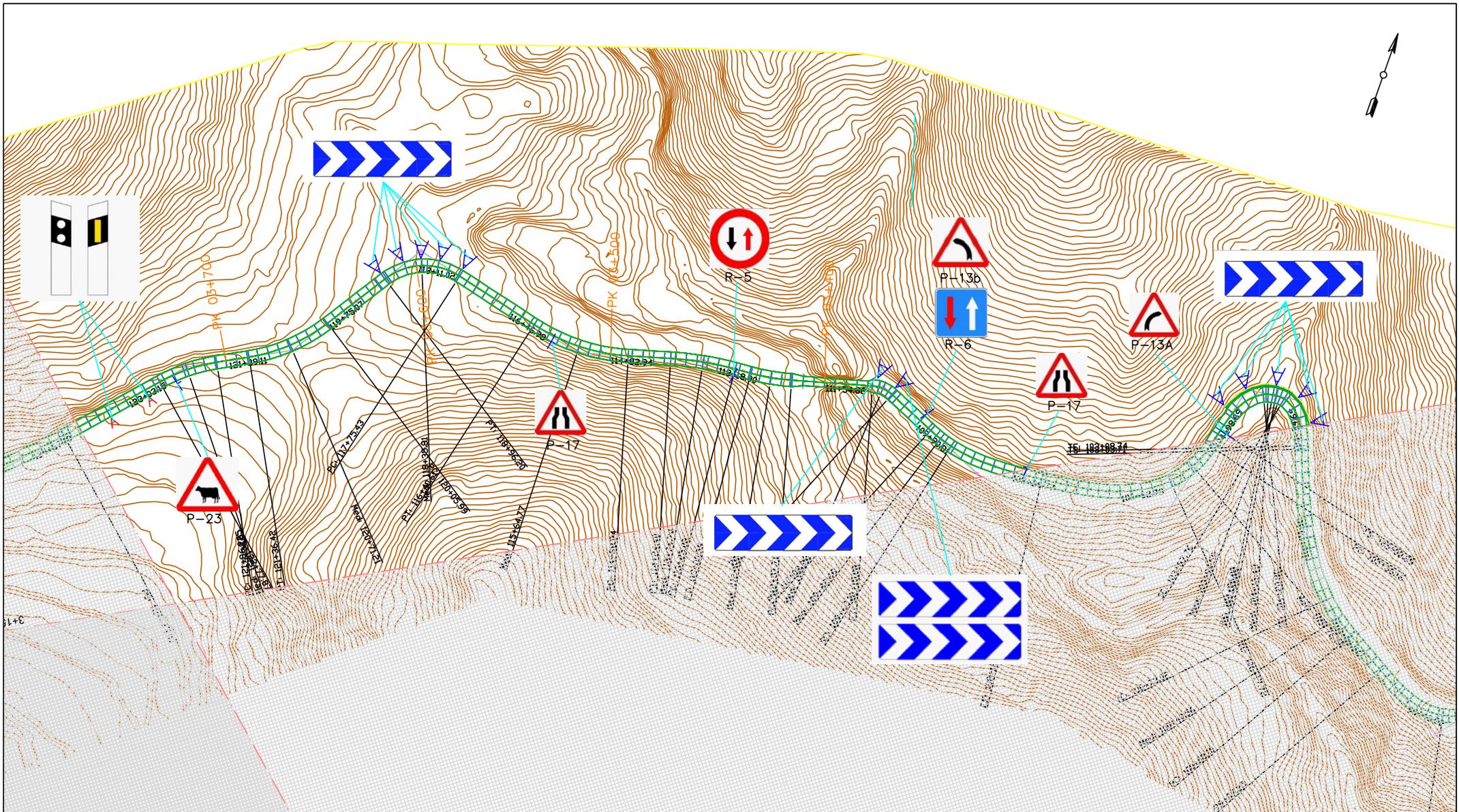


	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Julio 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:1000</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de señalización hoja 4</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>7.4</p>
--	--	--	---	--	---------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------



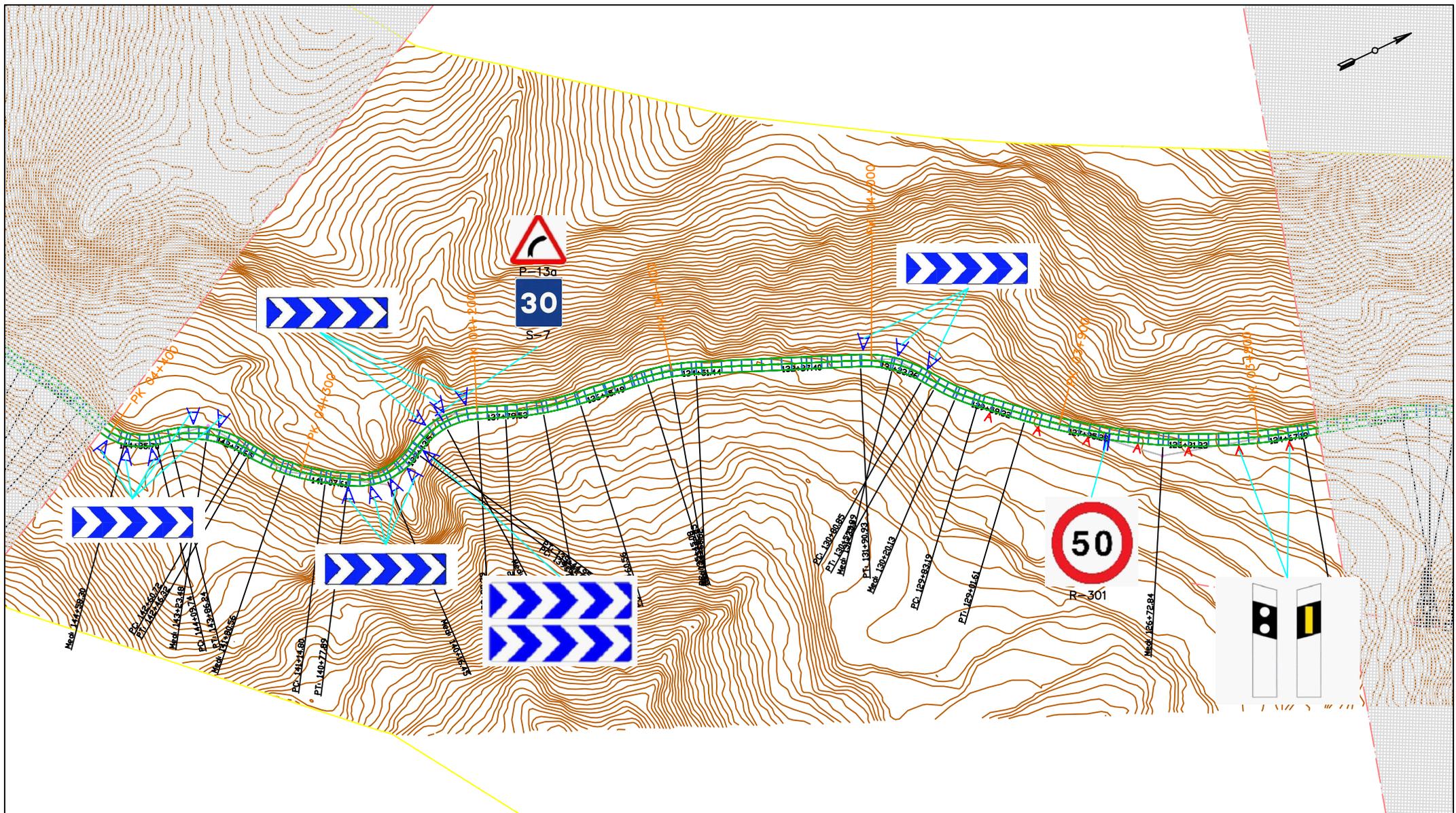
-  Señalización vertical en sentido único.
-  Señalización vertical ambos sentidos.
-  Panel de balizamiento en curva.
-  Hitos de arista para balizamiento lateral.

	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Julio 2021</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	<p>Título de plano: Plano de señalización hoja 5</p>	<p>Nº de plano: 7.5</p>
--	--	---	--	---	------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------



-  Señalización vertical en sentido único.
-  Señalización vertical ambos sentidos.
-  Panel de balizamiento en curva.
-  Hitos de arista para balizamiento lateral.

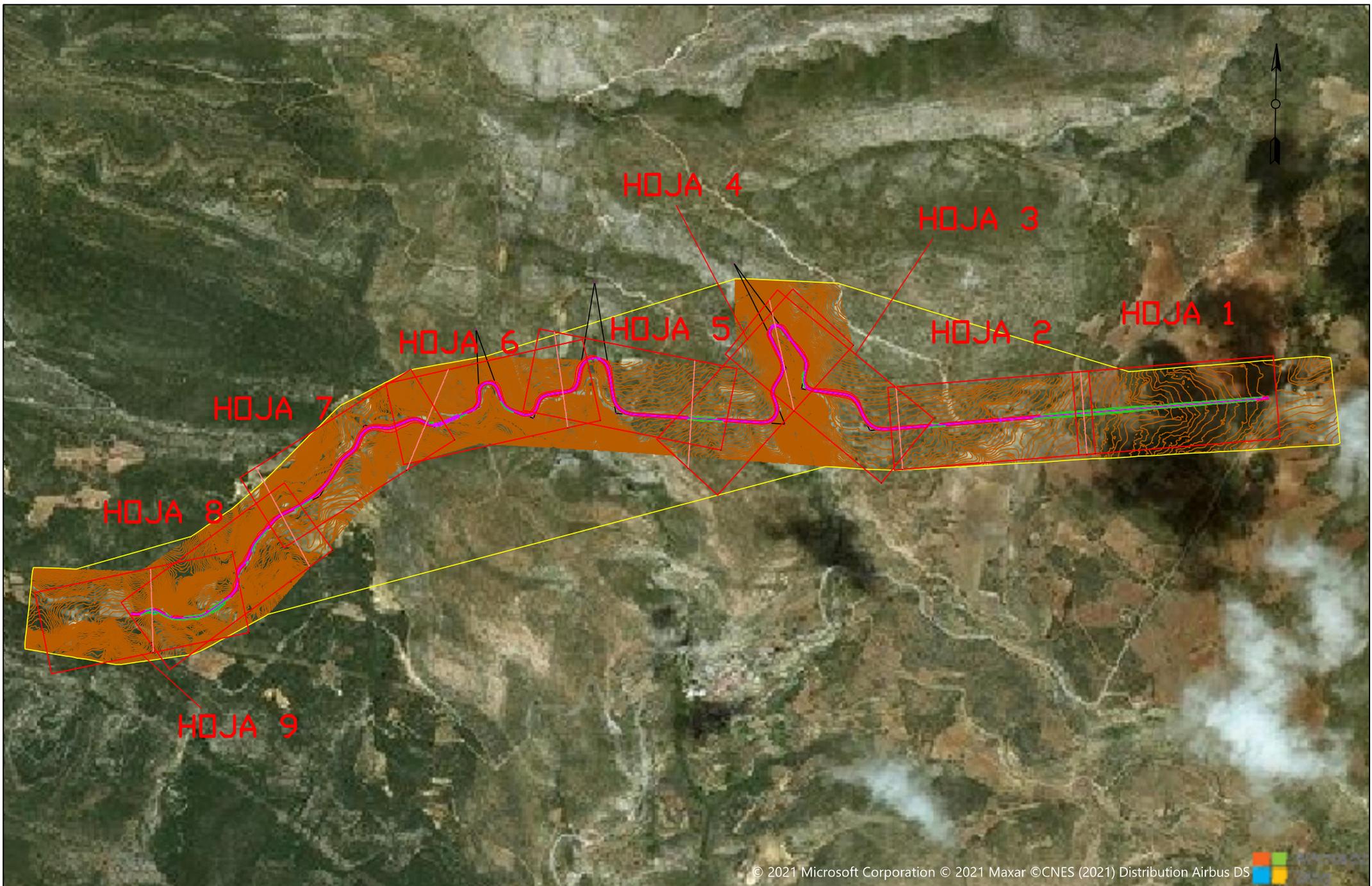
	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Julio 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:1000</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Plano de señalización hoja 6</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>7.6</p>
--	--	---	---	--	---------------------------------	------------------------------	---	--------------------------------



-  Señalización vertical en sentido único.
-  Señalización vertical ambos sentidos.
-  Panel de balizamiento en curva.
-  Hitos de arista para balizamiento lateral.

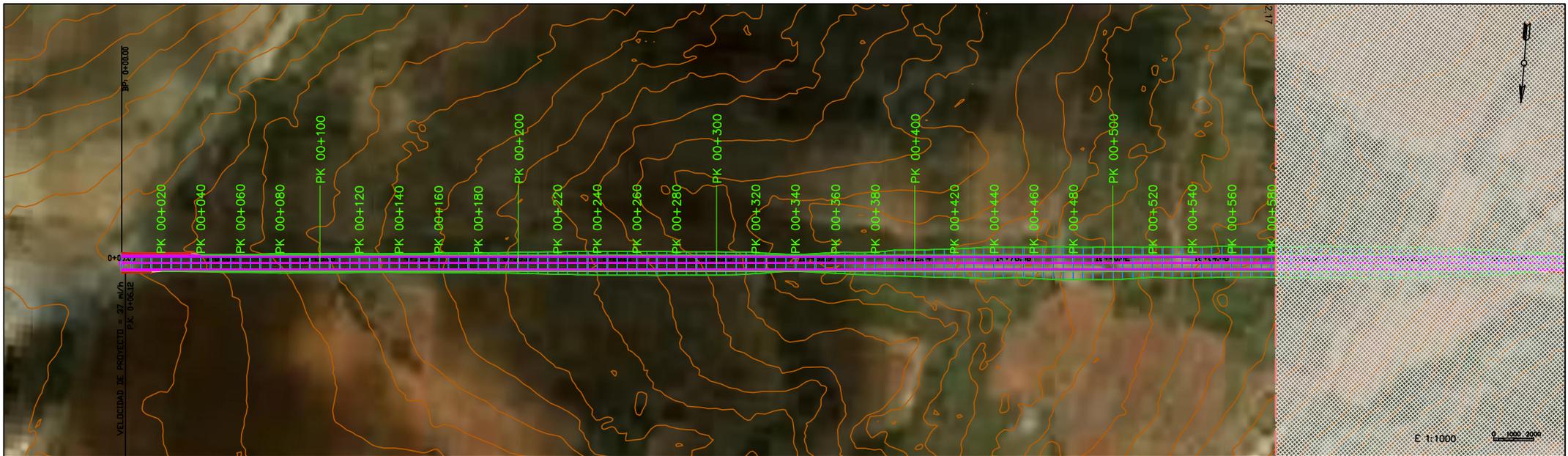
	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor: Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto: Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha: Julio 2021</p>	<p>Escala: 1:1000</p>	<p>Título de plano: Plano de señalización hoja 7</p>	<p>Nº de plano: 7.7</p>
--	--	---	--	---	------------------------------	---------------------------	--	-----------------------------



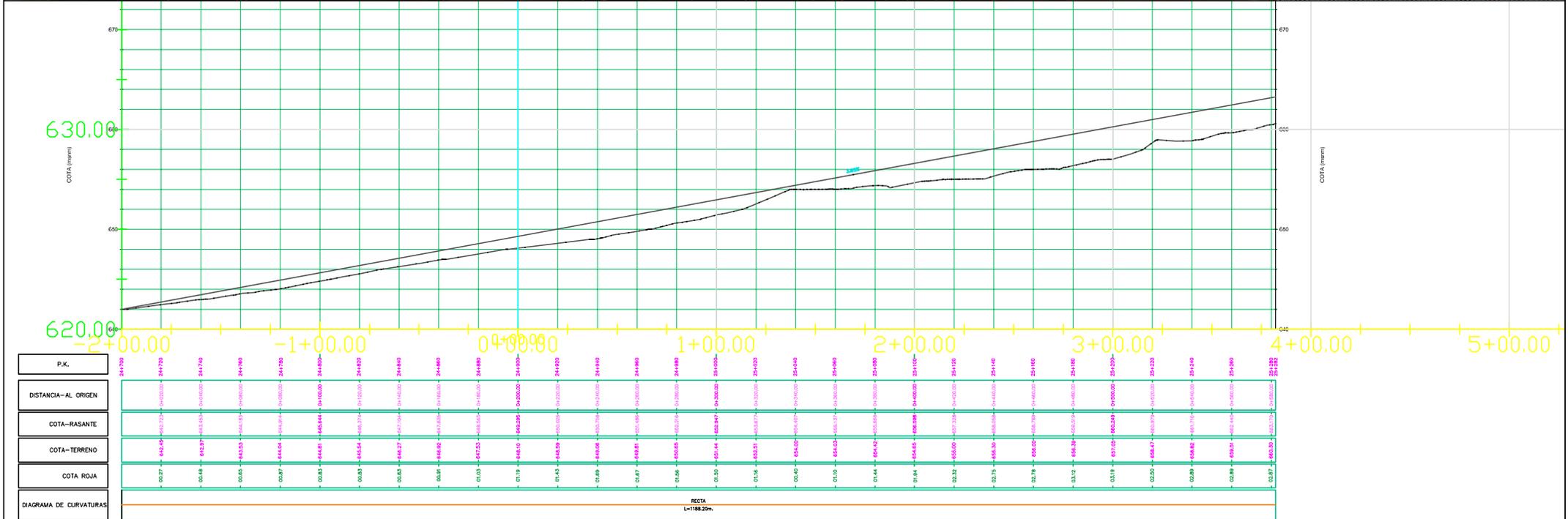


© 2021 Microsoft Corporation © 2021 Maxar ©CNES (2021) Distribution Airbus DS

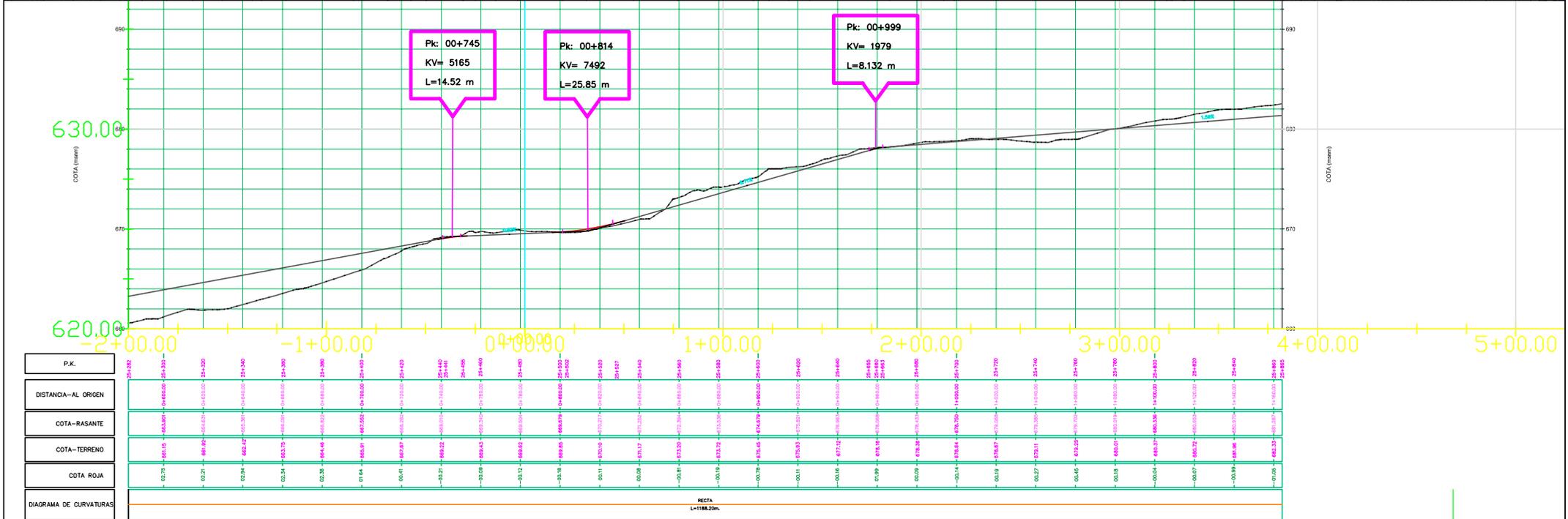
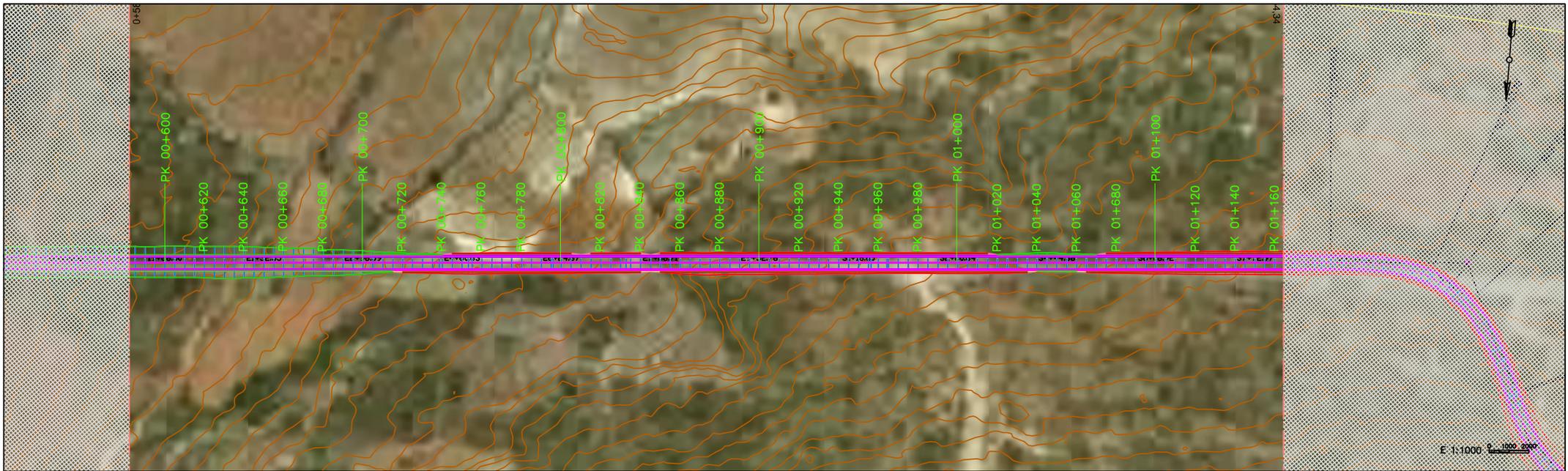
	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos</p>		<p>Autor:</p> <p>Jose Antonio Piedras Jorge</p>	<p>Título de Proyecto:</p> <p>Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)</p>	<p>Fecha:</p> <p>Agosto 2021</p>	<p>Escala:</p> <p>1:10.000</p>	<p>Título de plano:</p> <p>Despliegue hojas planos alternativa 2</p>	<p>Nº de plano:</p> <p>8</p>
--	--	---	---	--	----------------------------------	--------------------------------	--	------------------------------



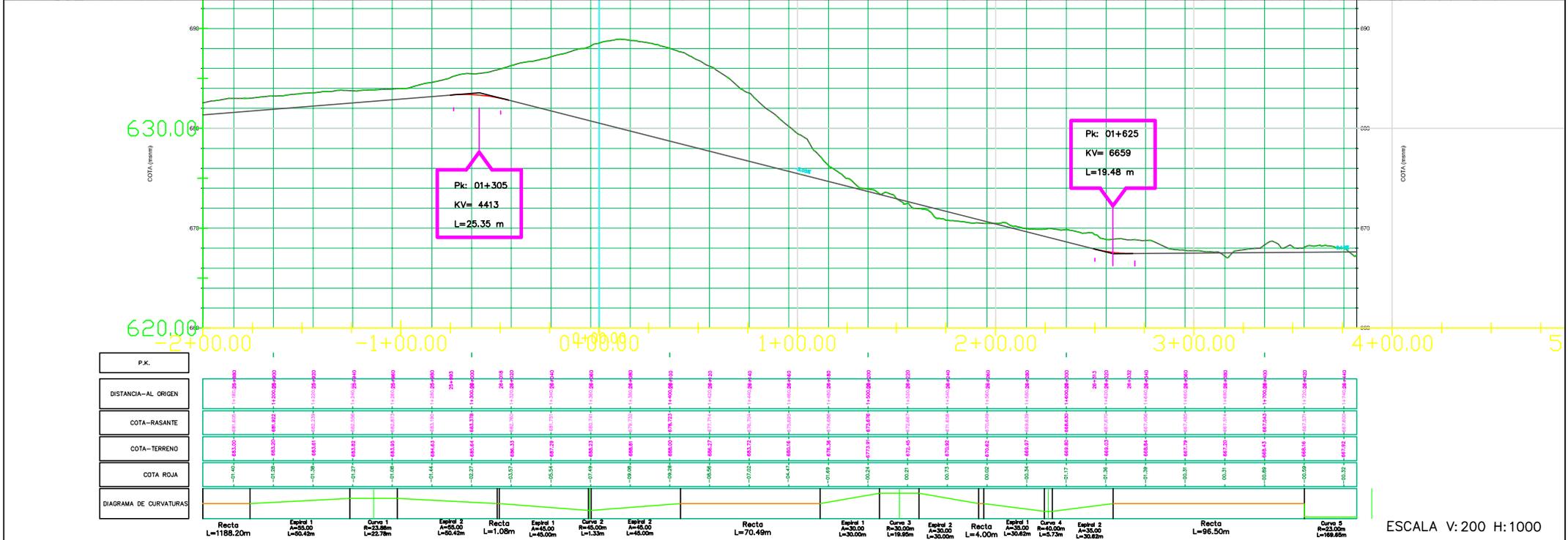
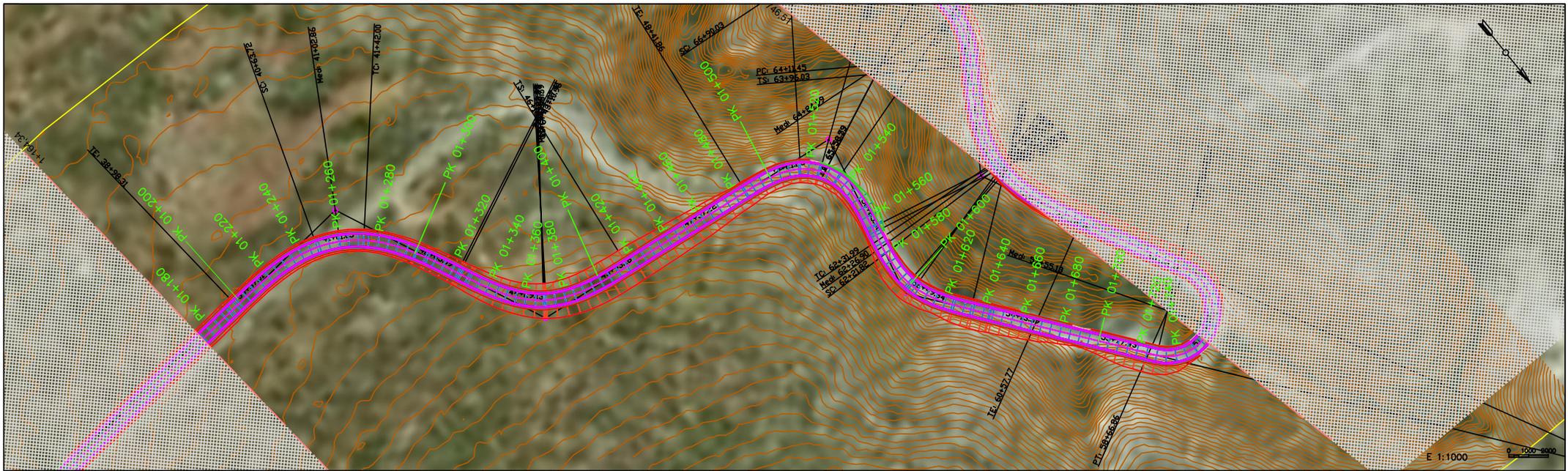
E 1:1000



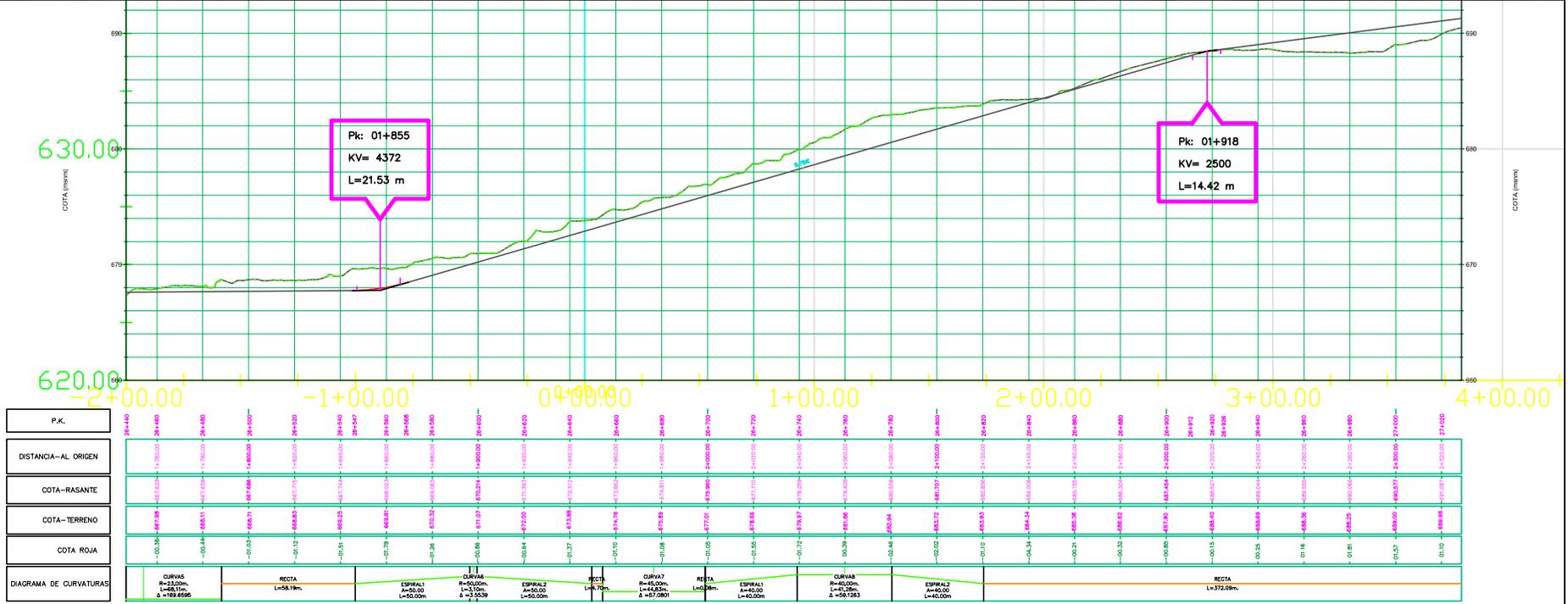
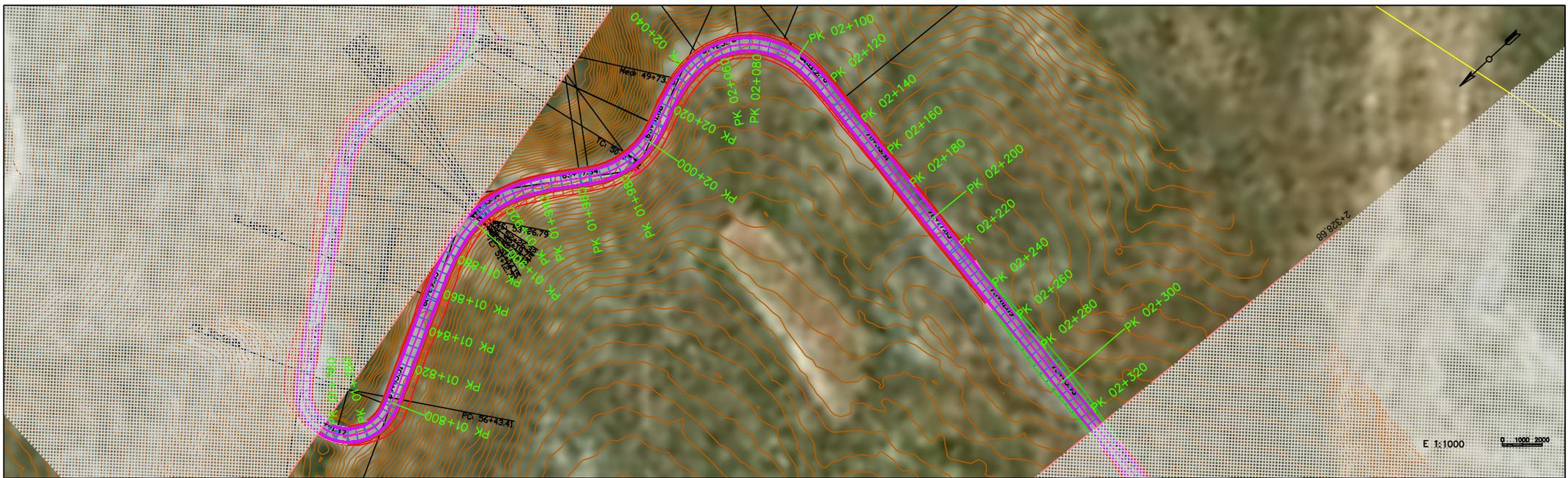
ESCALA V: 200 H: 1000



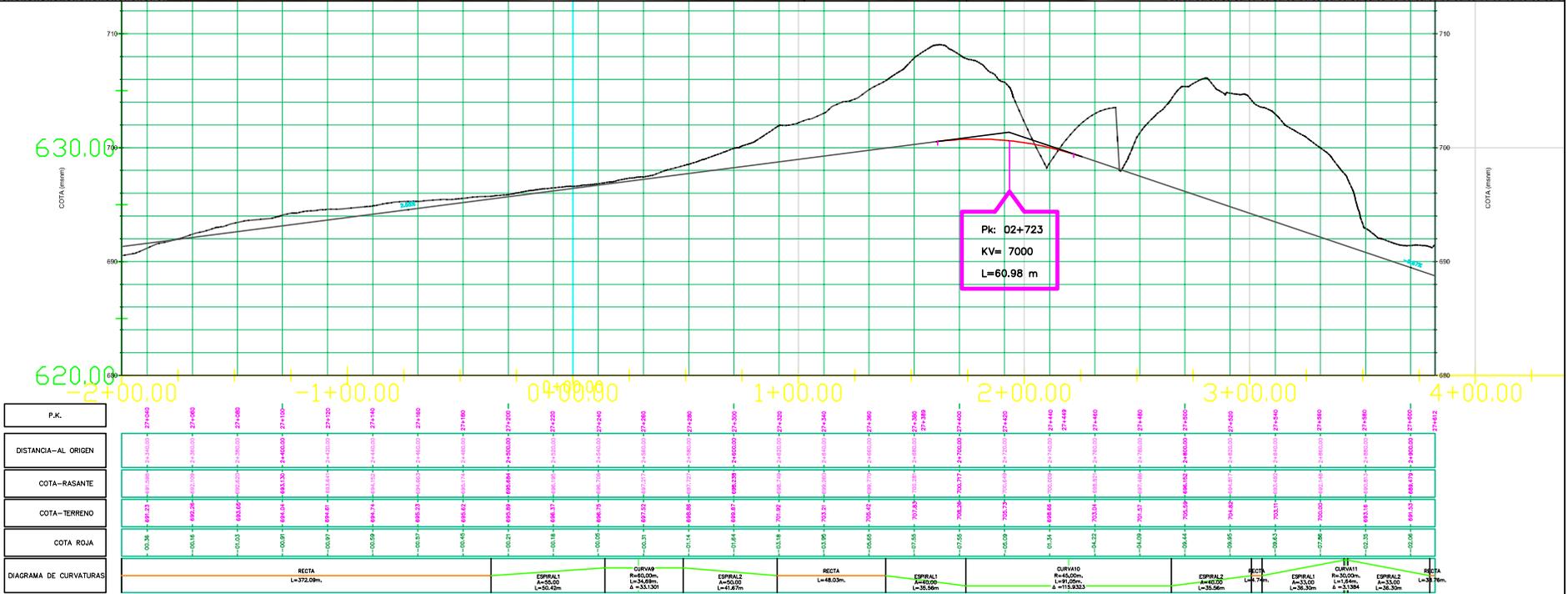
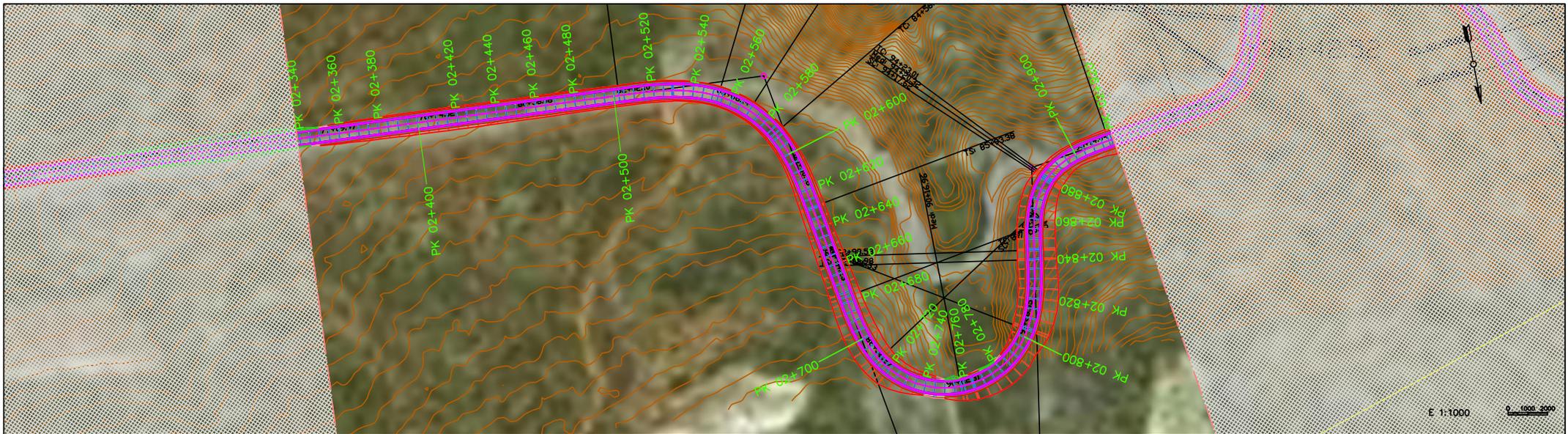
ESCALA V: 200 H: 1000



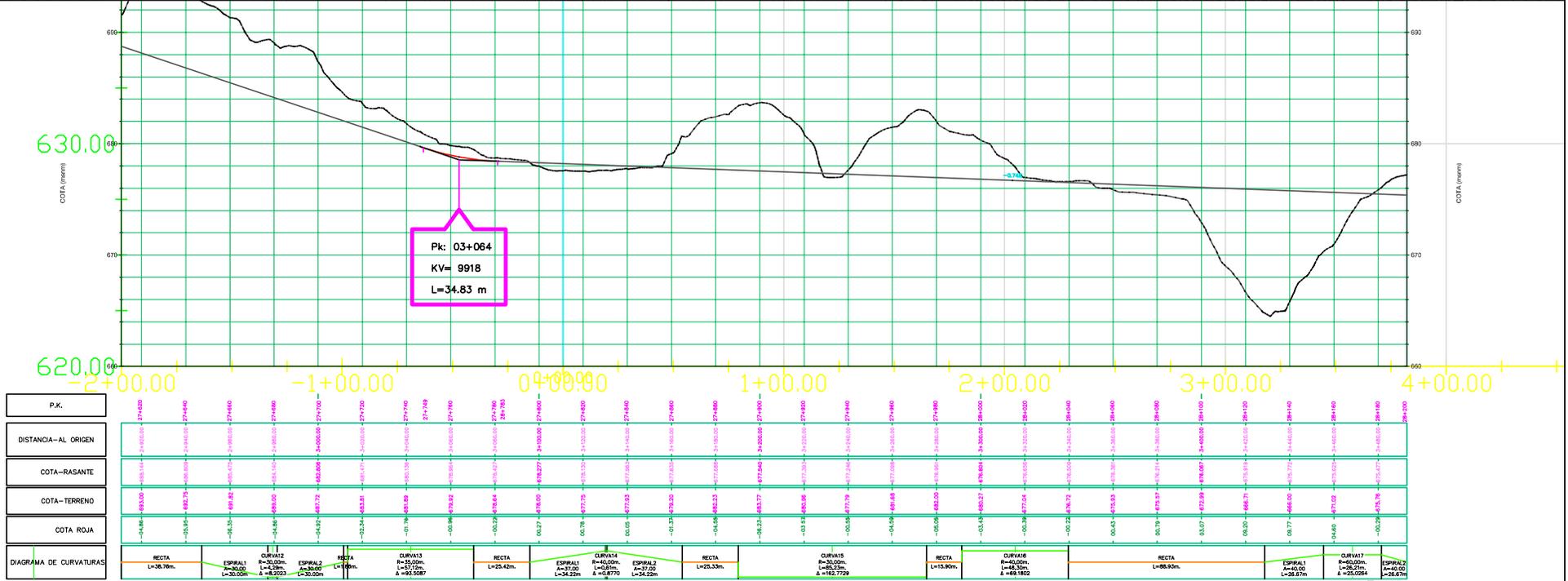
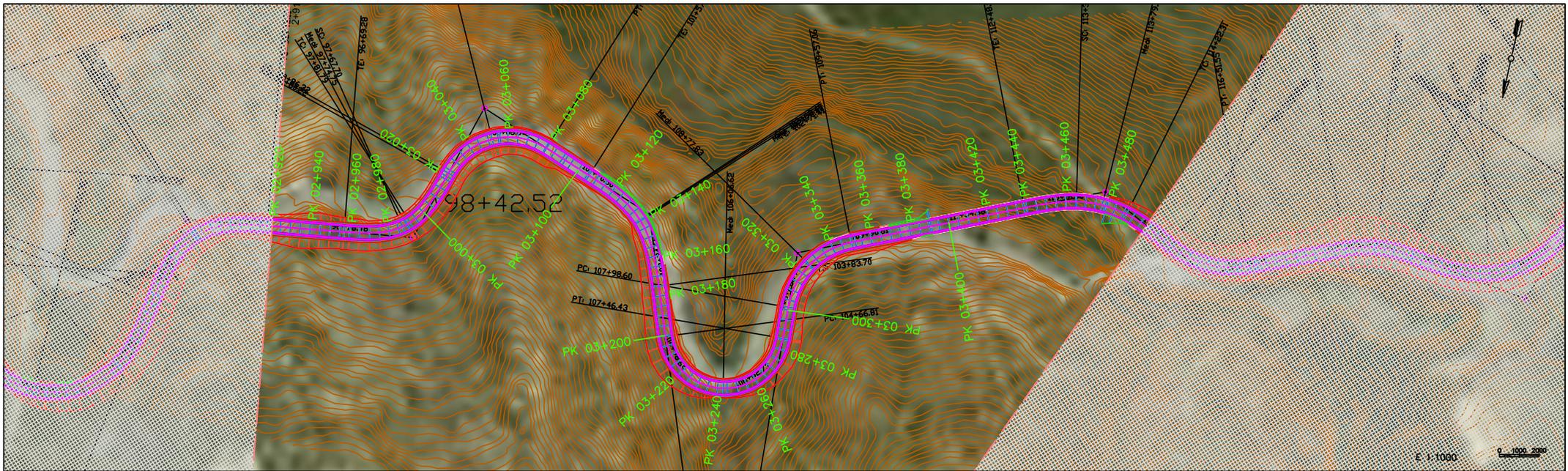
ESCALA V: 200 H: 1000



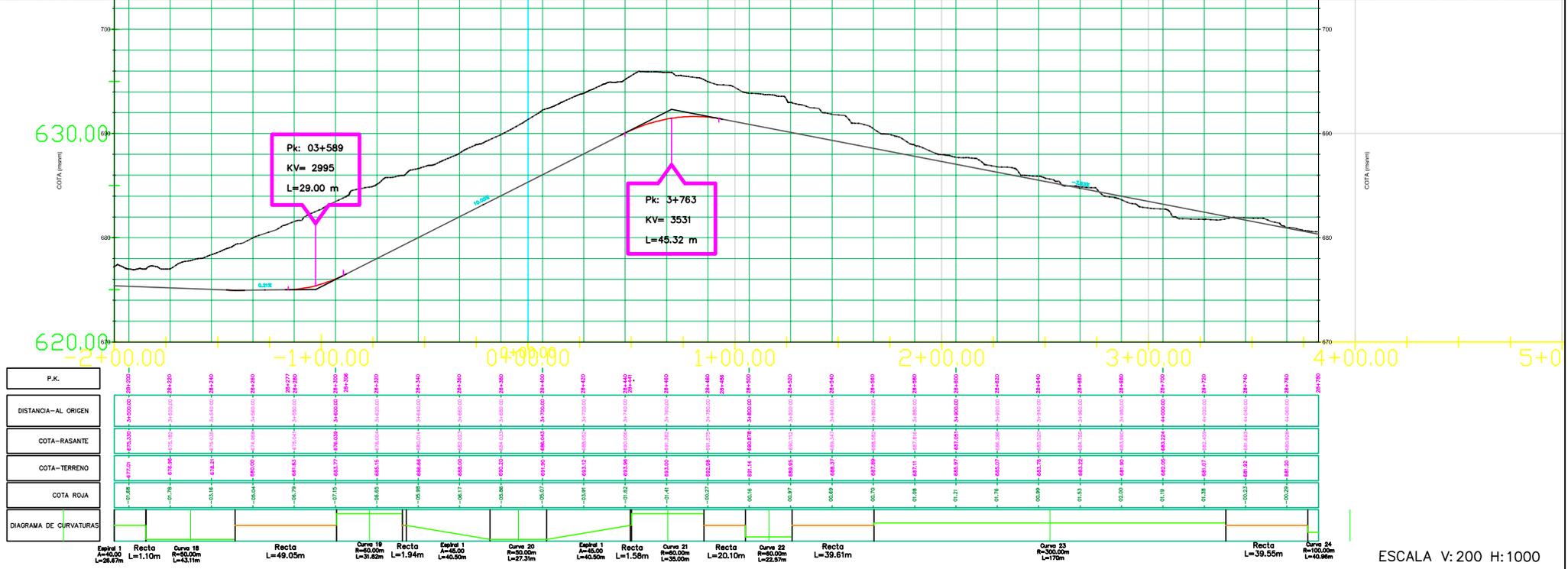
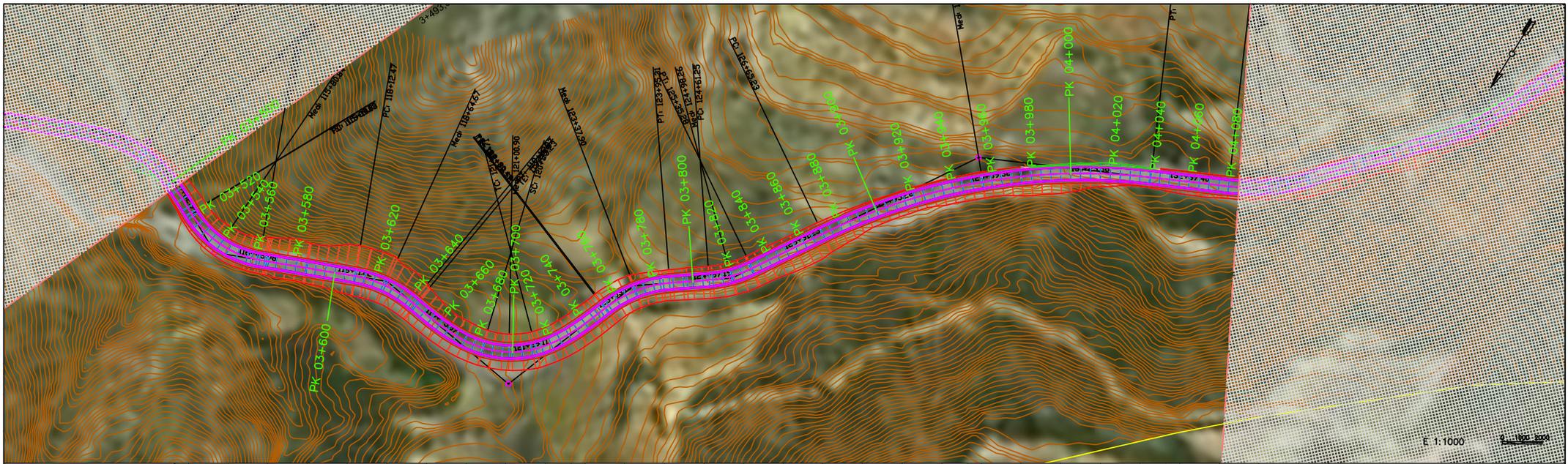
ESCALA V: 200 H: 1000



ESCALA V: 200 H: 1000



ESCALA V: 200 H: 1000



ESCALA V: 200 H: 1000



Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

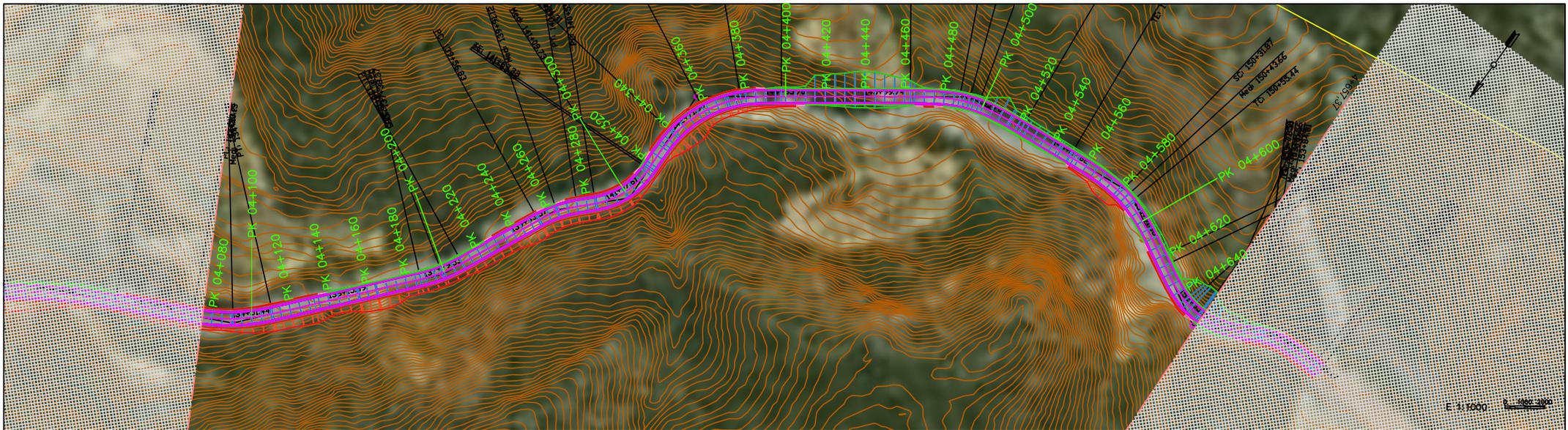
Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta (PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

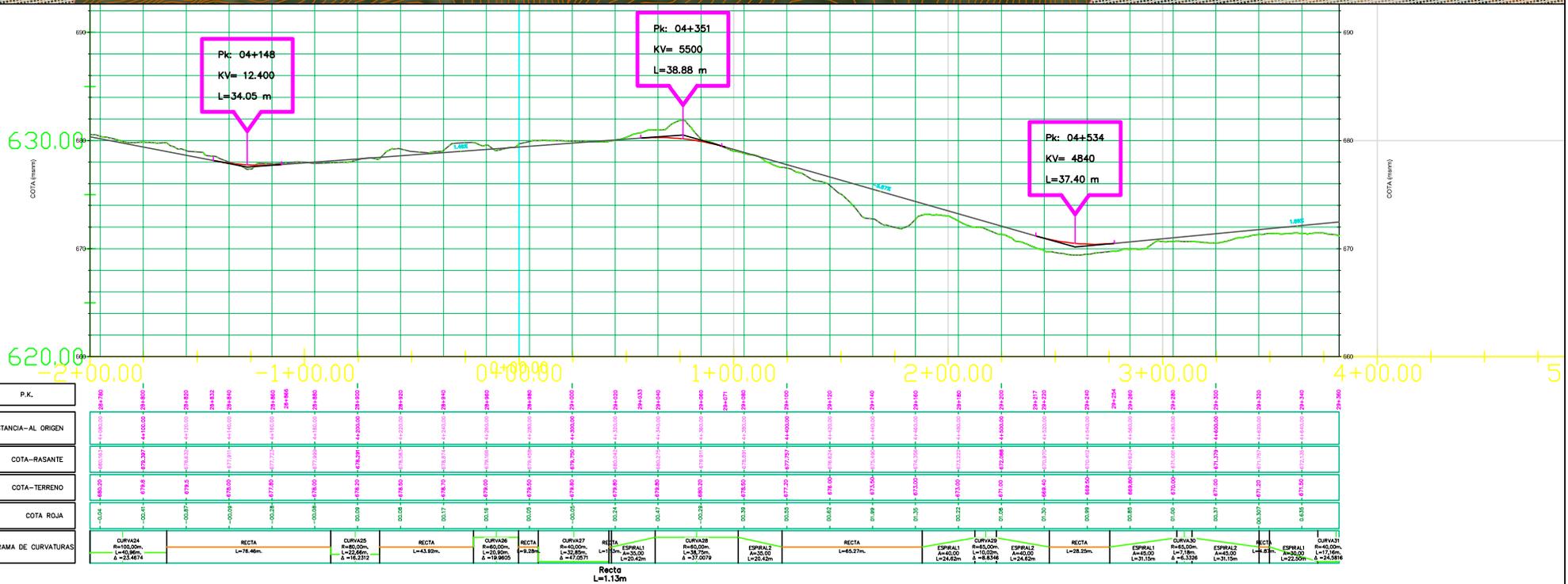
Escala:  
Varias

Título de plano:  
Planta y perfil alternativa 2 hoja 7

Nº de plano:  
9.7

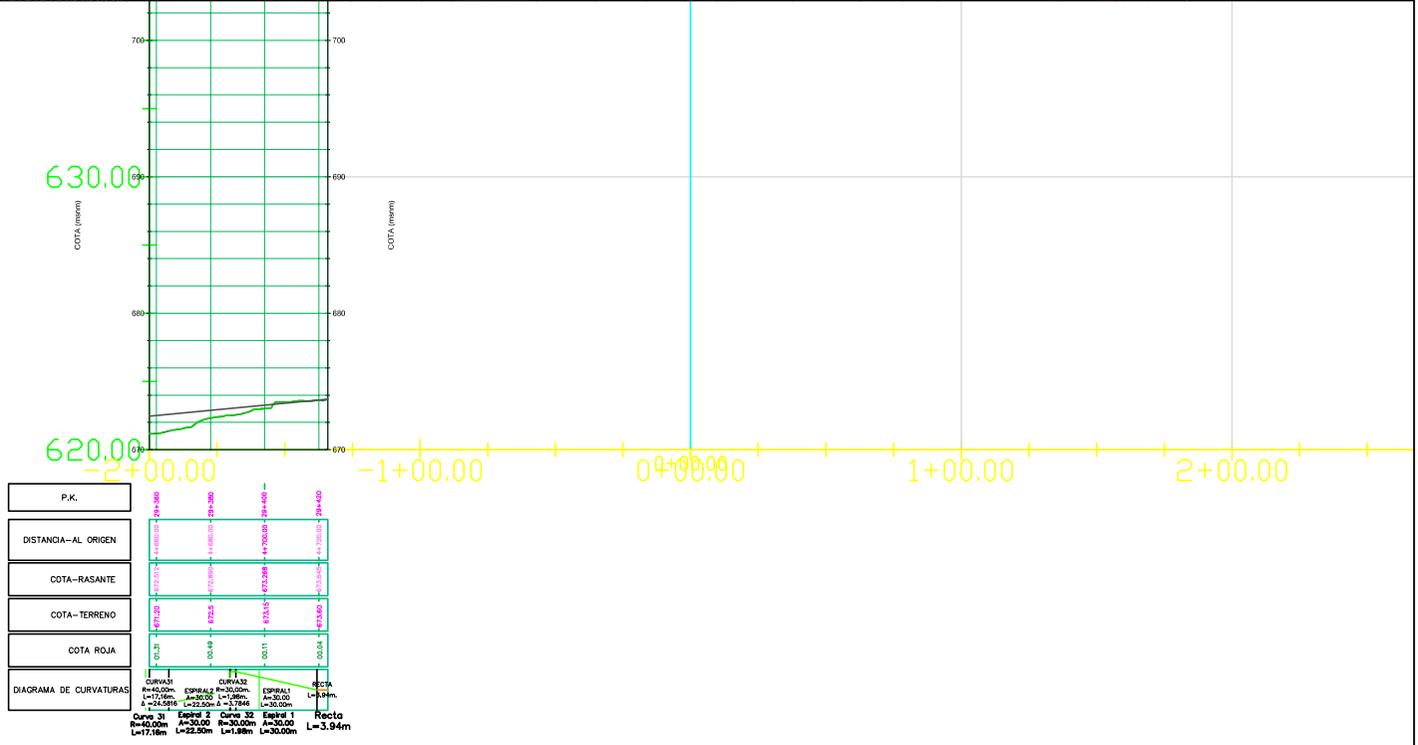
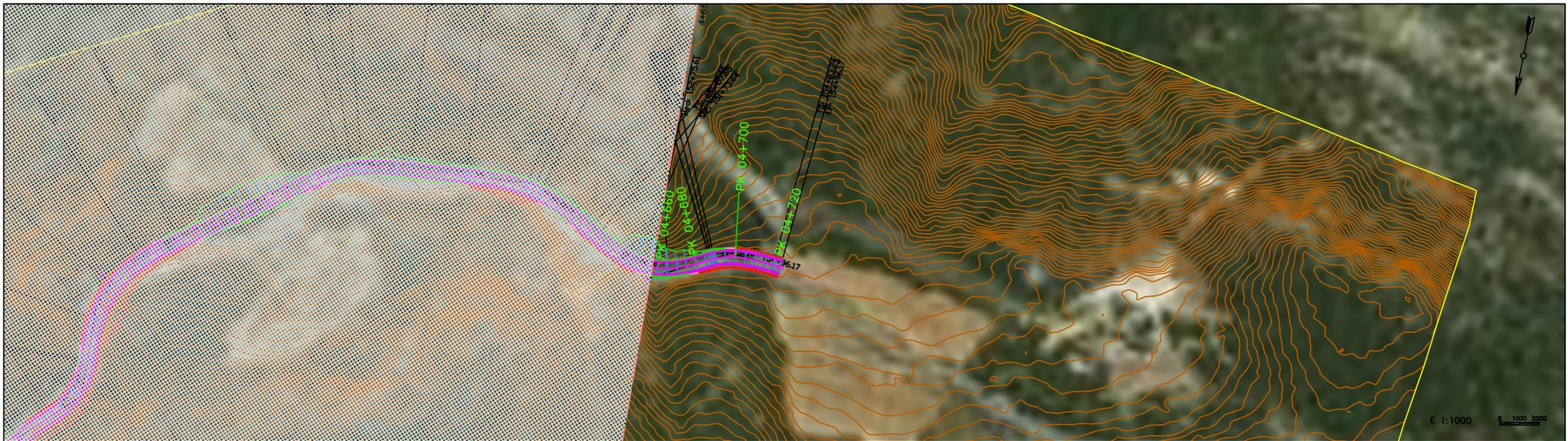


E 1:1000



P.K.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA ROJA	DIAGRAMA DE CURVATURAS
24+780	0+00.00	629.00	629.00	629.00	CURVA4 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
24+800	0+020.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
24+820	0+040.00	629.00	629.00	629.00	CURVA5 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
24+840	0+060.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
24+860	0+080.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
24+880	0+100.00	629.00	629.00	629.00	CURVA6 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
24+900	0+120.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
24+920	0+140.00	629.00	629.00	629.00	CURVA7 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
24+940	0+160.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
24+960	0+180.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL1 A=40.00 L=24.60m
24+980	0+200.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
24+990	0+200.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=1.13m
25+000	0+210.00	629.00	629.00	629.00	CURVA8 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+020	0+230.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+040	0+250.00	629.00	629.00	629.00	CURVA9 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+060	0+270.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+080	0+290.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL2 A=40.00 L=24.60m
25+100	0+310.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+120	0+330.00	629.00	629.00	629.00	CURVA10 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+140	0+350.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+160	0+370.00	629.00	629.00	629.00	CURVA11 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+180	0+390.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+200	0+410.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL1 A=40.00 L=24.60m
25+220	0+430.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+240	0+450.00	629.00	629.00	629.00	CURVA12 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+260	0+470.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+280	0+490.00	629.00	629.00	629.00	CURVA13 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+300	0+510.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+320	0+530.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL2 A=40.00 L=24.60m
25+340	0+550.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+360	0+570.00	629.00	629.00	629.00	CURVA14 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+380	0+590.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+400	0+610.00	629.00	629.00	629.00	CURVA15 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+420	0+630.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+440	0+650.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL1 A=40.00 L=24.60m
25+460	0+670.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+480	0+690.00	629.00	629.00	629.00	CURVA16 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+500	0+710.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+520	0+730.00	629.00	629.00	629.00	CURVA17 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+540	0+750.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+560	0+770.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL2 A=40.00 L=24.60m
25+580	0+790.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+600	0+810.00	629.00	629.00	629.00	CURVA18 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+620	0+830.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+640	0+850.00	629.00	629.00	629.00	CURVA19 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+660	0+870.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+680	0+890.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL1 A=40.00 L=24.60m
25+700	0+910.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+720	0+930.00	629.00	629.00	629.00	CURVA20 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+740	0+950.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+760	0+970.00	629.00	629.00	629.00	CURVA21 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+780	0+990.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+800	0+1010.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL2 A=40.00 L=24.60m
25+820	0+1030.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+840	0+1050.00	629.00	629.00	629.00	CURVA22 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+860	0+1070.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
25+880	0+1090.00	629.00	629.00	629.00	CURVA23 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+900	0+1110.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+920	0+1130.00	629.00	629.00	629.00	ESPIRAL1 A=40.00 L=24.60m
25+940	0+1150.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=76.46m
25+960	0+1170.00	629.00	629.00	629.00	CURVA24 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%
25+980	0+1190.00	629.00	629.00	629.00	RECTA L=43.92m
26+000	0+1210.00	629.00	629.00	629.00	CURVA25 R=60.00m L=22.96m A=+3.14%

ESCALA V: 200 H: 1000

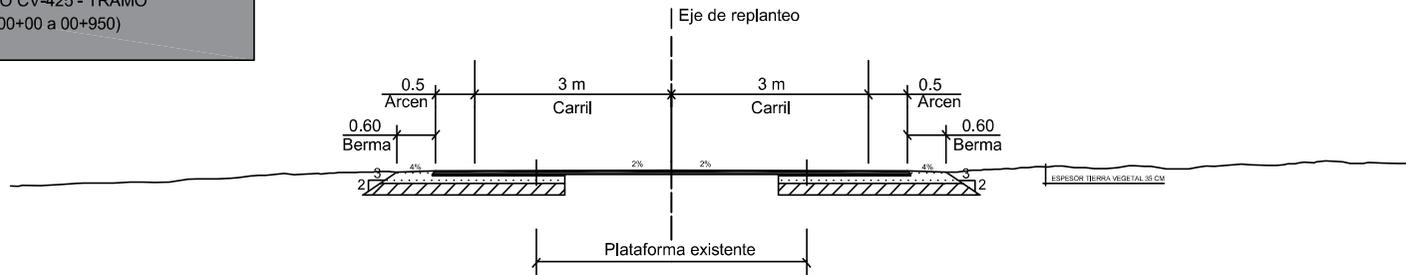


P.K.	DISTANCIA-AL ORIGEN	COTA-RASANTE	COTA-TERRENO	COTA ROJA
24+00.00	0+00.00	620.00	620.00	620.00
24+10.00	10.00	625.00	625.00	625.00
24+20.00	20.00	630.00	630.00	630.00
24+30.00	30.00	635.00	635.00	635.00
24+40.00	40.00	640.00	640.00	640.00
24+50.00	50.00	645.00	645.00	645.00
24+60.00	60.00	650.00	650.00	650.00
24+70.00	70.00	655.00	655.00	655.00
24+80.00	80.00	660.00	660.00	660.00
24+90.00	90.00	665.00	665.00	665.00
25+00.00	100.00	670.00	670.00	670.00
25+10.00	110.00	675.00	675.00	675.00
25+20.00	120.00	680.00	680.00	680.00
25+30.00	130.00	685.00	685.00	685.00
25+40.00	140.00	690.00	690.00	690.00
25+50.00	150.00	695.00	695.00	695.00
25+60.00	160.00	700.00	700.00	700.00

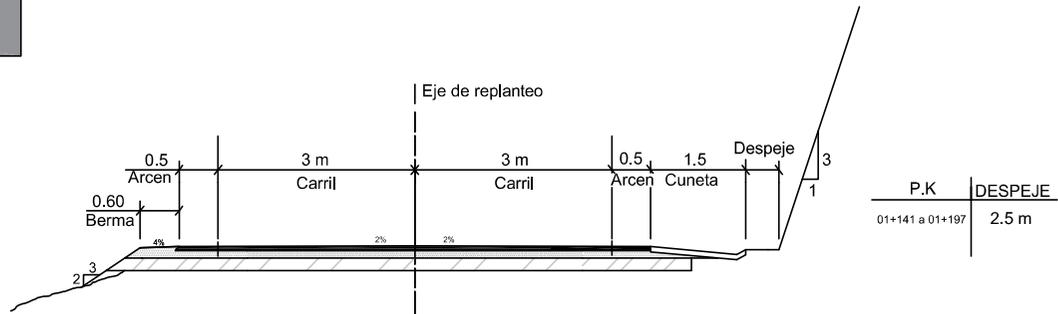
ESCALA V: 200 H: 1000



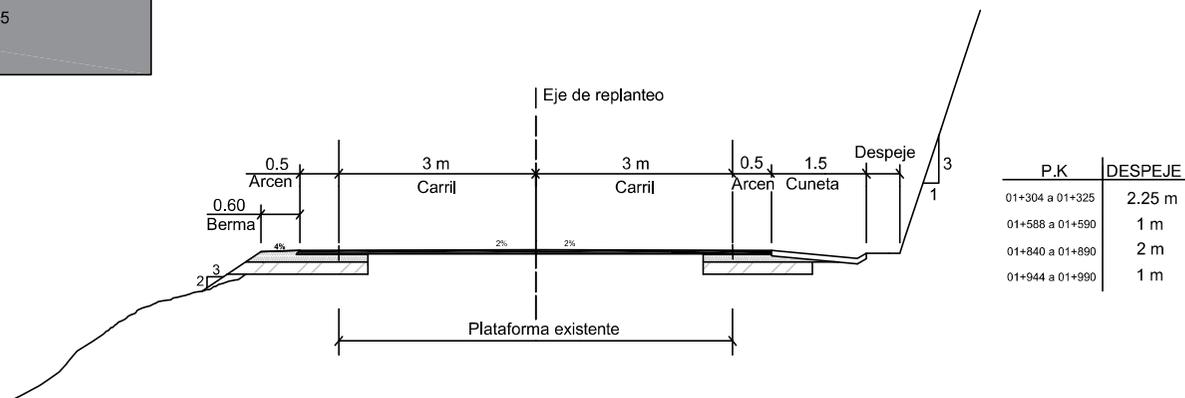
SECCIÓN TIPO 1 - TRONCO CV-425 - TRAMO  
TRANSICIÓN INICIAL (00+00 a 00+950)



SECCIÓN TIPO 2 - TRONCO NUEVO CV-425  
ALTERNATIVA 2 (00+950 a 01+300)



SECCIÓN TIPO 3 - TRONCO CV-425  
(01+300 a 3+380)



Universidad Politécnica  
de Valencia  
  
Escuela técnica superior de  
ingeniería de caminos, canales  
y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre  
intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta  
(PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

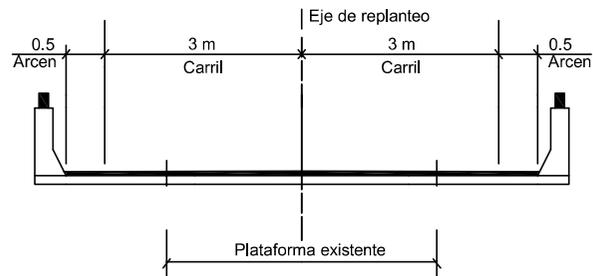
Escala:  
Varias

Título de plano:  
Secciones tipo firme 1

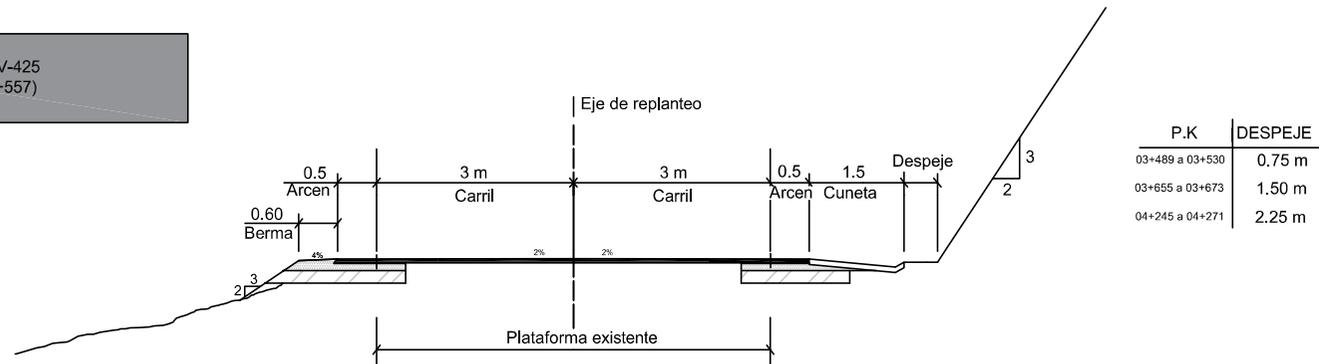
Nº de plano:

11

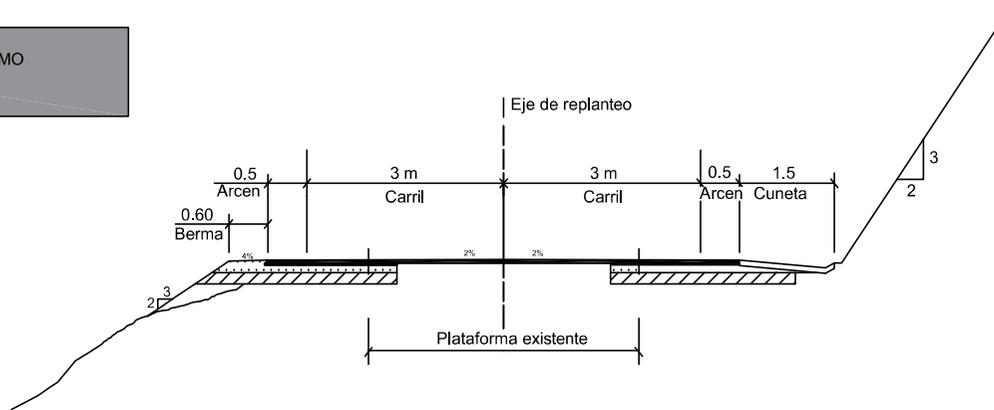
SECCIÓN TIPO 4 - TRONCO CV-425  
ESTRUCTURA (03+383 a el 03+439 )



SECCIÓN TIPO 5 - TRONCO CV-425  
ALTERNATIVA 2 (03+439 a 04+557)



SECCIÓN TIPO 6 - TRONCO CV-425 - TRAMO  
TRANSICIÓN FINAL (04+557 a 04+641)



Universidad Politécnica  
de Valencia  
  
Escuela técnica superior de  
ingeniería de caminos, canales  
y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre  
intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta  
(PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

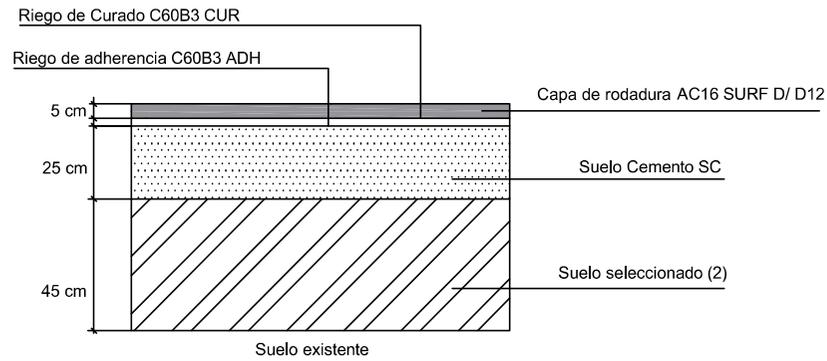
Escala:  
Varias

Título de plano:  
Secciones tipo firme 2

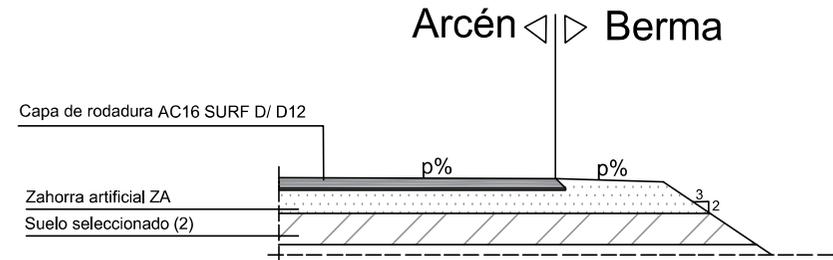
Nº de plano:

12

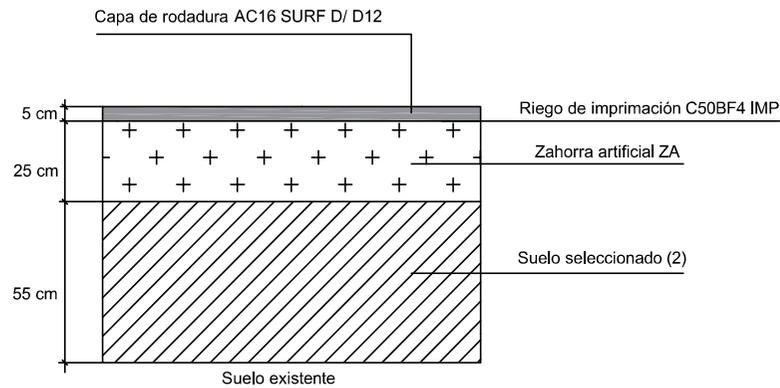
**FIRME TIPO 1**  
CV-425 Sobre suelo Tolerable con Explanada E1



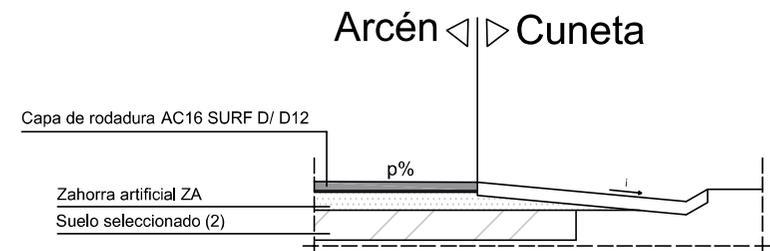
**DETALLE 1**  
ARCÉN - BERMA CV-425



**FIRME TIPO 2**  
CV-425 Sobre Calizas y Dolomias con Explanada E2



**DETALLE 2**  
ARCÉN - CUNETETA CV-425



Universidad Politécnica  
de Valencia  
  
Escuela técnica superior de  
ingeniería de caminos, canales  
y puertos



Autor:  
Jose Antonio Piedras Jorge

Título de Proyecto:  
Estudio para la mejora de la seguridad vial en la carretera CV-425 entre  
intersección con CV-428 (PK 24+300) y acceso camino El Oro-Venta Gaeta  
(PK 29+300) en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia)

Fecha:  
Agosto 2021

Escala:  
Varias

Título de plano:  
Plano detalles firme

Nº de plano:

13