



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

**Estudio para el acondicionamiento del trazado de la  
carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta  
Calle Fernando I de Antequera en el municipio de  
Benaguacil (Valencia).**

---

*Presentado por*

Sanchis Navarro, Borja

---

*Para la obtención del*

Grado en Ingeniería Civil

*Curso: 2019/2020*

*Fecha: Septiembre 2020*

*Tutor: Ana María Pérez Zuriaga*







# DOCUMENTOS

Nº1 MEMORIA  
Nº2 PLANOS



## MEMORIA



## ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN .....	8
2.ANTECEDENTES .....	9
3.OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO .....	12
4.SITUACIÓN ACTUAL .....	13
4.1 LOCALIZACIÓN .....	13
4.2 CARTOGRAFÍA.....	15
4.3 TRAZADO .....	17
4.4 ESTADO DEL FIRME.....	50
5.CONDICIONANTES.....	51
5.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....	51
5.2 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA .....	53
5.3 MEDIO AMBIENTE .....	58
5.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	58
5.5 SERVICIOS AFECTADOS .....	62
6.TRÁFICO .....	66
7.TRAZADO.....	74
7.1 Trazado del tronco de la carretera.....	74
7.2 Vía verde .....	83
7.3 Intersecciones y accesos.....	84
8.FIRMES Y PAVIMENTOS.....	87
9.EXPROPIACIONES .....	99
10.VALORACIÓN ECONÓMICA.....	104
11.CONCLUSIÓN .....	109
12.BIBLIOGRAFIA .....	110
13.NORMATIVA DE REFERENCIA .....	112
14.AGRADECIMIENTOS .....	113
Apéndice 1. Datos del aforo manual .....	114



## Índice de figuras

Figura 1. Inversión de la diputación.....	9
Figura 2. Resultados de la reparación del firme .....	11
Figura 3. Ubicación de la Comunidad Valenciana y de la comarca Camp de Turia (Fuente: Wikipedia) .....	13
Figura 4. Zona urbana del término municipal de Benaguasil y N-18 (Fuente: Google Maps) .....	14
Figura 5. Datos de la población de Benaguasil .....	15
Figura 6. Colección nubes de puntos. ....	16
Figura 7. Colección nubes de puntos MDT .....	16
Figura 8. Tramificación de la carretera actual .....	19
Figura 9. Diagrama de curvatura carretera actual .....	20
Figura 10. Relación de los radios. (Fuente: Asignatura caminos y aeropuertos) .....	28
Figura 11. Sección actual 1 .....	35
Figura 12. Sección actual 2.....	35
Figura 13. Ancho calzada 1.....	36
Figura 14. Ancho calzada 2.....	37
Figura 15. Ancho calzada 3.....	38
Figura 16. Ancho calzada 4.....	38
Figura 17. Intersección en T (Fuente: Google Earth) .....	41
Figura 18. Acceso a la vivienda (Fuente: Google Earth) .....	41
Figura 19. Acceso a la nave industrial (Fuente: Google Earth).....	42
Figura 20. Intersección con el camino con dirección Este (Fuente: Google Earth).....	42
Figura 21. Intersección en Y (Fuente: Google Earth) .....	43
Figura 22. Marca de paso ciclista.....	44
Figura 23. Espejo de la intersección con la calle Retorta. ....	45
Figura 24. Espejo de la intersección con la calle Fernando I de Antequera.....	46
Figura 25. Señal recomendación de velocidad.....	46
Figura 26. Visibilidad reducida del punto 1 con sentido ascendente.....	47
Figura 27. Visibilidad reducida del punto 1 con sentido descendente.....	48
Figura 28. Visibilidad reducida del punto 2 con sentido ascendente.....	49
Figura 29. Visibilidad reducida del punto 2 con sentido descendente.....	49
Figura 30. Firme actual .....	50
Figura 31. Clasificación de suelo del planeamiento urbanístico y leyenda. (Fuente: visor cartogràfic, gva) .....	51
Figura 32. Leyenda CORINE Land Cover 2018 (Fuente: visor cartogràfic, gva).....	52
Figura 33. Corine Land Cover 2018. (fuente: visor cartogràfic,gva).....	52
Figura 34. Precipitación media de días. (Fuente: Ayto. de Benaguasil).....	54
Figura 35. Precipitación media mensual. (Fuente: Ayto. de Benaguasil).....	55
Figura 36. Precipitación máxima en 24h. (Fuente: Ayto. de Benaguasil).....	55
Figura 37. Cuenca del río Turia. (Fuente: Ayto. de Benaguasil) .....	56
Figura 38. Riesgo de inundabilidad. (fuente: visor cartogràfic, gva).....	57
Figura 39. Magna50 (Fuente: IGME).....	59



Figura 40. Leyenda del Magna 50 (Fuente: IGME) .....	59
Figura 41. GEODE (Fuente: IGME).....	60
Figura 42. Movimientos del terreno (Fuente: visor cartogràfic, gva) .....	61
Figura 43. Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (Fuente: NCSE-02) .....	62
Figura 44. Acequia en el lado derecho.....	63
Figura 45. Depósito contiguo a la N-18 .....	63
Figura 46. Red de GAS. (Fuente: Ayto. de Benaguasil) .....	64
Figura 47. Leyenda del Plano 1.6. (Fuente: Ayto. de Benaguasil).....	64
Figura 48. Red de Gas 1 .....	65
Figura 49. Red de Gas 2.....	65
Figura 50. Croquis de aforo manual.....	66
Figura 51. Variación diaria de la CV-50 tramo 050128 (Fuente: Conselleria).....	67
Figura 52. Datos del 2018 CV-364 (Fuente: Diputación).....	68
Figura 53. Giros en la intersección en Y.....	70
Figura 54. Niveles de servicio (Fuente: GIIC).....	71
Figura 55. Planta actual de la N-18 .....	74
Figura 56. Planta propuesta de la N-18.....	74
Figura 57. Tramificación de la carretera propuesta .....	75
Figura 58. Diagrama de curvatura carretera propuesta .....	76
Figura 59. Sección transversal tipo de la propuesta .....	80
Figura 60. Marca M 5.2 (Fuente: Norma 8.2-I.C).....	81
Figura 61. Visibilidad de parada .....	82
Figura 62. Vías verdes .....	83
Figura 63. Boceto de la intersección en T .....	85
Figura 64. Boceto de la intersección en Y .....	86
Figura 65. Formaciones explanadas E1 .....	89
Figura 66. Formaciones explanadas E2.....	90
Figura 67. Formaciones explanadas E3.....	91
Figura 68. Catalogo secciones de firmes. (Fuente: Norma 6.1).....	93
Figura 69. Secciones del firme.....	94
Figura 70. Explanada y sección del firme.....	94
Figura 71. Zonas térmicas estivales. (Fuente: Norma 6.1-I.C) .....	95
Figura 72. Terreno que expropiar.....	103
Figura 73. Datos aforo manual día festivo.....	114
Figura 74. Datos aforo manual día laborable .....	115



## Índice de tablas

Tabla 1. Estado de alineaciones de la Planta actual .....	18
Tabla 2. Valores de las velocidades específicas .....	21
Tabla 3. Tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC (Fuente: : Norma 3.1-I.C ).....	22
Tabla 4. Cumplimiento de las longitudes mínimas carretera actual.....	23
Tabla 5. Variación de la aceleración centrífuga (Fuente: Norma 3.1-I.C ).....	25
Tabla 6. Parámetros mínimos de las clotoides actuales.....	27
Tabla 7. Coordinación de radios actuales. ....	29
Tabla 8. Estado de alineaciones del alzado actual.....	30
Tabla 9. Inclinación máxima de las rasantes (Fuente: Norma 3.1-I.C ) .....	31
Tabla 10. Parámetros de las parábolas mínimos (Fuente: Norma 3.1-I.C).....	32
Tabla 11. Análisis del alzado actual. ....	33
Tabla 12. Valores de dimensionamiento (Fuente: Norma 3.1-I.C ).....	34
Tabla 13. Vehículos patrón (Fuente: Norma 3.1-I.C).....	39
Tabla 14. Intensidades sin Veh. Pesados .....	68
Tabla 15. Incrementos de tráfico (Fuente: BOE-311/2010) .....	69
Tabla 16. IMD finales. ....	69
Tabla 17. Peatones y Ciclistas .....	70
Tabla 18. Criterios de Nivel de Servicio. (Fuente: HCM 6.0) .....	71
Tabla 19. Niveles de servicio .....	73
Tabla 20. Estado de alineaciones de la Planta propuesta .....	75
Tabla 21. Cumplimiento de las longitudes mínimas de la propuesta .....	76
Tabla 22. Parámetros mínimos de las clotoides de la propuesta.....	77
Tabla 23. Coordinación de radios de la propuesta .....	77
Tabla 24. Sobrecanchos en curvas de la propuesta .....	78
Tabla 25. . Estado de alineaciones del alzado de la propuesta.....	79
Tabla 26. Análisis del alzado de la propuesta. ....	79
Tabla 27. Marcas viales verticales N-18.....	81
Tabla 28. Marcas viales verticales intersección en T.....	85
Tabla 29. Marcas viales verticales intersección en Y .....	86
Tabla 30. Categoría de tráfico. (Fuente: Norma 6.1-I.C) .....	87
Tabla 31. Explanadas (Fuente: Norma 6.1- I.C).....	88
Tabla 32. Materiales para la formación de explanada. (Fuente: Norma 6.1-I.C).....	89
Tabla 33. Valoración económica E1.....	90
Tabla 34. Valoración económica E2.....	91
Tabla 35. Valoración económica E3.....	92
Tabla 36. Estudio económico sección firmes .....	94
Tabla 37. Espesores mínimos por capas. (Fuente: Norma 6.1- I.C).....	96
Tabla 38. Tipo de ligante hidrocarbonado. (Fuente: PG-3).....	97
Tabla 39. Dotación mínima (fuente: PG-3).....	97
Tabla 40. Firme final .....	98
Tabla 41. Capítulo 1 Demolición y desbroce.....	107
Tabla 42. Capítulo 2 Movimiento de tierras.....	107





Tabla 43. Capítulo 3 Firmas y pavimentos .....	107
Tabla 44. Capítulo 4 Acequia .....	107
Tabla 45. Capítulo 5 Señalización .....	108
Tabla 46. Capítulo 6 Expropiación .....	108
Tabla 47. Valoración económica .....	108



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo final de grado tiene como objetivo el estudio para el acondicionamiento de la N-18 entre la Calle de la Retorta hasta la Calle Fernando I de Antequera de la población de Benaguasil debido a su situación actual.

La N-18 es un camino que circunvala el casco urbano del municipio de Benaguasil por la zona Noroeste, la cual es una zona agrícola con proximidad a áreas residenciales y con una pequeña zona industrial. Es un tramo utilizado tanto como por peatones con sus mascotas como por vehículos.

En cuanto al acceso a la N-18, se puede hacer a través de una intersección en T con la Calle de la Retorta y mediante una intersección en Y con la Calle Fernando I de Antequera. En ambas intersecciones, se ha colocado un espejo para poder realizar los cambios de dirección con mayor seguridad, ya que son puntos de visibilidad reducida.

Por otra parte, a lo largo de la carretera objeto de estudio se encuentran tramos con una sección insuficiente para la circulación de ambos sentidos en paralelo, además de que la calzada es contigua a una acequia sin protección, lo que dificulta aún más la circulación. En cuanto al alcance del estudio, se centra en el análisis de la situación actual y de los condicionantes, la descripción de la propuesta de mejora, diseño para las diferentes intersecciones y una valoración económica de la actuación. Con este acondicionamiento se pretende mejorar la seguridad vial de esta carretera con la consideración de todos los usuarios de la vía.



## 2. ANTECEDENTES

En 2018, la Diputación de Valencia concede una subvención para la realización de Inversiones Financieramente Sostenibles (IFS) las cuales se han destinado para la ejecución de adecuación y reparación de viales del municipio de Benaguasil.

En el proyecto de documentación simplificada que se redacta para la obtención de las subvenciones IFS se encuentra un apartado de necesidades que dice así:

*“Los caminos a acondicionar pueden clasificarse como de servicio rural. En general presentan un notable deterioro debido a la degradación producida por el efecto de las lluvias, así como por el tránsito de vehículos agrícolas e industriales, que han ido desgastando el plano de fundación dejando al descubierto el estrato subyacente, y en algunas zonas, el arrastre de finos deja al descubierto abundante roca, lo que provoca que sea difícil el tránsito rodado.”*

En la siguiente figura se muestra el cartel de la Diputación que se encuentra en la N-18:



Figura 1. Inversión de la diputación

Los trabajos, cuya duración eran de un mes, no se comenzaron hasta el mes de octubre del 2019, los cuales consistieron únicamente, debido a las pésimas condiciones existentes, en la restitución del firme del trazado, por tanto, no se realizó una ampliación ni modificación del trazado.



Además, se procedió a nivelar, geometrizar, compactar la explanada y posteriormente a pavimentar la salida en dirección Este que va directa a una zona residencial.

En las siguientes imágenes ordenadas de forma de P.K ascendente, se puede ver el trazado después de la actuación:



P.K : 0+032



P.K : 0+078



P.K : 0+139



P.K : 0+275



P.K : 0+409



P.K : 0+451



P.K : 0+551

*Figura 2. Resultados de la reparación del firme*



### 3.OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente estudio para el acondicionamiento de la N-18 de Benaguasil consiste en definir un nuevo diseño de la infraestructura lineal para así, reducir o eliminar los diferentes problemas que presenta la vía, problemas relativos a la seguridad vial e incumplimiento de la normativa de carreteras. Dichos problemas vienen dados por curvas excesivamente cerradas de escasa visibilidad, un ancho de calzada irregular a todo lo largo de la infraestructura que en ningún punto llega al mínimo para dos carriles y a su vez, por el uso peatonal y ciclista.

El alcance del estudio será definir los condicionantes, realizar un análisis previo de la situación actual aplicando los parámetros geométricos establecidos por la Normativa de carreteras actual, estudiar el estado del firme, el tráfico y también, proponer un nuevo trazado, eliminando los incumplimientos de la norma ajustándose lo máximo posible al trazado actual, y añadiendo una vía verde en el lado derecho. Además, se mejoran las intersecciones y accesos a lo largo de la vía



## 4. SITUACIÓN ACTUAL.

### 4.1 LOCALIZACIÓN

La vía N-18 es una vía municipal de Benaguasil, Valencia. La cual conecta la Calle de la Retorta y la Calle Fernando I de Antequera.

Se encuentra en la parte Noroeste de la población, siendo un camino que facilita la circunvalación de la población, permitiendo la unión de la parte Oeste y Norte del casco urbano.

El término municipal de Benaguasil se encuentra en la provincia de Valencia a 23,9 Km de la capital. Pertenece a la comarca del Camp del Turia, cuya extensión es de 824 Km<sup>2</sup>, y a su vez, a la subcomarca Ribera del Turia, donde Benaguasil se ubica en la parte meridional de la comarca, en la ribera izquierda del río Turia.

El municipio cuenta con una extensión de 25,30 Km<sup>2</sup> con una altitud de 132 metros.



Figura 3. Ubicación de la Comunidad Valenciana y de la comarca Camp de Turia (Fuente: Wikipedia)

El núcleo principal de la población se ubica al Este del término municipal, muy próximo a los núcleos urbanos de las localidades de Benisanó y Lliria, esta última es la capital de la comarca.

Otro rasgo de interés es que la zona urbana se sitúa a 20 Km en línea recta del mar.







La estructura y características de la población se muestra en la siguiente figura:

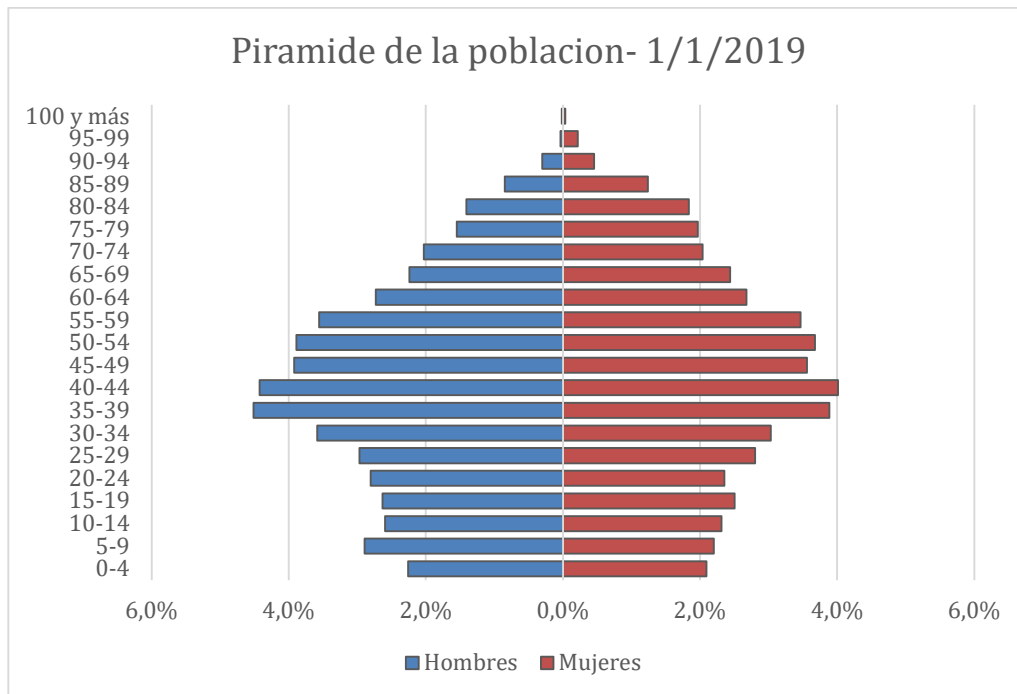


Figura 5. Datos de la población de Benaguasil

Cabe destacar, según indica el Ayuntamiento de Benaguasil, que la mayoría de la población se localiza en el núcleo urbano, y menos de un 5% en núcleos diseminados.

## 4.2 CARTOGRAFÍA

En el presente apartado se va a describir las diferentes cartografías utilizadas para la restitución del eje actual y de la propuesta de mejora del trazado existente con el software de Autodesk, Civil 3D.

A través del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) se puede tener acceso a modelos digitales de elevación y terreno (MDE y MDT). Se trata de un proyecto cooperativo y cofinanciado entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas.

En primer lugar, en el visor que proporciona el PNOA, se selecciona la parte del terreno de la cual se quiere obtener la información. En el caso del presente estudio se ha seleccionado la colección de puntos en formato LAZ (LIDAR) que se trata de nubes de puntos del modelo digital de elevaciones, luego no solo aparece el terreno,



sino que también la vegetación y edificaciones, y además se ha seleccionado el modelo digital del terreno (MDT05/MDT05-LIDAR) con paso de malla cada 5 metros.

Por una parte, con las colecciones de nubes de puntos LAZ están disponibles dos versiones, la 2009 y la 2015, se ha trabajado con la más moderna. Según la extensión del terreno seleccionado aparecen ficheros con la extensión .LAZ, los cuales hay que descargar.

Nombre	Formato	Tamaño (MB)	Fecha	Localizar	Descargar
Coloreado (IRC) 2015 - PNOA-2015-VAL-706-4386-ORT-CLA-CIR.LAZ	LAZ	36.55	2015		
Coloreado (IRC) 2015 - PNOA-2015-VAL-706-4388-ORT-CLA-CIR.LAZ	LAZ	32.89	2015		
Coloreado (RGB) 2015 - PNOA-2015-VAL-706-4386-ORT-CLA-RGB.LAZ	LAZ	38.03	2015		
Coloreado (RGB) 2015 - PNOA-2015-VAL-706-4388-ORT-CLA-RGB.LAZ	LAZ	34.02	2015		

Figura 6. Colección nubes de puntos.

Mediante el software ReCap, con los diferentes ficheros .LAZ, que permite generar un archivo con una nube de puntos único y permite el recorte de la nube generada para facilitar el manejo de Civil 3D se ha cambiado el formato del archivo a .rcp que hace admisible la utilización de la nube con Civil 3D.

Asimismo, para el modelo digital del terreno (MDT05/MDT05-LIDAR) se procede de la misma forma que con las nubes de elevación anterior, pero con un paso previo, ya que el archivo descargado no es trabajable con ReCap, por lo que es necesario el software qGis para el cambio de formato de un archivo .asc a uno .xyz. En este caso la versión utilizada es la del 2009, puesto que no está disponible la del 2015 a fecha de redacción del estudio.

Nombre	Formato	Tamaño (MB)	Fecha	Localizar	Descargar
PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0695-LID.ASC	ASC	168.56	2009		

Figura 7. Colección nubes de puntos MDT

Una vez con un formato admisible para Civil 3D se debe crear una superficie, desde el propio Civil 3D, a partir de la nube de puntos creada. En este caso se ha utilizado el código de sistemas de coordenadas referente a Valencia, EUET-30.

Por tanto, para la restitución del trazado actual se ha utilizado el modelo MDE ya que la elevación el eje de la carretera es la misma, pero para la propuesta de mejora se ha utilizado el modelo MDT al ser más preciso de la cantidad de movimientos de tierras que se ha de hacer, puesto que la N-18 está situada entre campos, los cultivos alteran las elevaciones, dando así un valor de movimiento de tierras erróneo.



Con todo ello se ve que Benaguasil y en concreto la zona de la N-18, se encuentra en una zona llana con una altura sobre el nivel del mar que oscila entre 120 y 140 metros.

### 4.3 TRAZADO

En primer lugar, se describe brevemente de forma introductoria las características destacables del trazado antes de abordar el análisis de comprobación de cumplimiento de la normativa de trazado 3.1-IC.

A lo largo de la infraestructura lineal no se mantiene una sección constante, lo que dificulta la circulación, provocando maniobras arriesgadas a los usuarios. Además, en el margen derecho desde un punto de vista de Sur a Norte se encuentran acequias sin protección. Otro aspecto destacable, son dos pequeños tramos donde hay dos curvas en S con escasa visibilidad de radio reducido, que provocan que los usuarios tengan que reducir la velocidad de una forma anómala.

En cuanto a los puntos de acceso a la N-18 son dos intersecciones de diferentes tipologías, la más al sur de ellas es una intersección en T y la más al Norte es una intersección en Y.

Con respecto al análisis del trazado se hace tomando la normativa de trazado 3.1-IC donde indica los parámetros admisibles. Para ello es necesario crear el eje en el programa Civil 3D y así, obtener los respectivos estados de alineaciones.

El siguiente análisis trata saber cuáles elementos cumplen la normativa para una C-40 y cuáles no, puesto que actualmente es un camino.

#### PLANTA

En la planta se debe comprobar las dimensiones de las rectas y de las curvas con sus respectivos parámetros, así como también la coordinación entre los mismos elementos. Con la finalidad de tener una verdadera idea del estado actual para ilustrar mejor los problemas existentes.

El estado de alineación de civil proporciona una gran cantidad de información que debe ser filtrada para un fácil manejo, así pues, se ha creado un estado de alineaciones más simplificado.



Numero de elemento	Tipo de elemento	P.K inicial (m)	P.K final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Ángulo de incremento (gc)
1	Recta	0+000	0+032,01	32,00			
2	Clotoide	0+032,01	0+060,83	28,82		70	5,397
3	Curva Circular	0+060,83	0+069,95	9,11	170		3,415
4	Clotoide	0+069,95	0+117,6	47,64		90	8,922
5	Recta	0+117,6	0+129,84	12,24			0
6	Clotoide	0+129,84	0+149,84	20		42	7,074
7	Curva Circular	0+149,84	0+154,92	5,08	90		3,597
8	Clotoide	0+154,92	0+164,92	10		30	3,537
9	Recta	0+164,92	0+207,12	42,2			0
10	Clotoide	0+207,12	0+234,07	26,94		26	34,31
11	Curva Circular	0+234,07	0+237,19	3,11	25		7,94
12	Clotoide	0+237,19	0+241,19	4		10	5,093
13	Recta	0+241,19	0+244,53	3,34			0
14	Clotoide	0+244,53	0+247,86	3,33		10	3,537
15	Curva Circular	0+247,86	0+248,06	0,19	30		0,417
16	Clotoide	0+248,06	0+278,06	30		30	31,83
17	Recta	0+278,06	0+395,75	117,68			0
18	Clotoide	0+395,75	0+427	31,25		25	49,74
19	Curva Circular	0+427	0+430,21	3,21	20		10,23
20	Clotoide	0+430,21	0+435,21	5		10	7,958
21	Recta	0+435,21	0+435,44	0,22			0
22	Clotoide	0+435,44	0+440,7	5,26		10	8,817
23	Curva Circular	0+440,7	0+443,35	2,65	19		8,88
24	Clotoide	0+443,35	0+476,25	32,89		25	55,11
25	Recta	0+476,25	0+490,44	14,19			0
26	Clotoide	0+490,44	0+530,44	40		100	5,093
27	Curva Circular	0+530,44	0+533,72	3,27	250		0,834
28	Clotoide	0+533,72	0+543,72	10		50	1,273
29	Recta	0+543,72	0+556,84	13,12			0

Tabla 1. Estado de alineaciones de la Planta actual

Como se puede observar en el estado de alineaciones, el trazado está compuesto por 29 elementos, de los cuales 8 son rectas, 7 son curvas circulares y 14 clotoides. A simple vista se ve que está formada por acuerdos circulares completos, aunque las clotoides de un mismo acuerdo no son simétricas.



La tramificación de la carretera permite ver la sinuosidad del terreno. Se obtiene mediante la acumulación del ángulo girado (gon) y los P.K. En la figura 8 se muestra la tramificación del trazado de estudio:

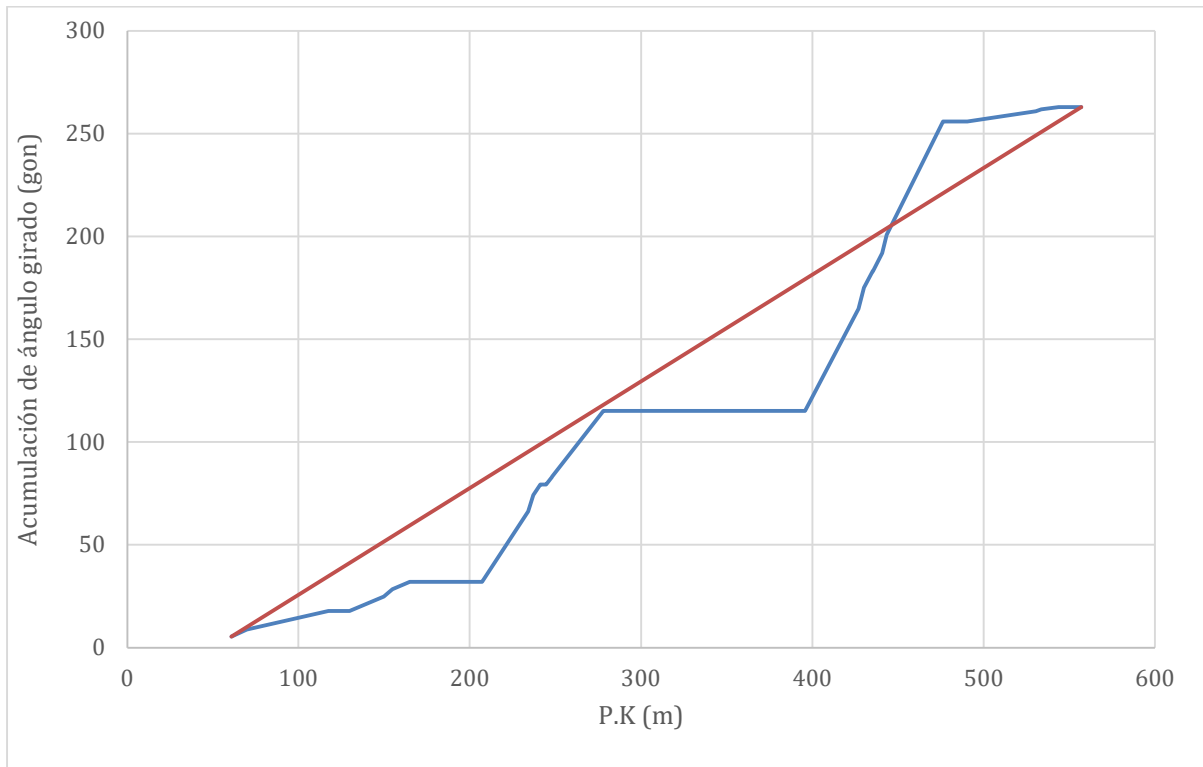
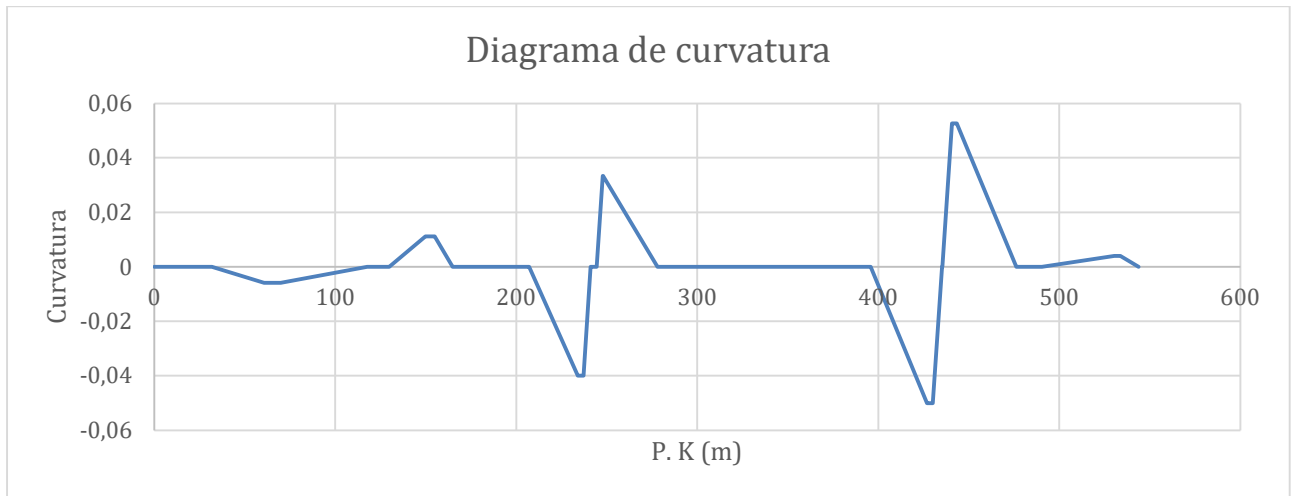


Figura 8. Tramificación de la carretera actual

La tasa de cambio de cobertura (CCR) medido en gon/km es 472,302. Se considera un único tramo, ya que la infraestructura lineal tiene una longitud muy pequeña para dividirla en varios tramos.

El diagrama de curvatura permite analizar visualmente el trazado de una forma muy clara, la curvatura es la inversa del radio, siendo radio positivo si se trata de un giro a derechas y siendo negativo si es un giro a izquierdas.



*Figura 9. Diagrama de curvatura carretera actual*

En el anterior diagrama se aprecia que hay curvas circulares con una longitud muy pequeña y de igual manera ocurre con las rectas entre curvas en S con una curvatura pronunciada, cuya longitud es mínima.

A continuación, se procede a determinar la velocidad de proyecto ( $v_p$ ) de la vía siguiendo la normativa vigente de trazado Norma 3.1-IC. Para ello hace falta determinar la velocidad específica de cada una de las curvas circulares que conforman el trazado, tal y como indica la normativa previamente mencionada.

A efectos de aplicación de la Norma 3.1-IC, se considera que:

- *Velocidad de proyecto de un tramo ( $v_p$ ): Velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de comodidad y seguridad.*
- *Velocidad específica de una curva circular ( $v_e$ ): Velocidad que puede mantener un vehículo a lo largo de una curva circular considerada aisladamente, en condiciones de comodidad y seguridad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a dicha velocidad.*

Con respecto al cálculo de la velocidad específica se hace mediante la siguiente expresión:

$$v_e^2 = 127 * R * \left( f_t + \frac{P}{100} \right)$$

Siendo

$v_e$ =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 (%).



Por tanto, con los radios (R) obtenidos en el estado de alineaciones (tabla 1), con el coeficiente de rozamiento transversal movilizado (ft) se obtiene en función de la velocidad específica y en relación con en el peralte (P), se debe mirar la tabla 4.5 de la Norma dentro del grupo 3, donde según el radio de la curva se tiene un valor de peralte. El intervalo de radio de menor dimensión es de 50 a 350 metros correspondiendo a un 7% de peralte. Por lo que no hay peralte específico para radios inferiores a 50 metros, ya que la norma marca que el radio mínimo de una C-40 es 50 metros, por tanto, a efectos de realizar los cálculos se escoge un peralte de 7% para estos casos.

Realizados los cálculos se obtiene la siguiente tabla:

	R (m)	Peralte (%)	ft	Ve (km/h)
1	170	7	0,1377	66,97
2	90	7	0,1611	51,39
3	25	7	0,1947	28,99
4	30	7	0,1909	31,53
5	20	7	0,1989	26,14
6	19	7	0,1999	25,52
7	250	7	0,1212	77,93

Tabla 2. Valores de las velocidades específicas

Una vez obtenidos los valores de las velocidades específicas se determina la velocidad de proyecto, el valor mínimo Ve es 25,52 km/h siendo un valor inferior a los comprendidos en la norma, ya que lo mínimo es una Vp de 40 km/h, por tanto, se considera una velocidad de proyecto de 40 km/h.

En cuanto al análisis de rectas, indica la norma que:

*Una alineación recta es un elemento del trazado que está indicado en carreteras convencionales para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionantes externos obligados (infraestructuras existentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc.).*

De igual modo la norma indica que:

*Las longitudes mínimas y máximas para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción y así, evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, etc.*

Estas longitudes mínimas dependen directamente de nuestra velocidad de proyecto.

$$L_{min,s} = 1,39 * V_p$$



$$L_{min,o} = 2,78 * V_p$$

$$L_{max} = 16,70 * V_p$$

Siendo

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

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

$L_{max}$  = Longitud máxima (m).

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

La tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC indica las longitudes para cada una de las velocidades de proyecto.

TABLA 4.1.

LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES  
EN ALINEACIONES RECTAS.

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



Tabla 3. Tabla 4.1 de la Norma 3.1-IC (Fuente: : Norma 3.1-IC)





A continuación, se analiza solamente las longitudes mínimas según el criterio de si se trata de una curva en S o en C. Puesto que la longitud máxima supera la longitud del trazado no hace falta comprobarla.

		P.K, inicial (m)	P.K, final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	Longitud mínima (m)		
CURVA EN S	CURVA EN S	Línea	0+0	0+32,01	32,007			
		Espiral-Curva-Espiral	0+32,01	0+60,83	28,824			
		Espiral-Curva-Espiral	0+60,83	0+69,95	9,119	170		
		Espiral-Curva-Espiral	0+69,95	0+117,6	47,647			
		Línea	0+117,6	0+129,84	12,242		NO CUMPLE	
		Espiral-Curva-Espiral	0+129,84	0+149,84	20			
		Espiral-Curva-Espiral	0+149,84	0+154,92	5,085	90		
	Espiral-Curva-Espiral	0+154,92	0+164,92	10				
	Línea	0+164,92	0+207,12	42,2		NO CUMPLE		
	CURVA EN S	CURVA EN S	Espiral-Curva-Espiral	0+207,12	0+234,07	26,944		
			Espiral-Curva-Espiral	0+234,07	0+237,19	3,118	25	
			Espiral-Curva-Espiral	0+237,19	0+241,19	4		
			Línea	0+241,19	0+244,53	3,345		NO CUMPLE
			Espiral-Curva-Espiral	0+244,53	0+247,86	3,333		
Espiral-Curva-Espiral			0+247,86	0+248,06	0,196	30		
Espiral-Curva-Espiral			0+248,06	0+278,06	30			
Línea	0+278,06	0+395,75	117,689		CUMPLE			
CURVA EN C	CURVA EN S	Espiral-Curva-Espiral	0+395,75	0+427	31,25			
		Espiral-Curva-Espiral	0+427	0+430,21	3,214	20		
		Espiral-Curva-Espiral	0+430,21	0+435,21	5			
		Línea	0+435,21	0+435,44	0,224		DESPRECIABLE	
		Espiral-Curva-Espiral	0+435,44	0+440,7	5,263			
	CURVA EN C	CURVA EN C	Espiral-Curva-Espiral	0+440,7	0+443,35	2,65	19	
			Espiral-Curva-Espiral	0+443,35	0+476,25	32,895		
			Línea	0+476,25	0+490,44	14,195		NO CUMPLE
			Espiral-Curva-Espiral	0+490,44	0+530,44	40		
			Espiral-Curva-Espiral	0+530,44	0+533,72	3,276	250	
Espiral-Curva-Espiral	0+533,72	0+543,72	10					
Línea	0+543,72	0+556,84	13,123					

Tabla 4. Cumplimiento de las longitudes mínimas carretera actual.

En síntesis, a lo largo de la infraestructura lineal solamente una recta cumple con la normativa, el resto de ellas tienen una longitud mínima no aceptable.



Por lo que se refiere al análisis de curvas, se comenzará primeramente con las curvas y posteriormente con la coordinación de elementos consecutivos. Como se ha visto anteriormente el valor de los peraltes de las curvas circulares ha de ser de 7% según las limitaciones establecidas por la normativa.

Según la Norma 3.1-IC del trazado *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.* A su vez también indica que *para curvas circulares de radio menor que dos mil quinientos metros (< 2.500 m) en carreteras del Grupo 3, será necesario utilizar curvas de acuerdo.* Si se mira el estado de alineaciones, todos los radios son inferiores a 2.500 m por lo que quiere decir que todas las curvas han de tener curvas de acuerdo, lo cual lo cumple correctamente el trazado de estudio.

La Norma 3.1-IC únicamente contempla adoptar como curva de acuerdo una clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R * L = A^2$$

Donde:

R= Radio de curvatura en un punto cualquiera.

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

A= Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

La longitud y parámetro de las clotoides deben de cumplir unas limitaciones impuestas por la norma, estas limitaciones son: limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal, limitación por transición de peralte y limitación por condiciones de percepción visual.

#### - Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal

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

Lo que supone una longitud mínima para dada expresión de:

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

Siendo

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

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

$R_1$ =Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).

$R_0$ =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 (%).

La variación de la aceleración centrífuga viene dada por la tabla 4.6:

**TABLA 4.6.**

$V_e$ (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 <sub>máx</sub> ) (m/s <sup>3</sup> )	0,7	0,6	0,5	0,4

*Tabla 5. Variación de la aceleración centrífuga (Fuente: Norma 3.1-I.C)*

La Norma 3.1-IC dice que *Las fórmulas simplificadas que definen los valores de  $A_{min}$  y  $L_{min}$  para el caso más usual en el que la clotoide une una alineación recta ( $P_1 = 0$  y  $R_1 = \infty$ ) y una curva circular ( $P_0$  y  $R_0$ ) son las siguientes:*

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

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

**- Limitación por transición de peralte**

*Determinado el borde de la sección transversal que soporta la mayor variación longitudinal de la pendiente transversal, se establecerá la longitud mínima en la que se deberá efectuar la transición del peralte para que no se supere un valor del gradiente de la pendiente transversal ( $\nabla_{ip}$ ), que vendrá dado por la expresión:*

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

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).

La longitud de la clotoide tendrá un valor mínimo definido por la expresión:

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



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

Consecuentemente el valor de será:

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

#### - Limitación por condiciones de percepción visual

- 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:

$$L_{min} = \frac{R_0}{9} \text{ cuyo parámetro correspondiente es } A_{min} = \frac{R_0}{3}$$

$$L_{min} = 2 * \sqrt{3 * R_0} \text{ así como el } A_{min} = (12 * R_0)^{\frac{1}{4}}$$

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:

$$L_{min} = \frac{\pi * \Omega}{500} \text{ y } A_{min} = R_0 * \sqrt{\frac{\pi * \Omega}{500}}$$



Siendo:

$L_{min}$  = Longitud (m).

$R_o$  = Radio de la curva circular (m).

$\Omega$  = Ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon).

Esta última limitación es la recomendable por la norma.

Una vez se han expuesto las diferentes limitaciones de la curva de acuerdo se expone los valores en las siguientes tablas:

Clot	R (m)	Peralte (%)	J (m/s <sup>3</sup> )	ft	Ve (km/h)	Grad ip (%)	$\Omega$ (gon)	Vp (km/h)	B (m)	K	A1 (m)	A2 (m)	A3a (m)	A3b (m)
1	170	7	1	0,137	66,97	0,7	17,73	40	3,5	1	92,40	77,14	56,67	87,63
2	170	7	1	0,137	66,97	0,7	17,73	40	3,5	1	92,40	77,14	56,67	87,63
3	90	7	1	0,161	51,39	0,7	14,21	40	3,5	1	63,69	56,12	30,00	54,38
4	90	7	1	0,161	51,39	0,7	14,21	40	3,5	1	63,69	56,12	30,00	54,38
5	25	7	1	0,194	28,99	0,7	47,34	40	3,5	1	27,72	29,58	8,33	20,81
6	25	7	1	0,194	28,99	0,7	47,34	40	3,5	1	27,72	29,58	8,33	20,81
7	30	7	1	0,190	31,52	0,7	35,78	40	3,5	1	31,35	32,40	10,00	23,86
8	30	7	1	0,190	31,52	0,7	35,78	40	3,5	1	31,35	32,40	10,00	23,86
9	20	7	1	0,199	26,13	0,7	67,92	40	3,5	1	23,80	26,46	6,67	17,60
10	20	7	1	0,199	26,13	0,7	67,92	40	3,5	1	23,80	26,46	6,67	17,60
11	19	7	1	0,199	25,52	0,7	72,81	40	3,5	1	22,97	25,79	6,33	16,94
12	19	7	1	0,199	25,52	0,7	72,81	40	3,5	1	22,97	25,79	6,33	16,94
13	250	7	1	0,121	77,93	0,7	7,20	40	3,5	1	113,43	93,54	83,33	117,02
14	250	7	1	0,121	77,93	0,7	7,20	40	3,5	1	113,43	93,54	83,33	117,02

A3c (m)	Amin (m)	Lmin (m)	Lmax (m)	A max (m)	A (m)	Longitud (m)	Criterio	Clot
56,75	92	50,22	75,33	113,16	70	29	NO CUMPLE	1
56,75	92	50,22	75,33	113,16	90	48	NO CUMPLE	2
26,89	64	45,07	67,61	78,01	42	20	NO CUMPLE	3
26,89	64	45,07	67,61	78,01	30	10	NO CUMPLE	4
13,63	30	35	52,5	36,22	26	27	NO CUMPLE	5
13,63	30	35	52,5	36,22	10	4	NO CUMPLE	6
14,23	32	35	52,5	39,68	10	3	NO CUMPLE	7
14,23	32	35	52,5	39,68	30	30	NO CUMPLE	8
13,07	26	35	52,5	32,4	25	31	NO CUMPLE	9
13,07	26	35	52,5	32,4	10	5	NO CUMPLE	10
12,85	26	35	52,5	31,58	10	5	NOCUMPLE	11
12,85	26	35	52,5	31,58	25	33	NO CUMPLE	12
53,18	117	54,77	82,15	143,31	100	40	NO CUMPLE	13
53,18	117	54,77	82,15	143,31	50	10	NO CUMPLE	14

Tabla 6. Parámetros mínimos de las clotoides actuales.



Se puede apreciar que ninguno de los acuerdos cumple con las limitaciones mínimas.

La Coordinación entre curvas se ha de tener en cuenta cuando la longitud de la recta intermedia es inferior o igual a 400m. Para calcular el intervalo en el cual debe estar el radio de la curva precedente se toma la gráfica vista en la asignatura de Caminos y Aeropuertos, ya que los valores de la normativa de trazado pueden traer graves problemas de seguridad. La siguiente gráfica tiene en cuenta el criterio del sentido de recorrido de la curva,

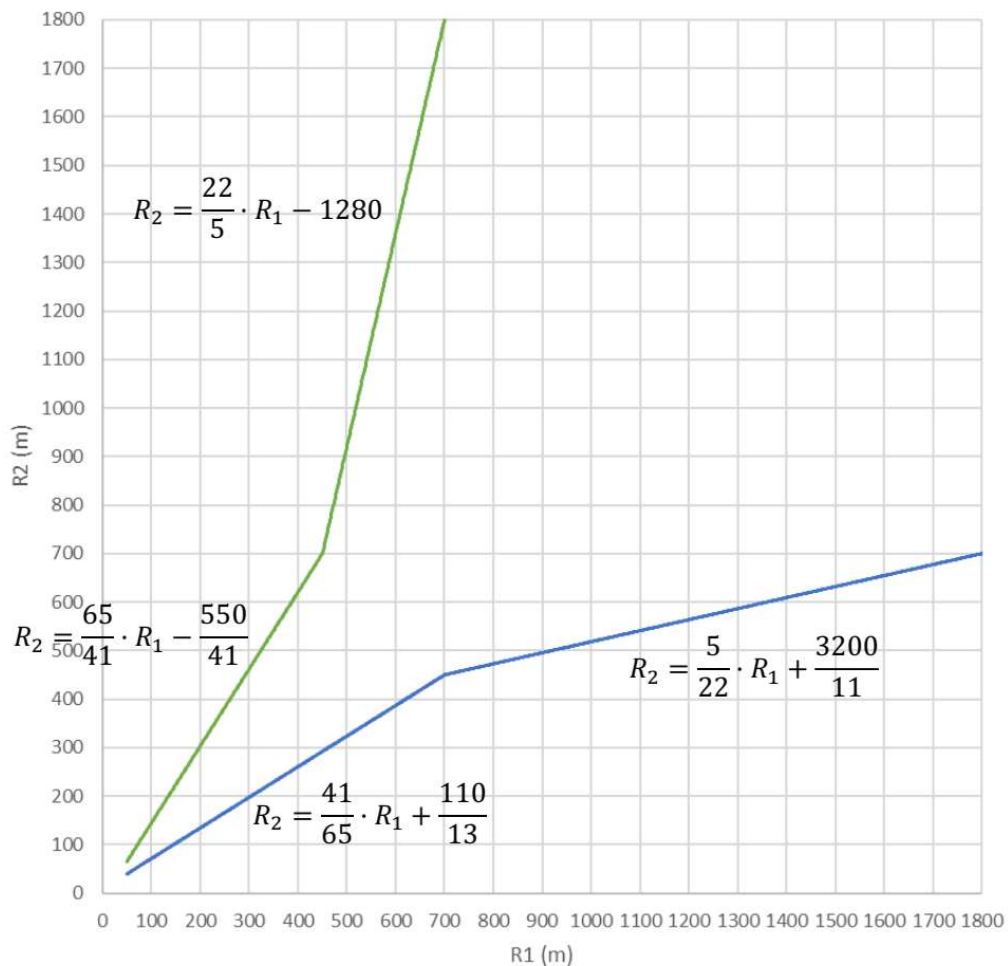


Figura 10. Relación de los radios. (Fuente: Asignatura caminos y aeropuertos)



Luego, para el trazado se tiene la siguiente tabla donde se observa que el trazado no cumple ningún tipo de coordinación, además de tener curvas con radios inferiores a lo permitido, por tanto, en ellos no es posible realizar el análisis de coordinación.

Longitud intermedia inferior a 400m				
R(m)	<	R'(m)	<	CUMPLE
0-50				
25		30		
30		20		
20		19		
19		250		
50-450	$(41/65 * R + 110/13)$		$(65/41 * R - 550/41)$	
170	115,69	90	256,09	NO
90	65,23	25	129,26	NO
250	166,15	-	382,92	

Tabla 7. Coordinación de radios actuales.



## ALZADO

En el siguiente apartado se pretende acometer de la misma manera que en apartado anterior comprobando el cumplimiento del Norma 3.1-IC.

Una vez creado el eje con Civil 3D, se crea el perfil longitudinal con el mismo software y así poder extraer el estado de alineaciones y poder analizarlo. Para el alzado, como en la planta, se ha configurado y dado forma al estado de alineaciones para una mejor percepción de la información:

Tipo	P.K i (m)	P.K f (m)	Longitud (m)	Elevación inicial (m)	Pendiente (%)	Curva de perfil	P.K V.A.V (m)	K (m)	Elevación V.A.V (m)	R (m)
R	0+000	0+004,12	4,12	138,14	-6,01				138,14	
P	0+004,12	0+013,37	9,25	137,89		Cóncavo	0+008,75	4.477	137,61	447,65
R	0+013,37	0+017,38	4,00	137,43	-3,94					
P	0+017,38	0+029,69	12,31	137,27		Cóncavo	0+023,54	9.428	137,03	942,82
R	0+029,69	0+030,29	0,59	136,87	-2,63					
P	0+030,29	0+090,06	59,76	136,85		Cóncavo	0+60,18	156.563	136,06	15656,3
R	0+090,06	0+180,00	89,94	135,39	-2,25					
P	0+180,00	0+232,75	52,74	133,37		Convexo	0+206,38	18.105	132,77	1810,5
R	0+232,75	0+237,93	5,17	131,34	-5,17					
P	0+237,93	0+240,56	2,63	131,08		Convexo	0+239,25	1.133	131,07	113,30
R	0+240,56	0+272,44	31,88	131,04	-2,84					
P	0+272,44	0+429,47	157,02	130,13		Cóncavo	0+350,96	136.147	127,90	13614,7
R	0+429,47	0+429,67	0,20	125,58	-1,68					
P	0+429,67	0+437,52	7,85	125,58		Cóncavo	0+433,6	16.913	126,51	1691,29
R	0+437,52	0+445,51	7,99	125,49	-2,15					
P	0+445,51	0+500,60	55,08	125,31		Cóncavo	0+473,06	123.398	125,66	12339,8
R	0+500,60	0+500,68	0,08	125,19	-1,7					
P	0+500,68	0+503,43	2,75	125,19		Cóncavo	0+502,06	1.391	125,17	139,05
R	0+503,43	0+504,45	1,02	125,17	-3,68					
P	0+504,45	0+543,52	39,06	125,13		Cóncavo	0+523,99	52.510	124,36	5251,01
R	0+543,52	0+556,84	13,31	123,79	-2,94					
				123,40						

Tabla 8. Estado de alineaciones del alzado actual.

Como se puede observar en la tabla 8, el estado de alineaciones está constituido por 11 rectas o rasantes (R) y 10 parábolas o acuerdos verticales (P). Otro aspecto destacable, es que el tramo es totalmente descendente en sentido Norte, donde todas las rectas tienen una pendiente negativa. Pues el trazado comienza con una elevación de 138,43 metros y finaliza con una elevación de 123,4 metros.

Para la definición del trazado en alzado de la infraestructura lineal del presente estudio, se toma el eje del centro de la calzada puesto que se trata de una carretera de calzada única y de doble sentido de circulación.





La Norma 3.1-IC establece los valores máximos y mínimos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras en función de la velocidad del proyecto  $V_p$ , el valor máximo viene dado por la tabla 5.2:

TABLA 5.2.

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

Tabla 9. Inclinación máxima de las rasantes (Fuente: Norma 3.1-I.C)

El valor mínimo no puede ser menor a 0,5%, aunque excepcionalmente la rasante podrá llegar hasta el valor mínimo que puede drenar la carretera de 0,2%.

En cuanto, a los acuerdos verticales, se adopta como forma de la curva una parábola simetría de eje vertical, cuya ecuación es:

$$y = \frac{x^2}{2 * k_v}$$

Siendo  $k_v$  el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de la parábola.



En la tabla siguiente, tabla 5.3 de la Norma 3.1-IC, se muestra los  $K_v$  mínimos para los acuerdos convexos y cóncavos, y así como en el pie de la tabla indica para qué condiciones se han obtenido dichos valores:

TABLA 5.3.

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

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

**Nota 1:** Los valores de  $K_v$  de esta Tabla se han obtenido para una altura del obstáculo  $h_2 = 0,50$  m. Para alturas inferiores, deberán calcularse los correspondientes valores mínimos de  $K_v$ .

**Nota 2:** Los valores de  $K_v$  en acuerdos cóncavos se han obtenido para condiciones nocturnas y alcance ilimitado de los faros del vehículo, por lo que dado el limitado alcance real de los mismos, la adopción de dichos valores de  $K_v$  no garantizará la visibilidad en horas nocturnas.

Tabla 10. Parámetros de las parábolas mínimos (Fuente: Norma 3.1-I.C)



En relación con la longitud de curva, ha de cumplir que sea mayor al valor de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ), esta longitud mínima viene establecida por las consideraciones de percepción visual.

En la siguiente tabla se analiza el cumplimiento de las condiciones anteriores.

Tipo	P.K i (m)	P.K f (m)	Longitud (m)	Longitud min (m)	Cumplimiento	Tipo de curva	Kv (m)	Kv min (m)	Cumplimiento
P	0+004,12	0+13,37	9,25	40	NO	Cóncavo	4.477	760	SI
P	0+017,38	0+29,69	12,31	40	NO	Cóncavo	9.428	760	SI
P	0+030,29	0+90,06	59,76	40	SI	Cóncavo	156.563	760	SI
P	0+180,00	0+232,75	52,74	40	SI	Convexo	18.105	250	SI
P	0+237,93	0+240,56	2,63	40	NO	Convexo	1.133	250	SI
P	0+272,44	0+429,47	157,02	40	SI	Cóncavo	136.147	760	SI
P	0+429,67	0+437,52	7,85	40	NO	Cóncavo	16.913	760	SI
P	0+445,51	0+500,60	55,08	40	SI	Cóncavo	123.398	760	SI
P	0+500,68	0+503,43	2,75	40	NO	Cóncavo	1.391	760	SI
P	0+504,45	0+543,52	39,06	40	NO	Cóncavo	52.510	760	SI

Tabla 11. Análisis del alzado actual.

Se observa que todos los acuerdos verticales tienen un radio de la circunferencia oscultriz ( $k_v$ ) adecuado, en cambio no todas las parábolas cumplen la longitud mínima.



## SECCION TRANSVERSAL

De la misma manera se analiza la sección transversal a partir de la Norma 3.1-IC.

La sección transversal de una carretera o cualquier elemento de la misma se determina en función de la intensidad y la composición del tráfico pronosticado para el año horizonte, que es de 20 años después de la fecha de su puesta en servicio. En cualquier caso, para las carreteras convencionales, como es una C-40, han de tener un carril para cada sentido de circulación, en ningún caso tendrá calzadas con dos o más carriles por sentido.

Para el dimensionamiento de la sección transversal se ha de tener en cuenta diversos factores como son los anchos de los carriles, de los arcenes (interior/izquierdo como exterior/derecho), de las bermas y también el nivel de servicio mínimo en el año horizonte. En la siguiente tabla, tabla 7.1 de la Norma 3.1-IC, se establecen los valores de dimensionamiento:

**TABLA 7.1.**  
**DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.**

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
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
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Tabla 12. Valores de dimensionamiento (Fuente: Norma 3.1-I.C)



La N-18 es una vía donde no hay marcas viales longitudinales, por tanto, no están delimitados los carriles ni los arcenes.



*Figura 11. Sección actual 1*

En la mayor parte del tramo, la longitud de los carriles es inferior a 3 metros, incluso llegando al punto a que dos vehículos de diferente sentido no pueden circular, donde normalmente el vehículo de sentido ascendente decide detenerse y mantenerse en el borde de la calzada o en alguna parte más ancha como puede ser las entradas a la nave industrial o a los campos, para que pase el vehículo de sentido contrario.



*Figura 12. Sección actual 2*



A través de Civil 3D con la ortofoto se mide los diferentes anchos de la calzada a lo largo de la infraestructura lineal.

En la parte inicial de la sección transversal es de 5,1 metros aproximadamente disminuyendo considerablemente el ancho desde la primera nave industrial hasta la segunda, por el paso de la residencia, llegando a tener un ancho de 3 metros.



*Figura 13. Ancho calzada 1.*



Figura 14. Ancho calzada 2.



Una vez pasada la segunda nave industrial el ancho de la calzada oscila entre 4 y 4,6 metros.



*Figura 15. Ancho calzada 3.*



*Figura 16. Ancho calzada 4.*





## NUDOS

La Norma 3.1-IC define:

*Se denomina nudo a la zona en la que existe cualquier tipo de concurrencia espacial de dos o más vías que implique la posibilidad de pasar de una a las otras. Incluye los ramales de enlace, las vías de giro y, eventualmente, las intersecciones para pasar de una carretera a otra. Se clasifican en:*

- *Intersecciones, cuando todos los movimientos se realicen al mismo nivel.*
- *Enlaces, cuando al menos un (1) movimiento se realice a distinto nivel.*

Para el diseño geométrico de los nudos, salvo que se realice un estudio específico, se establece un vehículo patrón característico, que viene dado en la tabla 10.1 de la norma ya citada:

**TABLA 10.1.**

**VEHÍCULOS PATRÓN CARACTERÍSTICOS EN NUDOS (EXCEPTO EN GLORIETAS).**

CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS
Autopistas y autovías	Enlaces entre autopistas y/o autovías	Tren de carretera
	Enlaces en autopistas y/o autovías que permiten el cambio de sentido o que conectan con carreteras convencionales con accesos a núcleos industriales o comerciales	
	Intersecciones que forman parte de un enlace en autopistas y/o autovías en otras circunstancias	Vehículo articulado
Carreteras convencionales y multicarril	Enlaces	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-100, C-90 y C-80	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-70, C-60, C-50 y C-40	Camión ligero
	Accesos	Según la función a desempeñar por las vías que se conectan

*Tabla 13. Vehículos patrón (Fuente: Norma 3.1-I.C)*



En la carretera de estudio únicamente se puede encontrar intersecciones y accesos puesto que todos los movimientos se realizan al mismo nivel.

Ahora se examina las condiciones impuestas por la Norma 3.1-IC para intersecciones.

En planta, las vías concurrentes en una intersección se deben de cruzar con un ángulo lo más próximo a uno recto, para así poder mejorar las condiciones de decisión de la maniobra correspondiente y reducir el tiempo para atravesar a la otra trayectoria. Este ángulo no puede estar fuera del intervalo establecido de entre 65 y 135 gonios, aunque a veces resulta necesario e incluso ventajoso que el intervalo sea de entre 80 y 120 gonios. Además, las alineaciones curvas de las vías secundarias deberán situarse a una distancia mayor o igual que 20 metros de la zona de la calzada. Y, por último, cuando la IMD de algún movimiento de las vías que concurren en una intersección sea superior a 300 veh/día la intersección esta canalizada.

En alzado, indica que las rasantes de las vías que concurren en una intersección deben tener la menor inclinación posible y que los acuerdos verticales no se iniciaran a menos de 20 m de la zona común de la calzada, aunque esta distancia se puede reducir en el caso de intersecciones no canalizadas.

Dicho esto, como se ve en el apartado de tráfico ningún movimiento supera los 300 veh/día, por tanto, no deben de estar canalizadas. Por otra parte, todas las intersecciones y accesos presentan un ángulo prácticamente recto, salvo la intersección en Y. En cambio, todos los nudos presentan la menor inclinación posible exceptuando la intersección en T que la rasante de inicio tiene una inclinación del -6%.

La primera de ellas es una intersección en T con la CV-3641, que a su vez es intersectada por una vía verde, y que a escasos metros del nudo se encuentra el acceso una nave industrial cuya actividad está destinada a la ferralla, lo cual genera un tráfico pesado que requiere unas dimensiones mayores para efectuar las maniobras. Así que, el vehículo tipo cambia a vehículo articulado para esta intersección.



Figura 17. Intersección en T (Fuente: Google Earth)

Por otra parte, a lo largo de la vía se puede encontrar diferentes accesos como el acceso a una vivienda, a una nave industrial, diversos accesos a campos de cultivo y al camino con dirección Este.



Figura 18. Acceso a la vivienda (Fuente: Google Earth)



*Figura 19. Acceso a la nave industrial (Fuente: Google Earth)*



*Figura 20. Intersección con el camino con dirección Este (Fuente: Google Earth)*



Por último, la intersección más al Norte es una intersección en Y, la rama izquierda es un puente que atraviesa la CV-50 y la rama derecha es la Calle Fernando I de Antequera.



*Figura 21. Intersección en Y (Fuente: Google Earth)*



## SEÑALIZACION

La finalidad de este apartado es conocer la señalización a lo largo de la carretera y la normativa al respecto, en este caso, la normativa de referencia es la Norma 8.2-IC Marcas Viales la cual aprobó la Orden Ministerial del 16 de Julio de 1987. Así mismo la Norma 8.1-IC de señalización vertical publicada en el BOE el 5 de abril del 2014.

La señalización tiene cuatro objetivos de gran importancia para la conducción, como son el aumento de la seguridad, el aumento de la eficacia, el aumento de la comodidad y la facilitación de la orientación de los conductores.

Para una buena señalización la norma establece unos principios básicos: la claridad, sencillez y uniformidad.

En cuanto a la N-18, a lo largo de la infraestructura no hay ninguna marca longitudinal continua o discontinua, en cambio sí que se puede encontrar una marca transversal discontinua, se trata de una marca de paso para ciclistas. Como se puede ver en la siguiente figura, se encuentra en un estado muy degradado.



*Figura 22. Marca de paso ciclista.*



La Norma 8.1-IC dice que en las intersecciones: *La ordenación de la circulación en cruces a nivel o en convergencias se podrá hacer estableciendo una prioridad fija de paso para una de las dos trayectorias que se cruzan o convergen (que se denominará principal) sobre la otra (que se denominará secundaria), o alternando dicha prioridad en el tiempo mediante un semáforo.*

La única excepción para que no se indique la prioridad en un cruce, es que una de las dos vías sea una vía sin pavimentar.

La prioridad se establece a través de:

- Una prioridad fija como puede ser una señal de STOP, un ceda el paso en las trayectorias secundarias o una señalización de la trayectoria principal.
- Una señalización de orientación como carteles o carteles flechas
- Prioridad alternativa mediante semáforos.

En las intersecciones de la N-18 únicamente se ha puesto un espejo de seguridad, convexo y flexible de 60 cm de diámetro.



*Figura 23. Espejo de la intersección con la calle Retorta.*



*Figura 24. Espejo de la intersección con la calle Fernando I de Antequera.*

La única marca vertical en la carretera es una señal de recomendación de velocidad con unas dimensiones de 600x600 mm al tratarse de una carretera sin arcenes.



*Figura 25. Señal recomendación de velocidad.*

En lo que se refiere a los adelantamientos, no hay ningún tramo a lo largo de toda la infraestructura lineal donde se puedan realizar.





## ANÁLISIS DE LA VISIBILIDAD

A lo largo de la infraestructura hay dos puntos por cada sentido donde la visibilidad se ve comprometida, estos puntos corresponden a las consecutivas curvas en S, sin apenas rectas intermedias.

El primer punto crítico se encuentra entre las dos curvas de radios 25 y 30 metros, que comienza en el P.K 0+207.12 y termina en el P.K 0+278,06, además de contar con unos radios muy pequeños, el lado izquierdo cuenta con un muro de contención/ delimitación de la parcela que oscila entre 1 y 2 metros de altura aproximadamente, y con un depósito y su respectivo vallado en el lado derecho desde un punto de vista de P.K ascendentes.



*Figura 26. Visibilidad reducida del punto 1 con sentido ascendente.*



*Figura 27. Visibilidad reducida del punto 1 con sentido descendente.*

El segundo punto crítico viene dado por los mismos motivos que el punto anterior, una consecución de curvas con radio aún más inferiores de 20 y 19 metros, localizado entre los P.K 0+395,75 y 0+476,25 metros, pero en este caso el muro de contención del lado izquierdo desde un sentido de P.K ascendentes es de 2 metros.



*Figura 28. Visibilidad reducida del punto 2 con sentido ascendente.*



*Figura 29. Visibilidad reducida del punto 2 con sentido descendente.*



## 4.4 ESTADO DEL FIRME

En la actualidad la carretera se ha visto modificada recientemente, como se ha visto en el apartado 2 Antecedentes. Por tanto, el firme se encuentra en perfectas condiciones.

Gracias al proyecto se sabe que el firme se compone de: un riego de imprimación o adherencia con betún (EB) DBI 2274, una capa aglomerado asfáltico en caliente tipo AC-11 SURF 35/50 D, de 5 cm de espesor mínimo, y un betún asfáltico de penetración de granulometría densa para la capa de rodadura y árido granítico.



*Figura 30. Firme actual*

## 5.CONDICIONANTES

### 5.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Para obtener la información necesaria del planeamiento urbanístico a lo largo de la infraestructura lineal, se ha procedido al estudio y clasificación del suelo, por tanto, se ha analizado tanto el uso del suelo como su clasificación a lo largo de la infraestructura lineal, todo ello gracias al Visor Cartogràfic de la Generalitat Valenciana.

En el Visor se dispone de dos cartografías para la clasificación del suelo, el SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España) y el CORINE Land Cover, las últimas clasificaciones son de los años 2015 y 2018 respectivamente, por tanto, como es más reciente se ha procedido a utilizar la del CORINE Land Cover para representar los datos de uso y cobertura del suelo.

En el estudio del planeamiento urbanístico, el visor que proporciona la Generalitat da sobre la superficie del terreno en diferentes colores los usos del suelo, cuyo uso asociado a cada color se puede ver en la leyenda.

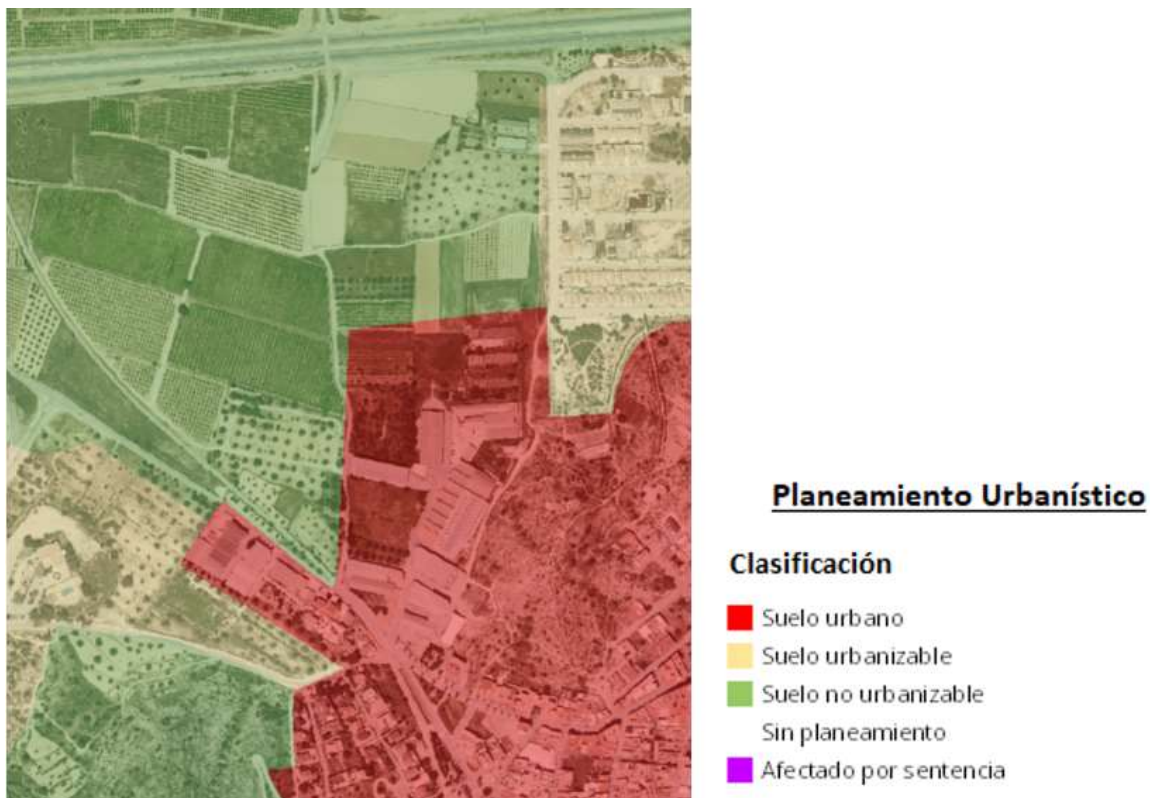


Figura 31. Clasificación de suelo del planeamiento urbanístico y leyenda. (Fuente: visor cartogràfic, gva)

Se puede ver en la figura precedente que el frente Sur de la carretera y gran parte del frente Este se considera suelo urbano, puesto que es una zona con diversas naves industriales, en cambio el resto del suelo se considera suelo no urbanizable, ya que son campos de cultivo.

Los datos cartográficos del CORINE Land Cover actualización 2018 proporciona una leyenda más detallada de los usos y así se obtiene más información.

### Usos del suelo

#### CLC 2018

■ 111: Tejido urbano continuo	■ 222: Frutales
■ 112: Tejido urbano discontinuo	■ 223: Olivares
■ 121: Zonas industriales o comerciales	■ 231: Praderas
■ 122: Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	■ 241: Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes
■ 123: Zonas portuarias	■ 242: Mosaico de cultivos
■ 124: Aeropuertos	■ 243: Terrenos principalmente agrícolas
■ 131: Zonas de extracción minera	■ 244: Sistemas agroforestales
■ 132: Escombreras y vertederos	■ 311: Bosques de frondosas
■ 133: Zonas en construcción	■ 312: Bosques de coníferas
■ 141: Zonas verdes urbanas	■ 313: Bosque mixto
■ 142: Instalaciones deportivas y recreativas	■ 321: Pastizales naturales
■ 211: Tierras de labor en secano	■ 322: Landas y matorrales
■ 212: Terrenos regados permanentemente	■ 323: Vegetación esclerófila
■ 213: Arrozales	■ 324: Matorral boscoso de transición
■ 221: Viñedos	■ 331: Playas, dunas y arenales

Figura 32. Leyenda CORINE Land Cover 2018 (Fuente: visor cartogràfic, gva)



Figura 33. Corine Land Cover 2018. (fuente: visor cartogràfic, gva).



Como se puede observar en la figura anterior, el camino se encuentra entre dos usos distintos, el primero de ellos tiene un código de uso de suelo 111 que quiere decir que es un tejido urbano continuo y el segundo, el de mayor extensión, tiene un código 222 cuya descripción es Frutales y en este caso cítricos en su gran mayoría, si se comprueba los datos obtenidos con el SIOSE 2015.

## 5.2 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

El propósito de este punto es conocer la climatología e hidrología del entorno de la N-18, primero de todo se ha de decir que Benaguasil se ubica en una zona con un clima de tipo Mediterráneo dada su proximidad al mar. Quiere decir que el municipio de Benaguasil tiene unas características climáticas pertenecientes a la subregión fitocromática IV de Allué, la cual se caracteriza por un clima Mediterráneo árido, cálido, de estíos secos con ligera influencia marítima y alta irregularidad de precipitaciones.

En lo que se refiere a las Temperaturas, gracias al Visor Cartogràfic de la GVA, se tiene los siguientes valores:

- Temperatura mínima anual =  $-1^{\circ}\text{C}$
- Temperatura media de las mínimas anual =  $11^{\circ}\text{C}$
- Temperatura media anual =  $16^{\circ}\text{C}$
- Temperatura media de las máximas anual =  $22^{\circ}\text{C}$
- Temperatura máxima anual =  $36^{\circ}\text{C}$

Las heladas resultan raras, aunque de manera esporádica llegan olas de aire polar continental.

También, cabe señalar que las intensidades medias del viento son débiles, con un régimen de viento variado. Según en la estación del año se puede encontrar un tipo de viento diferente, en invierno predomina la tramontana, en primavera brisas marinas y en verano con duración de dos o tres días, pero con poca frecuencia, hace un viento de poniente.

Dada la proximidad a la costa la humedad relativa nunca baja del 60% en Benaguasil, así teniendo una humedad relativa media anual del 65% y con una máxima del 70%

En cuanto a la obtención de datos de las precipitaciones, se extrae la información del Plan de Actuación Municipal ante el riesgo de Inundaciones de Benaguasil que fue aprobado en el año 2013, es un plan elaborado por el Ayuntamiento con la colaboración del Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València y una consultoría.



Luego, el análisis pluviométrico del plan consiste en la recopilación de las series de precipitaciones diarias durante 18 años (1993-2010) en la estación situada en el Ayuntamiento de AEMET, más aún, dicho análisis se realizó dentro del Proyecto Europeo AQUAVAL (LIFE08 ENV/E/000099). Las precipitaciones contabilizadas fueron las mayores a 1mm de precipitación total diaria.

El primer gráfico extraído (figura 34) es una distribución de la cantidad de días de un mes que hay precipitaciones, habiendo un total de 40 días con precipitaciones al año.

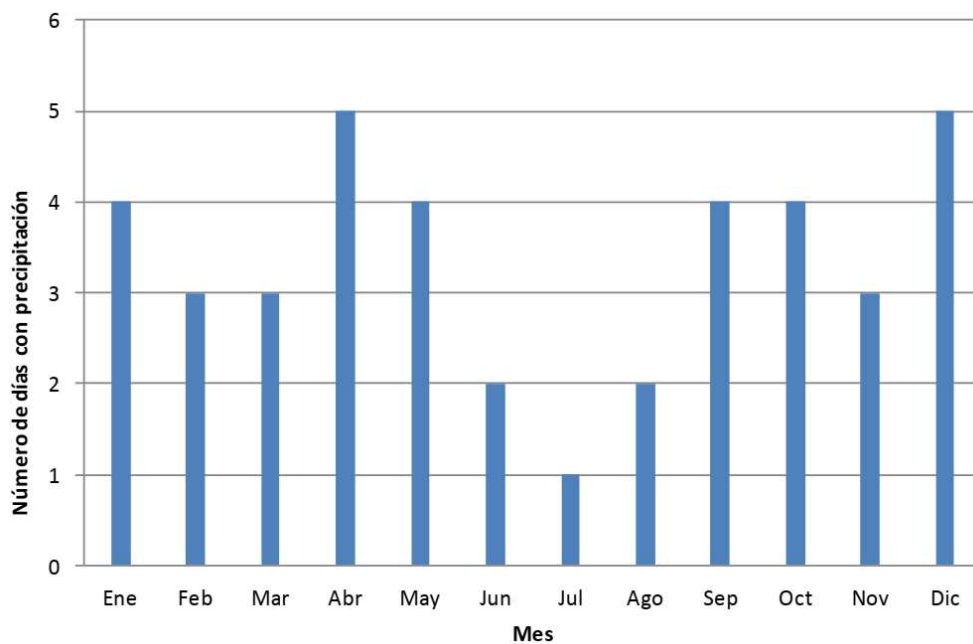


Figura 34. Precipitación media de días. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)

El segundo gráfico extraído (figura 35) representa en mm las precipitaciones medias mensuales, obteniendo un valor de precipitación anual media de 432 mm/año.



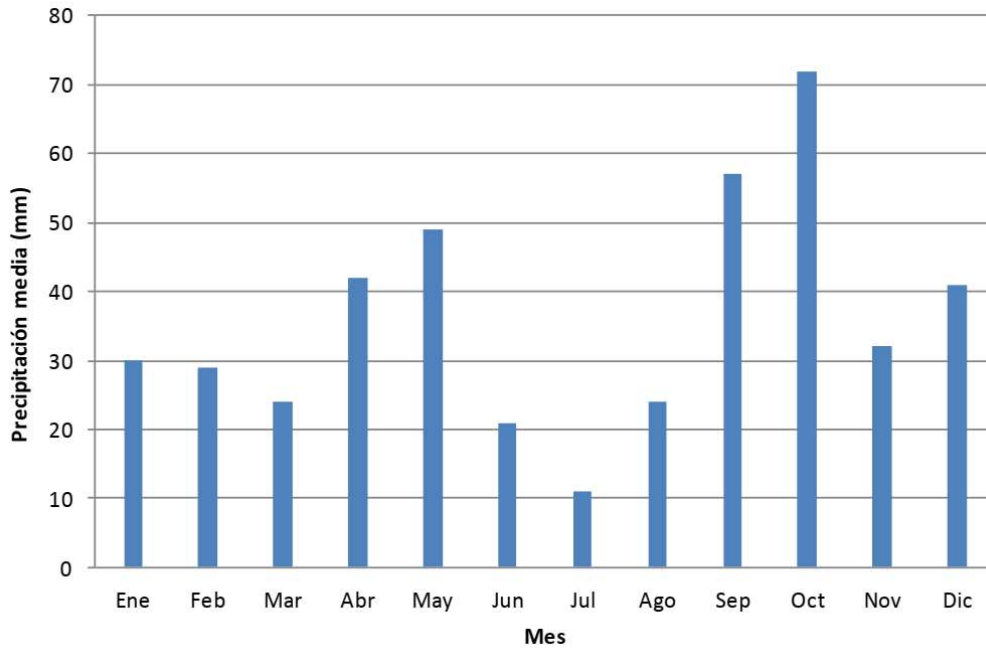


Figura 35. Precipitación media mensual. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)

El tercer grafico extraído (figura 36) corresponde a las precipitaciones máximas en 24 horas para cada mes del año.

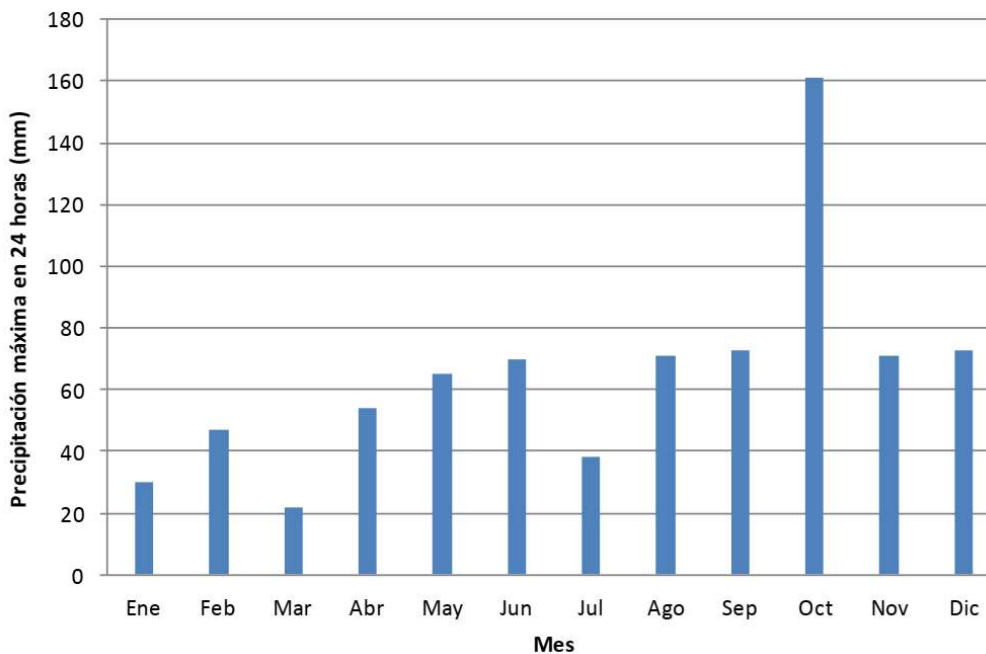


Figura 36. Precipitación máxima en 24h. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)

Como conclusión del análisis se tiene que los 16 mm no se supera en el 80% de las precipitaciones y que en el 90% de los días no se supera los 26mm.

Por otra parte, Benaguasil está integrado en la Cuenca del río Turia, conforme se muestra en la siguiente figura extraída del plano 1.2 del Anexo 4.1 del plan previamente citado:

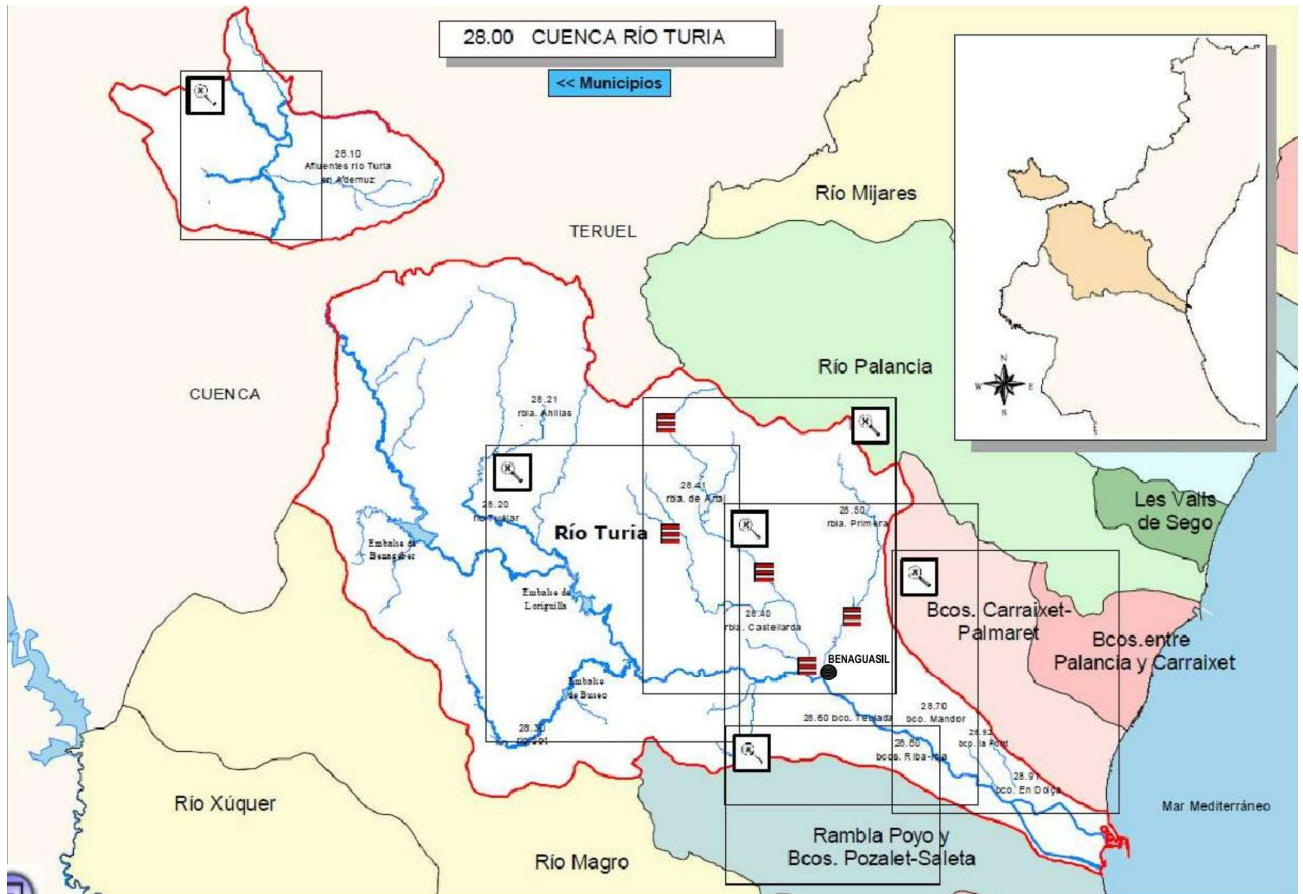


Figura 37. Cuenca del río Turia. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)

En el municipio se encuentra el río Turia, la Rambla Castellarda, la Rambla primera, el barranco del Tollo y el Barranco de Benaguasil, aunque este último no está integrado en la esfera competencial de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

El Barranco de Benaguasil discurre por el Norte del término municipal, el cual ha sufrido modificaciones por la construcción de la CV-50 variante Benaguasil. Actualmente discurre por la cuneta norte de la autovía hasta que la cruza a la altura del polideportivo municipal. Tras la modificación el barranco no ha sido objeto de estudio, por lo que la única información es dada por el PATRICOVA que es el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana.

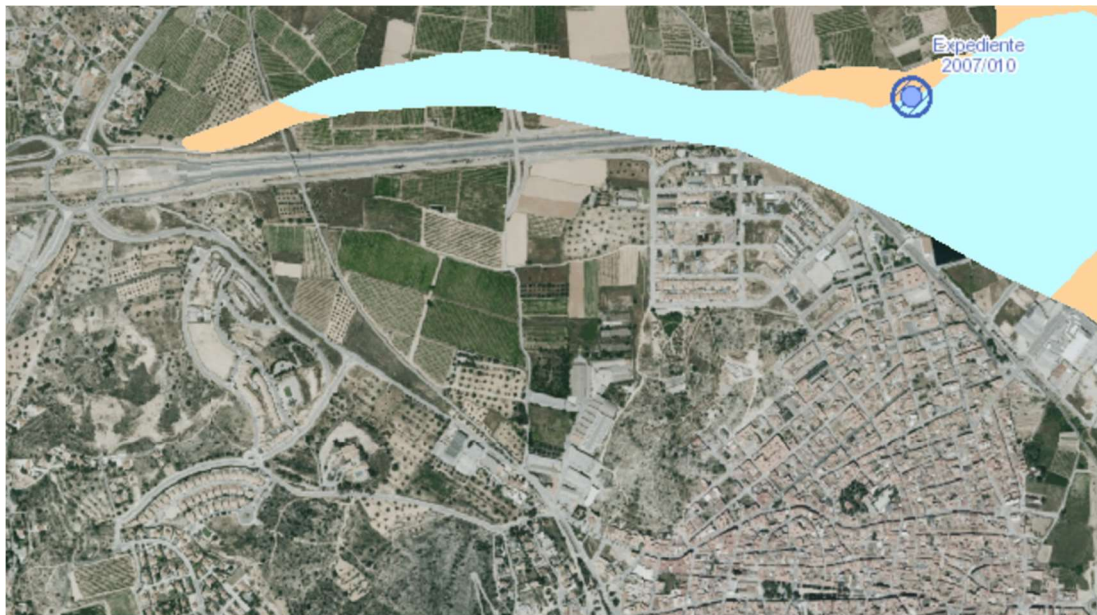


Figura 38. Riesgo de inundabilidad. (fuente: visor cartogràfic, gva)

Como se aprecia en la figura anterior obtenida del PATRICOVA, el barranco de Benaguasil no afecta a la carretera de estudio. Las características del barranco son:

- Riesgo de inundación muy bajo
- Peligrosidad 3 con frecuencia alta (25 años)
- Calado bajo (<0.8m)

El emplazamiento de la infraestructura lineal se considera una zona vulnerable por nitratos, superficiales (0) y subterráneas (1), información disponible en el visor Cartogràfic.

Cabe destacar que la gran red de acequias próxima a la carretera facilita de forma indudable el drenaje de la carretera, a pesar de la constante pendiente descendente de la misma.



## 5.3 MEDIO AMBIENTE

En lo que se refiere a los espacios protegidos, no se detecta ningún punto de interés a lo largo de la infraestructura como podría ser zonas húmedas, parques naturales, paisajes protegidos, reservas naturales etc.

En cuanto a la Red Natura 2000, es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad cuya finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa (DEF. PAG WEB). Consta de:

- LIC (Lugares de Importancia Comunitaria)
- ZEC (Zonas Especiales de Conservación)
- ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves)

En los cuales no se tiene ninguna zona/lugar de interés.

También, cabe señalar que no existe un plan para la mejora del aire ni para prevenir la contaminación acústica. En cuanto a la biodiversidad no se encuentra ninguna especie vulnerable.

## 5.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El objetivo de este apartado es conocer las características del terreno donde discurre la carretera.

Por lo que se refiere a la Geología, se recurre al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el cual tiene una sección de cartografía geológica constituida por una plataforma de conocimiento fundamental del medio físico y de los recursos del suelo y subsuelo. Entre todas, en el presente estudio se ha recurrido a la cartografía geológica MAGNA50 y GEODE.

El Mapa Geológico Nacional (MAGNA) 2ª serie, se distribuye en hojas 1:50.000, en él se representa la procedencia de los materiales, rocas y sedimentos, que aparecen en la superficie terrestre, su distribución espacial y las relaciones geométricas entre las diferentes unidades cartográficas, tal como indica IGME en su página web.

La carretera se encuentra dentro de la hoja 695 (28-27) Liria, la cual se puede abrir a través de diferentes visores:

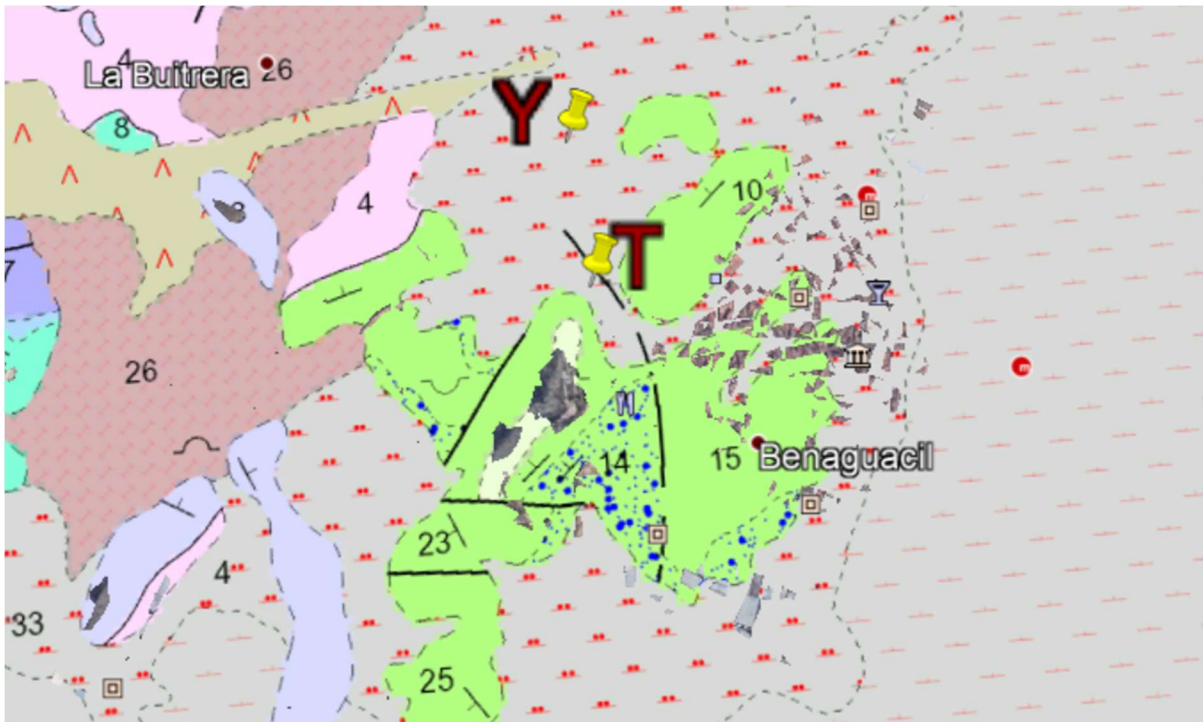


Figura 39. Magna50 (Fuente: IGME)

Como se aprecia la N-18 se sitúa en una capa con un código de unidad geológica de 33 que mirando en la leyenda:

### LEYENDA

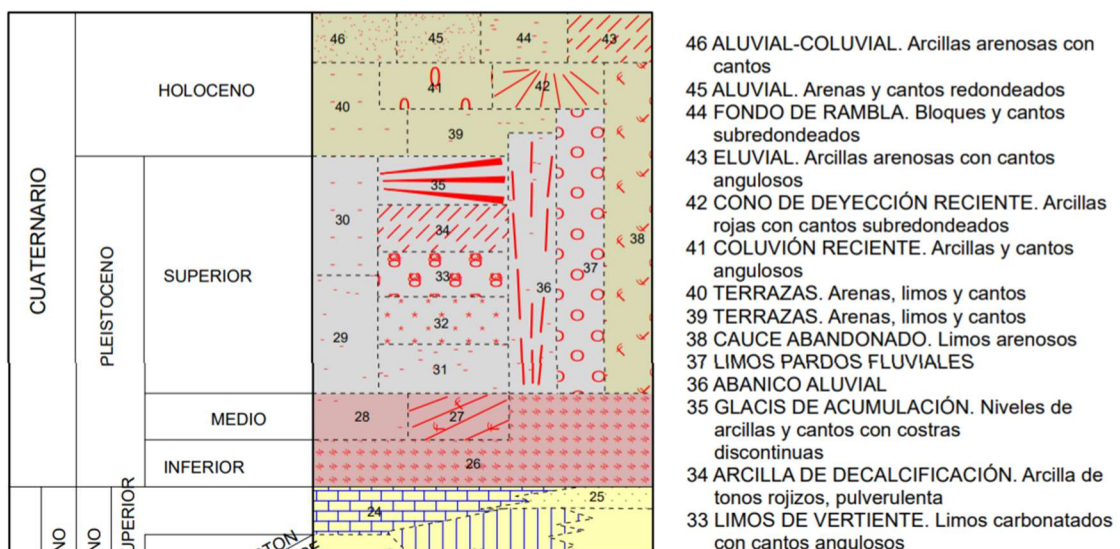


Figura 40. Leyenda del Magna 50 (Fuente: IGME)

Luego el código 33 corresponde a Limos de Vertiente, limos carbonatados con cantos angulosos. Pertenecientes al Cuaternario Pleistoceno superior.

Por otra parte, el GEODE- Cartografía geológica digital continúa a escala 1:50.000 representa el resultado de la homogeneización cartográfica de la serie del mapa MAGNA 50, la serie se realizó tras la posterior elaboración del MAGNA 50 con los objetivos de dotar una continuidad cartográfica a las hojas de MAGNA, generar una leyenda unificada de unidades geológicas para cada región y adecuar la cobertura geológica a una base topográfica uniforme. La carretera se encuentra en la Zona Z1700 (IBÉRICA).

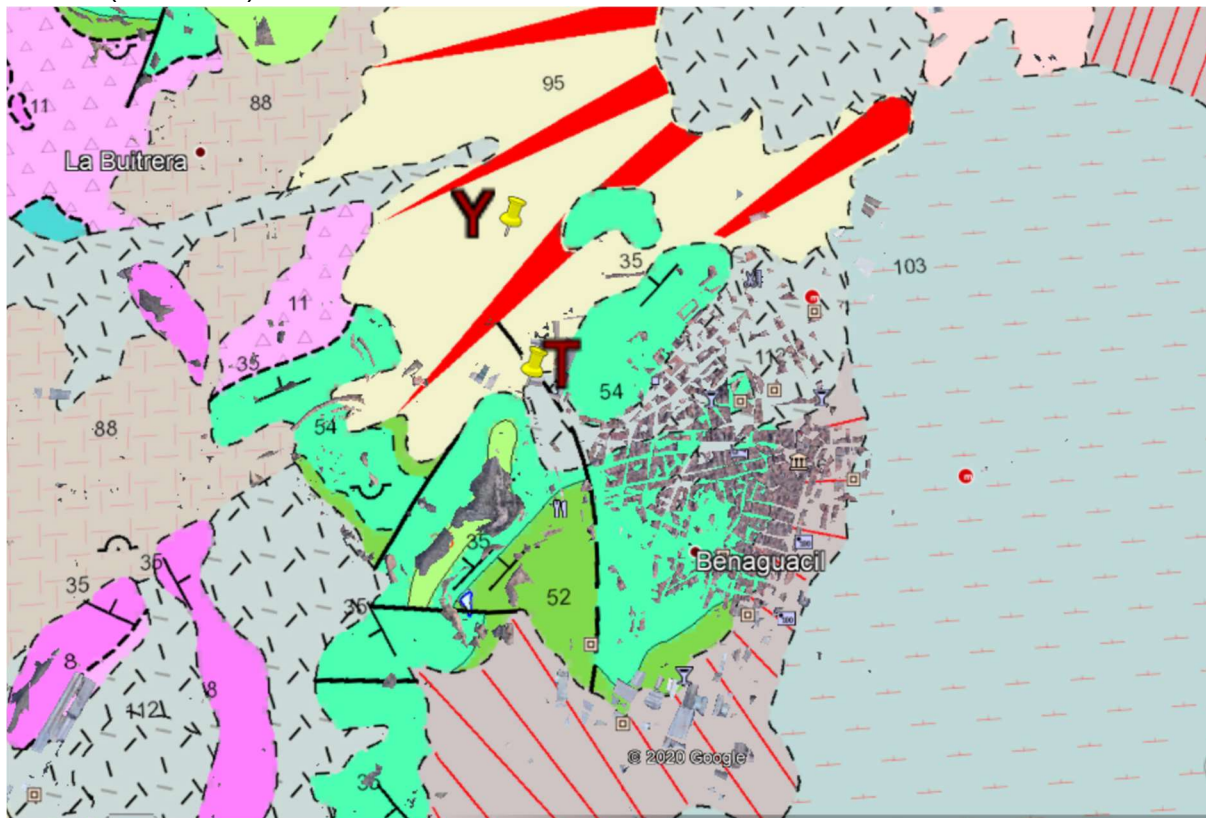


Figura 41. GEODE (Fuente: IGME)

Como se aprecia la N-18 se sitúa principalmente sobre una capa con el código de unidad geológica de 95 y en el extremo más al Sur con capas de código 112 y 54, cuyas descripciones son:

95: Arenas y limos con niveles de cantos y gravas y encostramientos calcáreos (Glacis). La edad superior e inferior es la misma, Pleistoceno Superior.

112: Limos, arenas y arcillas con cantos (Aluvial coluvial). La edad superior e inferior es la misma, Holoceno.

54: Dolomías y calcarenitas con intercalaciones margosas. La edad superior es Cenomaniens E mientras que la inferior es Albiense.

Estas descripciones se han obtenido directamente del mapa web de ArcGIS Online.

En cuanto al Movimiento del terreno, no se detecta ningún movimiento de tierras en la base de datos de movimiento del terreno (BDMOVES), pero el visor cartográfico de la Generalitat Valenciana indica que cerca de la carretera se encuentra un área con hundimientos kársticos actuales y/o potenciales: carbonatados.

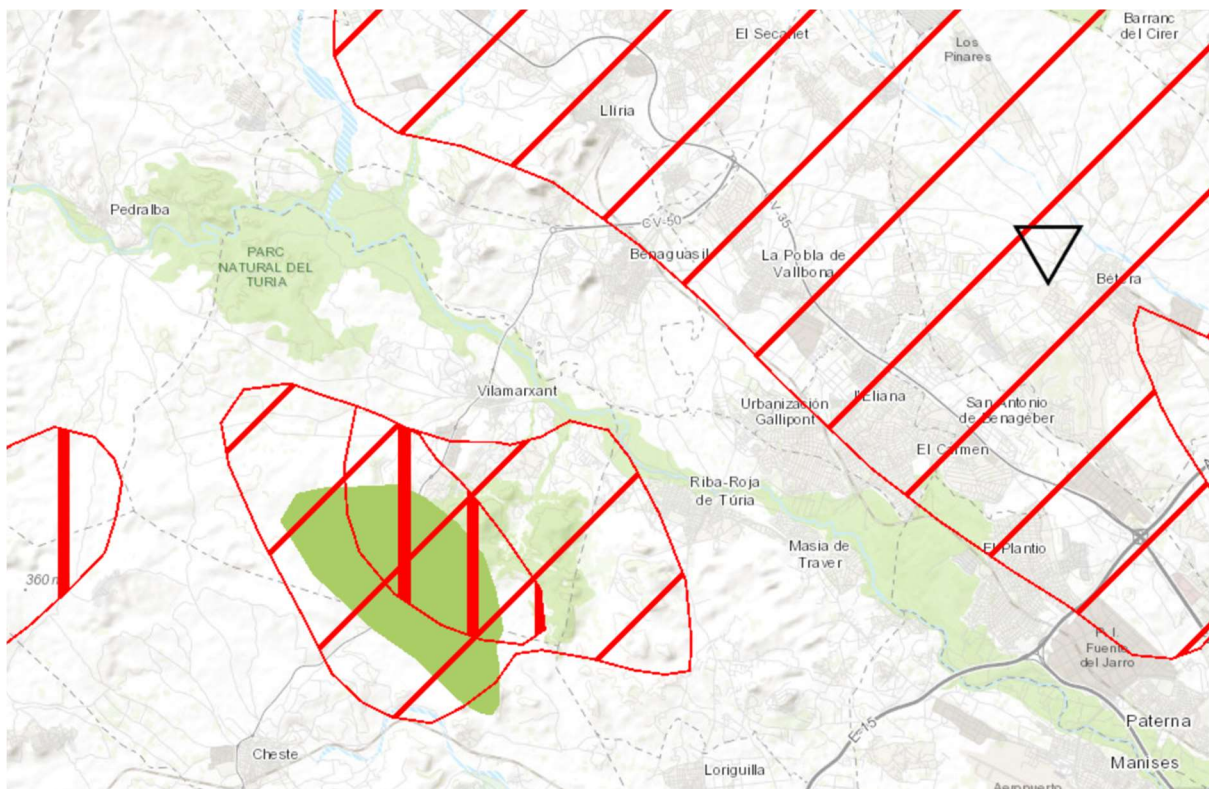


Figura 42. Movimientos del terreno (Fuente: visor cartogràfic, gva)

En lo que toca a la Geotecnia, no se ha encontrado ningún estudio geotécnico, lo más parecido ha sido una estimación de las propiedades geotécnicas para una de las naves industriales próximas a la carretera, que dice así:

*Nivel freático: No existe nivel freático en esta zona*

*Carga admisible:  $q_{adm} = 25.00 \text{ t/m}^2 = 2.50 \text{ kg/cm}^2$*

*Asientos máximos:  $s < 1.00 \text{ cm}$*

*Módulo de balasto:  $4.00 \text{ kp/cm}^3$*

Se debe agregar que, en la memoria de los trabajos realizados para la adecuación y reparación, no se redacta un estudio geotécnico puesto no se ha detectado hundimientos ni un nivel freático alto en la zona.

Por último, se pretende saber si se ha de tener en cuenta la sismicidad por lo que se recurre a la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la cual indica que si el proyecto se ubica en una zona con aceleración sísmica básica igual o mayor a  $0,04g$  se debe tener en cuenta los posibles efectos sísmicos, luego viendo el Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración) se ve que el término municipal de Benaguasil supera los valores mínimos, por tanto se deberá realizar un estudio sismorresistente.

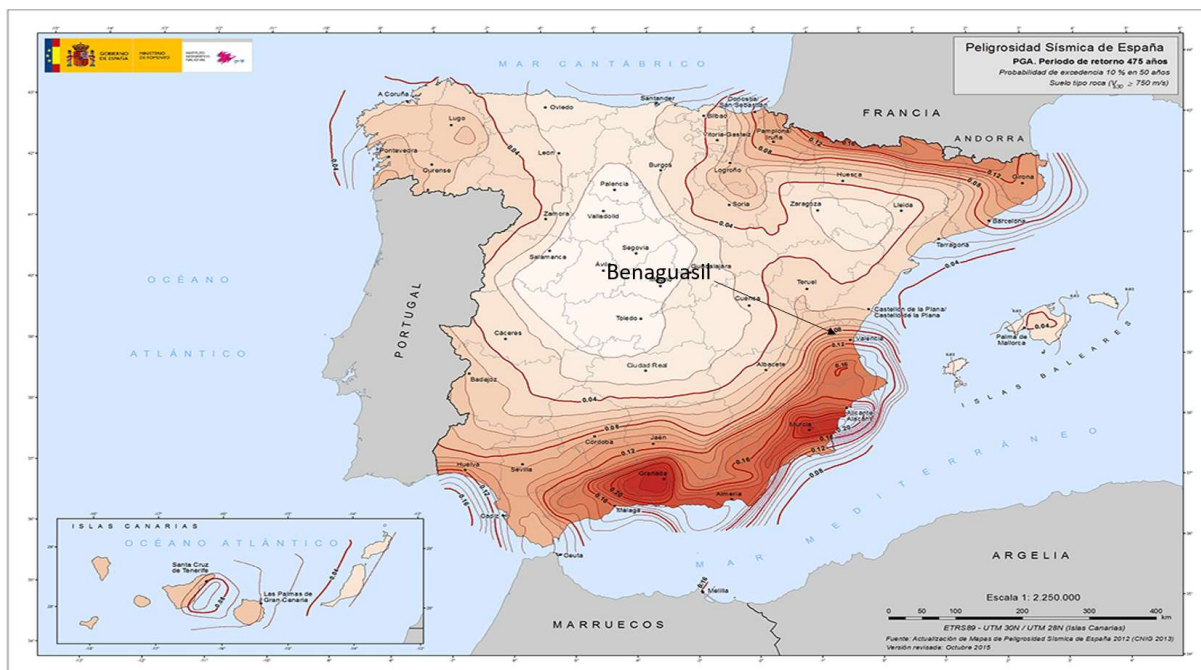


Figura 43. Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (Fuente: NCSE-02)

## 5.5 SERVICIOS AFECTADOS

El siguiente punto trata de los posibles servicios que se pueden ver afectados por la modificación del trazado actual.

Por una parte, la N-18 se encuentra, como ya se ha mencionado repetidas veces, en una zona agrícola por tanto atraviesa campos de cultivos que cuentan con su red de hidráulica de regado, por lo que prácticamente el lado derecho de la carretera cuenta con acequias contiguas a la carretera, incluso en un determinado lugar con un depósito, únicamente, en la última recta de la n-18 se encuentra acequias a ambos lados de la calzada.

Luego, es un factor de gran importancia para el diseño del trazado de la propuesta de mejora.





La acequia tiene una forma en U, cuyas dimensiones son: profundidad de 31 cm, ancho de 38 cm y espesor de 10 cm.



*Figura 44. Acequia en el lado derecho*



*Figura 45. Depósito contiguo a la N-18*

Por otra parte, se ha detectado gracias al plano 1.6 del Anexo IV del Plan de Actuación Municipal ante el riesgo de Inundaciones de Benaguasil, que la red de GAS atraviesa la N-18, tal y como se muestra en la siguiente figura:

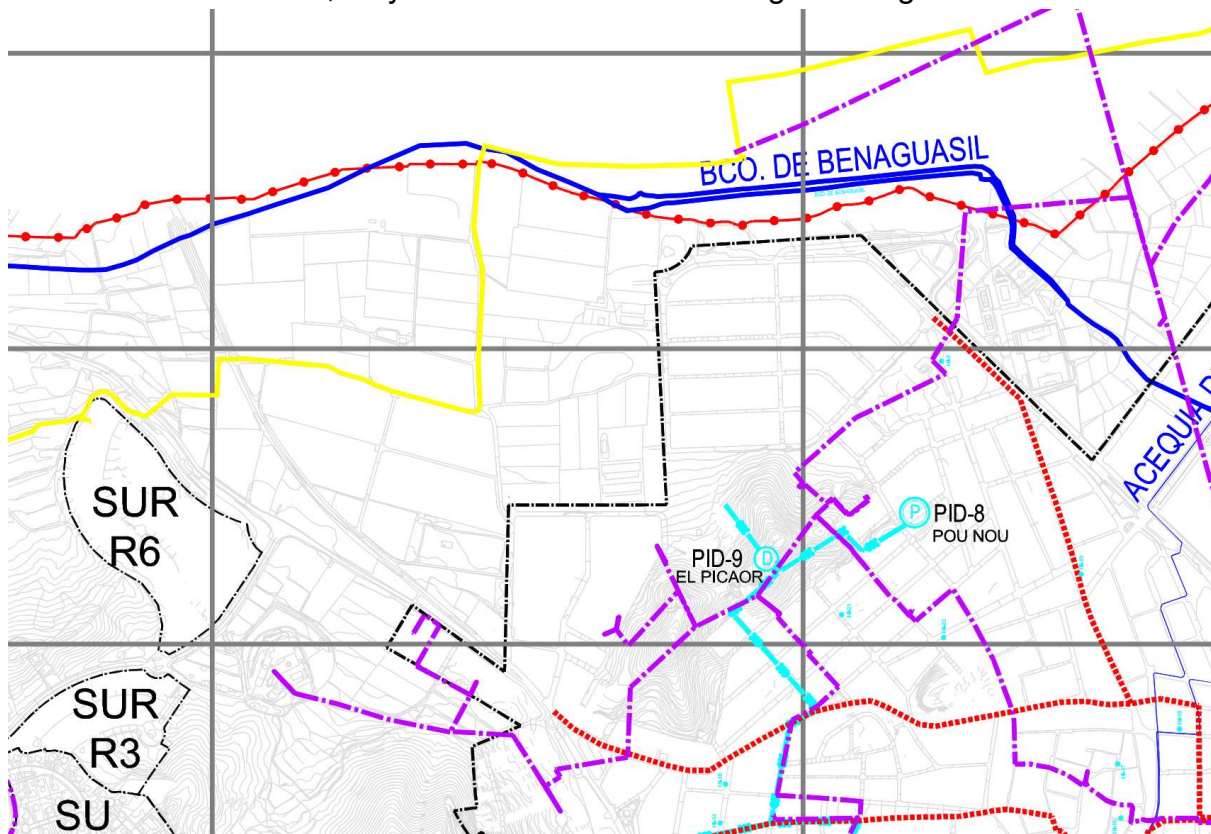


Figura 46. Red de GAS. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)

Siendo la leyenda del plano:

SERVICIOS BÁSICOS	
	RED DE AGUA POTABLE
	RED DE ACEQUIAS
	RED DE SANEAMIENTO
	RED ELÉCTRICA - ALTA TENSIÓN
	RED ELÉCTRICA - MEDIA TENSIÓN
	RED DE GAS
	PID-6 ECOPARQUE
	PID-7 POZO LA NAHORA I Y II
	PID-8 POU NOU
	PID-9 DEPÓSITO EL PICAOR
	PID-11 DEPÓSITO LA MONTIELETA
	PID-12 DEPÓSITO ZONA RESIDENCIAL
	DEPURADORA CAMP DE TURIA I
	DEPURADORA VILANOVA
DELIMITACIÓN	
	LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
	LÍMITE NÚCLEOS DE POBLACIÓN

Figura 47. Leyenda del Plano 1.6. (Fuente: Ayto. de Benaguasil)



En el trazado, se marca la existencia de la red con unos postes amarillos. En la figura 48 se ve como la red de gas toma la trayectoria del camino y la figura 49 como la red de gas ya se encuentra bajo el trazado.



*Figura 48. Red de Gas 1*



*Figura 49. Red de Gas 2*

Por lo que, en caso de realización de la propuesta de mejora se deberá tener en cuenta la existencia de la red de gas, ya que el objeto del documento es un estudio académico y no de un proyecto que se vaya a ejecutar.

## 6. TRÁFICO

En este apartado se busca conocer las características del tráfico de la N-18.

Para la obtención de la Intensidad Media Diaria (IMD) se ha recopilado los datos de los libros de aforos de la Diputación de Valencia y de la Conselleria del 2018, puesto que son las publicaciones más recientes a fecha de redacción del estudio, y de dos aforos manuales en el mes de marzo uno de 2,5 horas un día laborable y otro de 4,5 horas de un día festivo. Dichas mediciones del mes de marzo del 2020 consisten en un aforo direccional, en el que cada dirección tiene una nomenclatura diferente tal y como se muestra en la siguiente figura de forma simplificada:

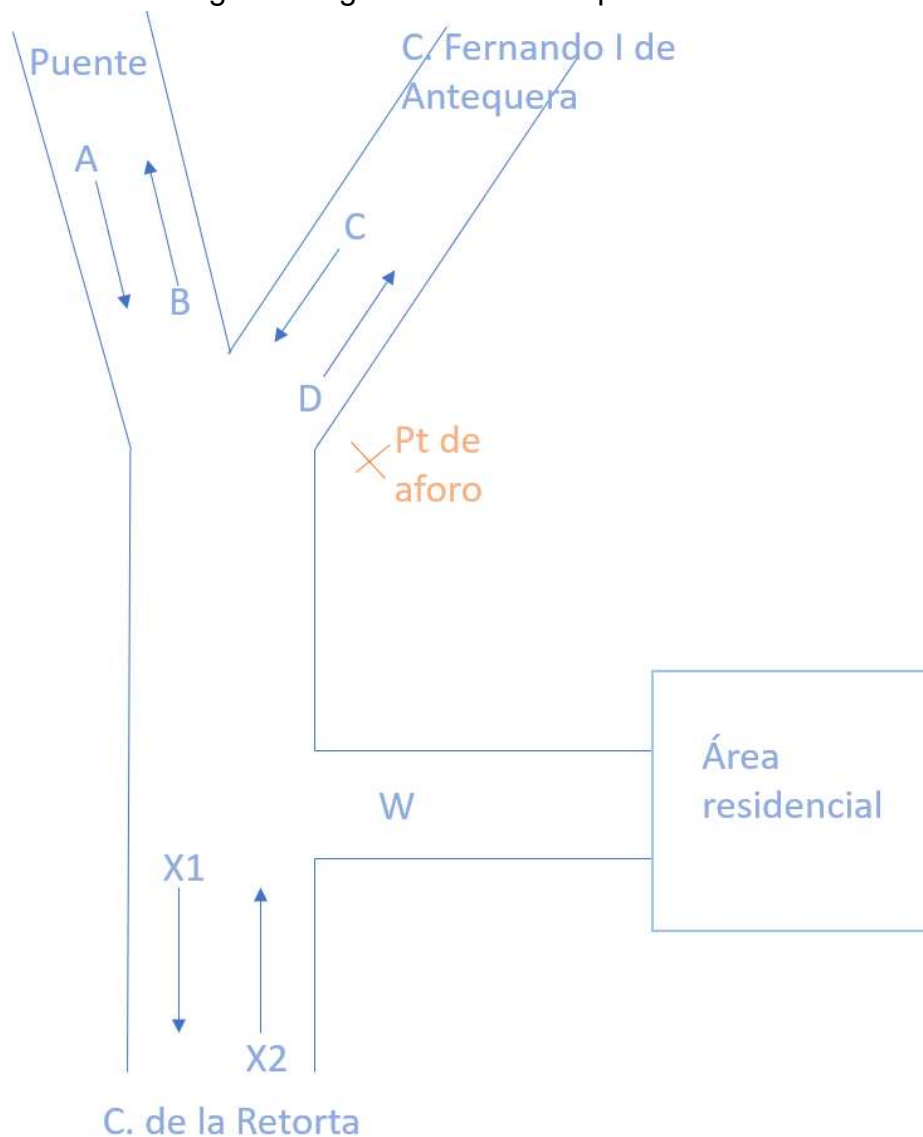


Figura 50. Croquis de aforo manual.

Los datos del aforo manual se pueden ver en el apéndice 1.



Por otra parte, se tiene que la N-18 es afín a la CV-364 cuya estación afín es 364010 de la Diputación, y también es afín de la CV-50 en el tramo de Villamarchante con estación 050128 de Conselleria.

El aforo de la estación de la CV-50 cuenta con la variación diaria en ambos sentidos, por lo que se establece una relación entre la suma de vehículos en las horas que se tiene el aforo y el total diario.

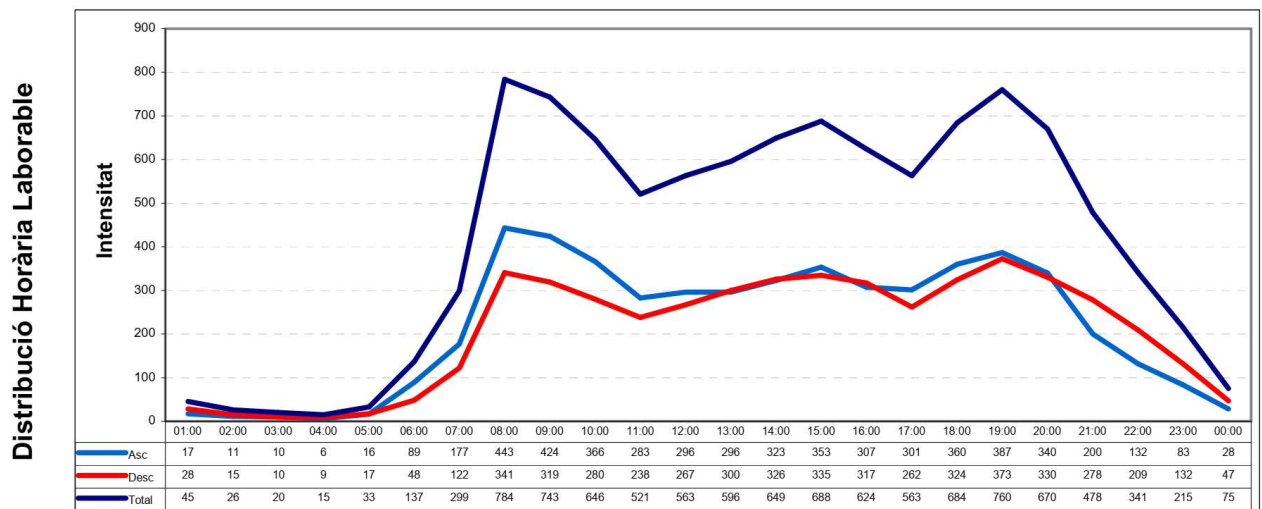


Figura 51. Variación diaria de la CV-50 tramo 050128 (Fuente: Conselleria)

Luego las relaciones son las siguientes:

$$- \text{ Día laborable de 10:30 a 13:00} = \frac{n \text{ veh de 10:30 a 13:00}}{n \text{ vehiculos total}} = \frac{323+521+56}{10175} = 0,13828$$

$$- \text{ Día festivo de 9:00 a 13:30} = \frac{n \text{ veh de 9:00 a 13:30}}{n \text{ vehiculos total}} =$$

$$= \frac{743+323+323+521+563+298}{10175} = 0,27233$$

Una vez obtenidas las relaciones se multiplican por los datos del aforo manual para cada una de las relaciones y se procede a la obtención de la intensidad de un día medio del mes de marzo.

$$I_3 = \frac{5 * I_l + 2 * I_f}{7}$$

A continuación, dicha intensidad se multiplica por el factor de estacionalidad del mes 3 ( $L_3$ ) extraída de la estación afín 364010.



<b>CV-364 DE BENAGUASIL A PEDRALBA</b>			<b>Demarcación: Villar</b>			
<b>Código:</b> 364010	<b>Tipo estación:</b> Cobertura	<b>PK aforo:</b> 1,00	<b>PK inicial:</b> 0,00			
<b>Tramo:</b> De CV-50 (Benaguasil) a CV-376		<b>Longitud tramo:</b> 8,40	<b>PK final:</b> 8,40			
<b>IMD:</b> 1.375 vh/d		<b>Pesados:</b> 3,71 %	<b>Motos:</b> 0,30 %	<b>Estaciones Afines</b>		
Int-reg Lab (vh/d): 1.349    Pesados-Lab (vh/d): 50    Motos-Lab (vh/d): 4 Int-reg Fes (vh/d): -    Pesados-Fes (vh/d): -    Motos-Fes (vh/d): -		<b>Datos Históricos</b>		<b>Estacional (L): 376010</b> ↓		
<b>Aforo ene</b> <hr/> ID (vh/d): 1.349 ID motos: 4 % pesados: 3,71 %		IMD-2017: 1.248 vh/d    Pesados: 2,88 % IMD-2016: 1.553 vh/d    Pesados: 2,39 % IMD-2015: 1.425 vh/d    Pesados: 2,70 % IMD-2014: 1.285 vh/d    Pesados: 4,11 % IMD-2013: 1.344 vh/d    Pesados: 2,23 % IMD-2012: 1.488 vh/d    Pesados: 2,15 %	L1: 1,0610    L2: 1,0763    L3: 1,0421 L4: 0,9724    L5: 0,9704    L6: 0,9927 L7: 0,8469    L8: 0,8789    L9: 0,9886 L10: 1,0503    L11: 1,1270    L12: 1,0569		<b>Festivos (S): 376010</b> S: 0,9609	

Figura 52. Datos del 2018 CV-364 (Fuente: Diputación)

Luego, a priori, la Intensidad Media diaria del 2020 a falta de vehículos pesados es:

$$IMD_{2020} = I_3 * 1,0421$$

	A	A->D	B	C	C->B	D	W->X1	X2->W	TRONC O entero	Tramo W- puente
Laborable (2,5H)	5	6	9	15	5	11	4	5	49	40
Festivo (4,5H)	5	7	9	48	16	48	12	13	135	110
Laborable (Dia)	36	43	65	108	36	80	29	36	354	289
Festivo (Dia)	18	26	33	176	59	176	44	48	496	404
Intensidad media marzo	31	38	56	128	43	107	33	39	395	322
IMD 2020	32	40	58	133	44	112	35	41	411	336

Tabla 14. Intensidades sin Veh. Pesados

Se dice a priori porque falta cuantificar el número de vehículos pesados, ya que se detecta que los días de medición no se registró ninguno.

Preguntando a la nave industrial con actividad “Cerrajería Lluquet S.L.” dice que tiene una frecuencia de vehículos pesados de unos cinco cada dos días, lo que quiere decir que unos doce vehículos pesados a la semana. Luego:

- Al año =  $12 * 52 \text{ semanas} = 624 \text{ vehp/año}$
- Al día =  $\frac{624}{364 \text{ días}} = 1,7 = 2 \text{ vehp/día}$

Por tanto, este último valor sumado con el valor de IMD obtenido anteriormente conforman la IMD del 2020, que a través de los incrementos de tráfico



acumulativos se obtiene la IMD del año en puesta servicio, es decir, 2022 y así como el año horizonte, 20 años desde la puesta en servicio, 2042.

### *Incrementos de tráfico a utilizar en estudios*

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

*Tabla 15. Incrementos de tráfico (Fuente: BOE-311/2010)*

En la siguiente tabla se obtiene los valores totales en ambos sentidos:

	Tronco entero		
	Ascendente	Descendente	Total
IMD 2020	213	202	415
IMD 2022	219	208	427
IMD 2042	291	277	568

*Tabla 16. IMD finales.*

Gracias al aforo manual obtenemos los porcentajes giros en la intersección entre el puente, la calle Fernando I de Antequera y la N-18, en la que se puede apreciar que las patas principales de la intersección son la N-18 y la calle Fernando I de Antequera, tal y como muestra la siguiente figura.



### Giros en la intersección en Y

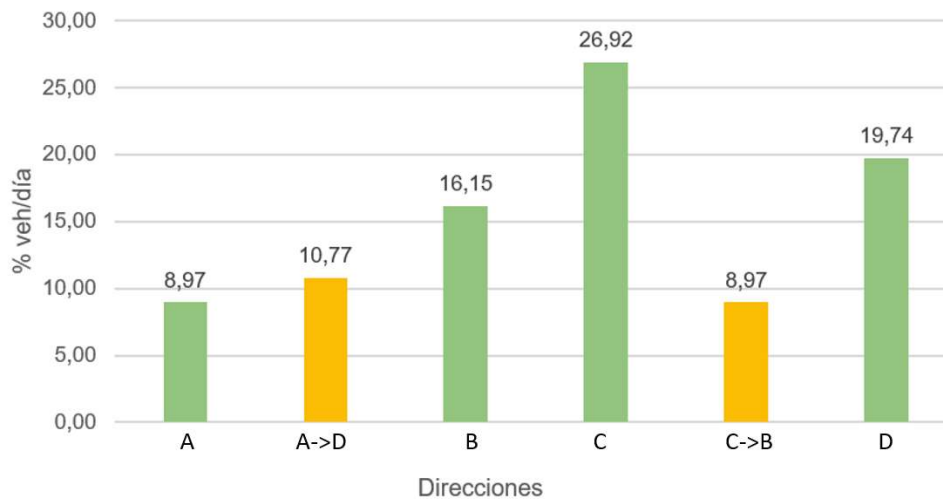


Figura 53. Giros en la intersección en Y

Cabe señalar que no solo se tiene un tráfico rodado en la N-18 sino que también hay una gran cantidad de peatones con sus mascotas y una pequeña minoría de ciclistas. El día laborable en dos horas y medias se contabilizaron 13 peatones de los cuales 9 estaban paseando a sus mascotas y la gran mayoría de ellas no iban atadas. En cuanto al día festivo en las cuatro horas y media se contabilizaron 43 peatones, en este caso 14 iban acompañadas de sus mascotas. Además, también se registró una familia de 4 miembros en bici.

	PEATONES		Ciclistas
	CON PERRO	SIN PERRO	
Laborable (2,5 h)	9	3	0
Festivo (4,5h)	14	29	4

Tabla 17. Peatones y Ciclistas

Por tanto, se ha de tener en cuenta el tráfico peatonal y ciclista en la propuesta de mejora.

### NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio es muy importante, ya que gracias a él se tiene una valoración de la calidad de la circulación de una forma cualitativa según el tipo de vía, para ello se tienen en cuenta aspectos de gran importancia como la comodidad, la economía, la seguridad y la fluidez del tráfico.

Se puede estimar el nivel de servicio tanto en tramos de vía como en intersecciones, enlaces, salidas y entradas entre otros.





Hay 6 niveles de servicio tal y como indica la siguiente figura extraída de un artículo docente denominado Capacidad y nivel de servicio.

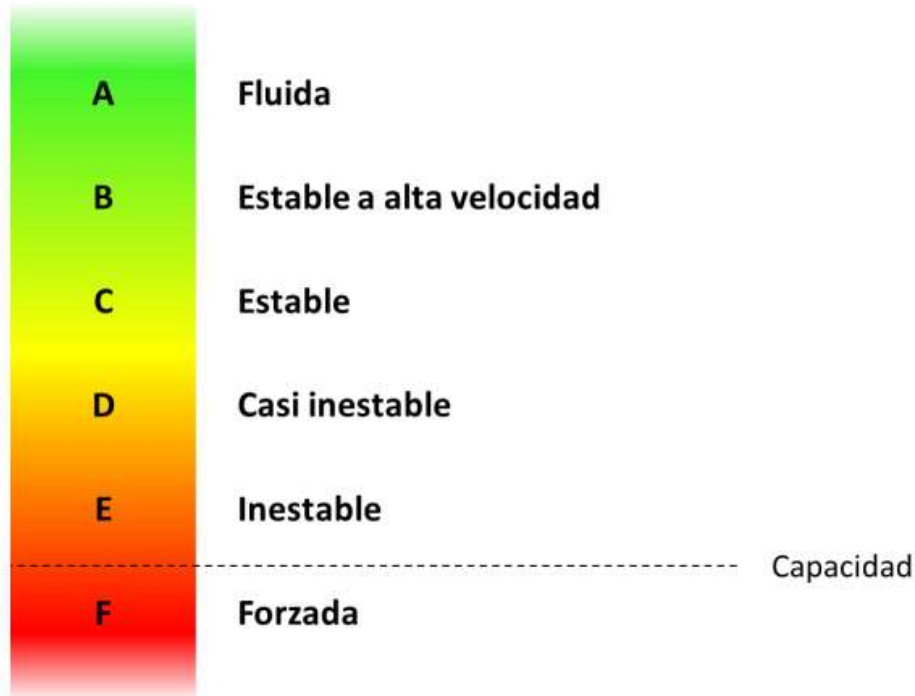


Figura 54. Niveles de servicio (Fuente: GIIC)

Para la obtención del nivel de servicio se toma los procedimientos del Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de Estados Unidos de la edición más reciente, la del año 2016.

El HCM clasifica en tres clases las vías, la N-18 es de clase II, ya que no se desea circular a una velocidad elevada, es utilizada mayoritariamente para viajes cortos y es importante el tiempo de cola. Luego se desea cuantificar el porcentaje de tiempo en cola, el PTSF- Percent Time Speed Following.

Según el PTSF se tiene un nivel de servicio diferente.

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

Tabla 18. Criterios de Nivel de Servicio. (Fuente: HCM 6.0)



Luego,

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

Donde:

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

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

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

Como el número de vehículos por hora es inferior a 200, hay un 50 % de vehículos para cada dirección y el 100% de las zonas no está permitido el adelantamiento se tiene un  $f_{np,PTSF} = 52,6$

$$BPTSF = 100 * (1 - e^{a*v_d^b})$$

Donde:

$v_d$ : Intensidad de demanda de vehículos equivalentes para PTSF

$a, b$ : Coeficientes

Los valores de los coeficientes  $a$  y  $b$  son  $-0,0014$  y  $0,973$  respectivamente, ya que los vehículos por hora son inferiores a 200.

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF}}$$

Donde:

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

$f_{g,PTSF}$ : Factor de corrección por pendiente longitudinal

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

El factor de corrección por pendiente longitudinal es igual a 1 puesto que es un terreno llano con menos de 100 vehículos por hora

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

Donde:

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

$E_T$ : Ligeros equivalentes para PTSF

El valor de los ligeros equivalentes para PTSF es 1,1 ya que es un terreno llano con una cantidad inferior de 100 vehículos por hora.



Por tanto, se aplica el PTSF en el tronco de la carretera para el año actual, el año de la puesta en servicio y el año horizonte y se obtiene la siguiente tabla:

	2020		2022		2042	
	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
Pt	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Et	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
FHv,PTSF	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
Fg,PTSF	1	1	1	1	1	1
IHP (veh/h)	41,48	41,48	42,68	42,68	56,81	56,81
	42	42	43	43	57	57
Vd 50	20,74	20,74	21,34	21,34	28,40	28,40
	21	21	22	22	29	29
Vo 50	20,74	20,74	21,34	21,34	28,40	28,40
	21	21	22	22	29	29
a	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014
b	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973
BPTSF	2,672	2,672	2,794	2,794	3,639	3,639
Fnp,PTSF	52,6	52,6	52,6	52,6	52,6	52,6
Vd,PTSF	21,017	21,018	22,018	22,019	29,023	29,025
	21	21	22	22	29	29
Vo,PTSF	21,017	21,018	22,018	22,019	29,023	29,025
	21	21	22	22	29	29
PTSF	28,97	28,97	29,09	29,09	29,94	29,94
PTSF < 40	A	A	A	A	A	A

Tabla 19. Niveles de servicio

Se aprecia en la tabla anterior que nivel de servicio es del tipo A, es decir, una circulación fluida con un gran margen debido al poco tráfico.

El nivel de servicio de las intersecciones se considera que también es de tipo A, ya que con este tráfico no es necesario.

## 7. TRAZADO

### 7.1 Trazado del tronco de la carretera

Tras el análisis realizado de la situación actual donde se han detectado un gran número de incumplimientos de la norma de carreteras que provocan problemas de funcionalidad y de seguridad vial.

Luego, se plantea una modificación del trazado actual que trata de eliminar todos estos incumplimientos y problemas y así mejorar la problemática. Los principales problemas son la no coordinación entre elementos consecutivos, curvas con radios muy reducidos, secciones de calzada insuficientes y la no segregación del tráfico no motorizado, siendo este último un factor de gran importancia.

Para realización del trazado se escoge una velocidad de proyecto de 40 km/h, dadas las condiciones actuales y de las características de la vía.

Todo esto se plantea de forma que la modificación sea la mínima para realizar la menor cantidad de expropiaciones y respetar los accesos a las parcelas existentes, cuyos usos son amplios como agrícola, industrial e incluso residencial.

#### PLANTA

En las dos siguientes figuras se puede apreciar las modificaciones del trazado en planta:



Figura 55. Planta actual de la N-18



Figura 56. Planta propuesta de la N-18



En relación con la planta de la propuesta de mejora se ve claramente una simplificación de los elementos existentes, ya que se reduce la cantidad de elementos a lo largo de la infraestructura lineal, pasando de 29 a 17.

Filtrando la información proporcionada por Civil 3D se obtiene el siguiente estado de alineaciones:

Número de elemento	Tipo de elemento	P.K inicial (m)	P.K final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)	Ángulo de incremento (gc)
1	Recta	0+000	0+054,63	54,63			
2	Clotoide	0+054,63	0+103,17	48,54		76	12,983
3	Curva Circular	0+103,17	0+124,35	21,18	119		11,337
4	Clotoide	0+124,35	0+172,89	48,54		76	12,983
5	Recta	0+172,89	0+172,93	0,04			
6	Clotoide	0+172,93	0+220,05	47,12		70	14,420
7	Curva Circular	0+220,05	0+221,24	1,19	104		0,733
8	Clotoide	0+221,24	0+268,36	47,12		70	14,420
9	Recta	0+268,36	0+338,16	69,8			
10	Clotoide	0+338,16	0+392,24	54,08		67	20,741
11	Curva Circular	0+392,24	0+394,86	2,62	83		2,008
12	Clotoide	0+394,86	0+448,94	54,08		67	20,741
13	Recta	0+448,94	0+449,03	0,09			
14	Clotoide	0+449,03	0+495,57	46,54		55	22,790
15	Curva Circular	0+495,57	0+510,7	15,13	65		14,816
16	Clotoide	0+510,7	0+557,24	46,54		55	22,790
17	Recta	0+557,24	0+591,33	34,09			

Tabla 20. Estado de alineaciones de la Planta propuesta

Una vez modificado se obtiene la tramificación y el diagrama de curvatura.

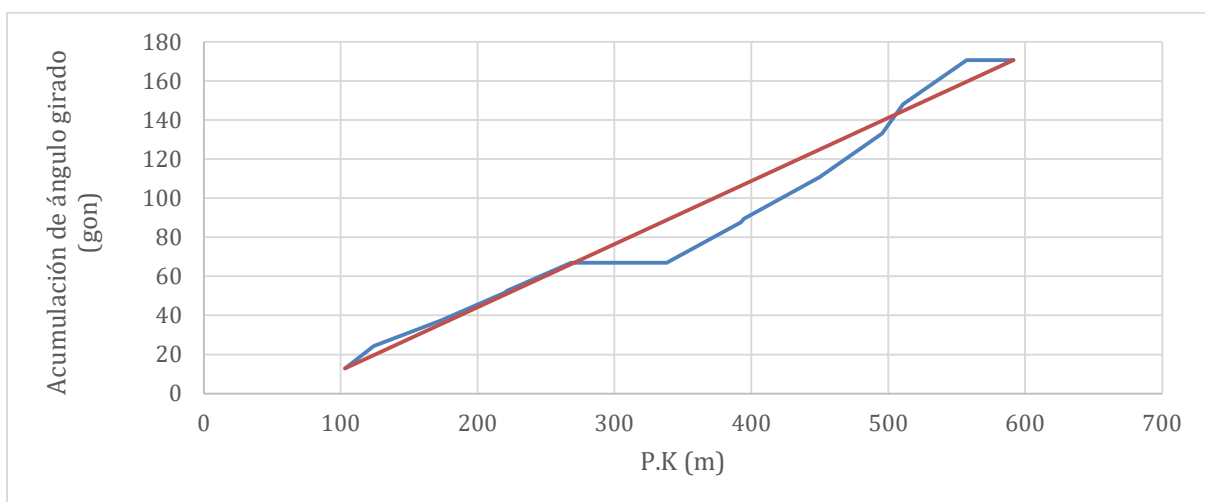


Figura 57. Tramificación de la carretera propuesta

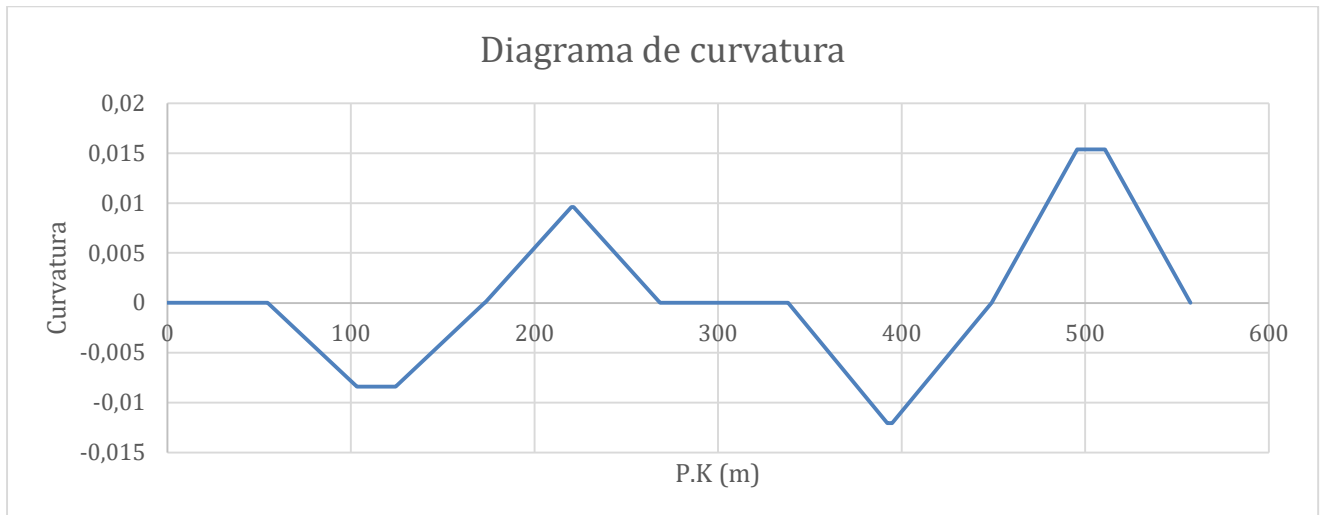


Figura 58. Diagrama de curvatura carretera propuesta

En las cuales se puede apreciar la simplificación en el número de elementos, obteniendo unas figuras más armónicas, con un CCR más pequeño y una curvatura menor.

En lo que se refiere al cumplimiento de la Norma 3.1- I.C se analiza como para el actual trazado la longitud de las rectas intermedias, las velocidades específicas, parámetros y longitudes mínimas de las clotoides y consecución de radios.

		Tipo	P.K inicial (m)	P.K final (m)	Longitud (m)	Radio (m)	Longitud Mínima
CURVA EN S	CURVA EN S	Línea	0+0	0+54,63	54,63		
		Espiral-Curva-Espiral	0+54,63	0+103,17	48,54		
		Espiral-Curva-Espiral	0+103,17	0+124,35	21,18	119	
		Espiral-Curva-Espiral	0+124,35	0+172,89	48,54		
		Línea	0+172,89	0+172,93	0,04		DESPRECIABLE
		Espiral-Curva-Espiral	0+172,93	0+220,05	47,12		
		Espiral-Curva-Espiral	0+220,05	0+221,24	1,19	104	
		Espiral-Curva-Espiral	0+221,24	0+268,36	47,12		
	Línea	0+268,36	0+338,16	69,8		CUMPLE	
	CURVA EN S	Espiral-Curva-Espiral	0+338,16	0+392,24	54,08		
		Espiral-Curva-Espiral	0+392,24	0+394,86	2,62	83	
		Espiral-Curva-Espiral	0+394,86	0+448,94	54,08		
		Línea	0+448,94	0+449,03	0,09		DESPRECIABLE
		Espiral-Curva-Espiral	0+449,03	0+495,57	46,54		
		Espiral-Curva-Espiral	0+495,57	0+510,7	15,13	65	
		Espiral-Curva-Espiral	0+510,7	0+557,24	46,54		
Línea		0+557,24	0+591,33	34,09			

Tabla 21. Cumplimiento de las longitudes mínimas de la propuesta



Clot	R (m)	Peralte (%)	J (m/s <sup>3</sup> )	ft	Ve (km/h)	Grad ip (%)	Ω (gon)	Vp (km/h)	B (m)	K	A1 (m)	A2 (m)	A3a (m)	A3b (m)
1	119	7	0,5	0,1514	57,84	0,7	37,30	40	3	1	75,33	59,75	39,67	67,06
2	119	7	0,5	0,1514	57,84	0,7	37,30	40	3	1	75,33	59,75	39,67	67,06
3	104	7	0,5	0,1562	54,66	0,7	29,57	40	3	1	69,53	55,86	34,67	60,61
4	104	7	0,5	0,1562	54,66	0,7	29,57	40	3	1	69,53	55,86	34,67	60,61
5	83	7	0,5	0,1637	49,63	0,7	43,49	40	3	1	60,60	49,90	27,67	51,18
6	83	7	0,5	0,1637	49,63	0,7	43,49	40	3	1	60,60	49,90	27,67	51,18
7	65	7	0,5	0,1713	44,62	0,7	60,40	40	3	1	52,01	44,16	21,67	42,61
8	65	7	0,5	0,1713	44,62	0,7	60,40	40	3	1	52,01	44,16	21,67	42,61

A3c (m)	Amin (m)	L <sub>min</sub> (m)	L <sub>max</sub> (m)	A max (m)	A (m)	Longitud (m)	Criterio	Clot
57,61	75	47,68	71,53	92,26	76	49	CUMPLE	1
57,61	75	47,68	71,53	92,26	76	49	CUMPLE	2
44,83	70	46,48	69,72	85,15	70	47	CUMPLE	3
44,83	70	46,48	69,72	85,15	70	47	CUMPLE	4
43,39	61	44,25	66,37	74,22	67	54	CUMPLE	5
43,39	61	44,25	66,37	74,22	67	54	CUMPLE	6
40,04	52	41,61	62,41	63,69	55	47	CUMPLE	7
40,04	52	41,61	62,41	63,69	55	47	CUMPLE	8

Tabla 22. Parámetros mínimos de las clotoides de la propuesta.

Longitud intermedia inferior a 400m					
R(m)	<	R'(m)	<	CUMPLE	
50-450	(41/65*R + 110/13)		(65/41*R - 550/41)		
119		83,52	104	175,24	Si
104		74,06	83	151,46	Si
83		60,81	65	118,17	Si

Tabla 23. Coordinación de radios de la propuesta

Como se puede ver, la propuesta cumple en todos los aspectos de la planta por tanto desde un punto de vista de la planta es correcta.



Por último, se cuantifica el sobreebanco que han de tener las curvas a partir de la fórmula establecida por la norma 3.1-I.C

$$L_{sobreebanco} = l_{carril} + \left( \frac{l^2}{2 * R} \right)$$

Siendo  $l$  igual 9 metros y  $l_{carril}$  3 metros. Esta relación se debe aplicar en las curvas cuyo radio es inferior a 250 metros y la transición se debe hacer linealmente, en una longitud mayor de 30 metros a lo largo de la clotoide.

Curvas	R (m)	Carril (m)	Sobreebanco (m)	Ancho total (m)
1	119	3	0,34	3,34
2	104	3	0,38	3,38
3	83	3	0,48	3,48
4	65	3	0,62	3,62

Tabla 24. Sobreebanco en curvas de la propuesta





## ALZADO

Con respecto al alzado como se ha hecho para la planta se ha tratado de simplificar y de reducir el máximo número de elementos, por lo que se ha reducido de 11 rasantes a 4 y de 10 acuerdos verticales a 3. Como en el trazado actual todas las rasantes tienen pendientes negativas.

En la siguiente tabla se muestra el estado de alineaciones tras las pertinentes modificaciones.

Tipo	P.K i (m)	P.K f (m)	Longitud (m)	Elevación inicial (m)	Pendiente (%)	Curva de perfil	P.K . V.A.V. (m)	K (m)	Elevación V.A.V (m)	R (m)
R	0+000	0+190,48	190	138,98	-3,26					
P	0+190,48	0+237,61	47	132,768		Cóncavo	0+197,2	175.244	132	17524,4
R	0+237,61	0+344,9	97	131,295	-2,99					
P	0+344,9	0+437,4	103	128,384		Cóncavo	0+376,66	49.206	126,85	4920,65
R	0+437,4	0+465,59	28	126,384	-0,91					
P	0+465,59	0+520,08	54	126,128		Convexo	0+471,72	25.749	125,88	2574,88
R	0+520,08	0+591,33	71	125,056	-3,03					

Tabla 25. . Estado de alineaciones del alzado de la propuesta

Luego, de la misma forma que para el trazado actual se realiza un análisis mediante la norma 3.1-I.C donde se comprueba la longitud del acuerdo y el radio de la circunferencia oscultriz.

Tipo	P.K i (m)	P.K f (m)	Longitud (m)	Longitud min (m)	Cumplimiento	Tipo de curva	Kv (m)	Kv min (m)	Cumplimiento
P	0+190,48	0+237,61	47,126	40	SI	Cóncavo	175.244	760	SI
P	0+344,9	0+437,4	102,5	40	SI	Cóncavo	49.206	760	SI
P	0+465,59	0+520,08	54,493	40	SI	Convexo	25.749	760	SI

Tabla 26. Análisis del alzado de la propuesta.

Por tanto, tanto la planta como el alzado cumplen perfectamente la normativa y entre ambas tienen una correcta coordinación, por lo que en este aspecto es satisfactoria la propuesta.



## SECCIÓN TRANSVERSAL

El presente apartado trata de la definición de la sección transversal del trazado que se propone en dicho estudio de acondicionamiento.

Para ello, se dimensiona a partir de la norma 3.1-I.C que a través de la tabla 12 “Valores de dimensionamiento” de dicho estudio extraída de la normativa se sabe que para una carretera C-40 la calzada debe de estar compuesta por: un carril por sentido de entre 3 y 3,50 metros, un arcén de 0,5 o 1 metros y por una berma de 0,5 metros.

En este caso, puesto que no hay gran cantidad de tráfico y que se quiere expropiar lo mínimo posible se opta por un carril de 3 metros, un arcén de 0,5 metros y una berma de 0,5 metros. Además, en el lado derecho se pone la vía verde de 1,8 metros.

Por tanto, la sección es la siguiente de izquierda a derecha:

Berma (0,5 m), Arcén (0,5 m), Carril (3 m), Carril (3 m), Arcén (3 m), Línea separadora (0,3 m), Vía verde (1,5 m) y Berma (0,5 m).

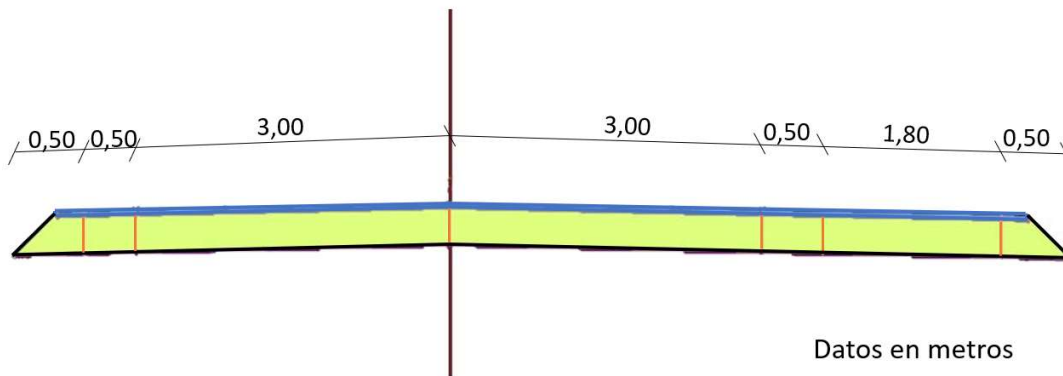


Figura 59. Sección transversal tipo de la propuesta

Cabe destacar que en algunos tramos tras la berma se debe colocar la acequia mencionada en el apartado 5.5.

## SEÑALIZACIÓN

Al tratarse de un tramo de carretera corto, de aproximadamente 550 metros, no se ve oportuno colocar una gran cantidad de marcas viales.

Por lo que únicamente se dispondrán las siguientes marcas viales verticales:




Marca	Tipología	P. K	Sentido
	<b>Advertencia Ciclista,</b> proximidad de un paso para ciclistas	1) 0+052.00 2) 0+545.00 3) Camino Este	1) Ascendente 2) Descendente
	<b>Velocidad máxima,</b> Prohibición de circular a velocidad superior, en kilómetros por hora.	1) 0+052.00 2) 0+545.00	1) Ascendente 2) Descendente
	<b>Ceda el paso,</b> Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección	En el Camino Este para la incorporación a la N-18	

Tabla 27. Marcas viales verticales N-18

En cuanto a las marcas viales longitudinales como indica la norma 8.1-I.C tienen un espesor de 0,1 metros al tratarse de una Vp inferior a 60 km/h y por tener arcén, y se disponen a lo largo de toda la infraestructura lineal delimitando ambos carriles, es decir un total de 3 marcas longitudinales. Además, también se colocan flechas de dirección tipo M 5.2 de frente para cada sentido en los P. K 0+437.400 y 0+469.000

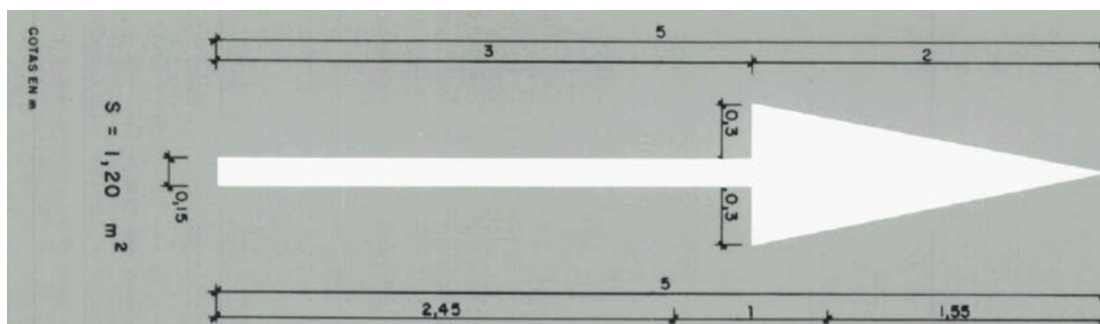


Figura 60. Marca M 5.2 (Fuente: Norma 8.2-I.C)

### VISIBILIDAD

En lo que toca a la visibilidad, la norma habla de diferentes tipos visibilidades la de cruce, la de parada y la de adelantamiento, la cual no hace falta comprobarla ya que en ningún tramo está permitido el adelantamiento.

El análisis se hace mediante la ayuda del software Civil 3D y después se filtra la información con Excel.



La visibilidad de parada debe ser mayor que la distancia de parada que viene expresada por la Norma 3.1-I.C de la siguiente forma:

$$D_p = \frac{v * tp}{3,6} + \frac{v^2}{254 * (f_l + i)}$$

Siendo:

$D_p$  = Distancia de parada (m).

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

$f_l$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento

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

$tp$  = Tiempo de percepción y reacción (s).

Luego, la norma establece que para una velocidad de 40 km/h el coeficiente de rozamiento longitudinal es 0,432 y el tiempo de percepción y reacción es de 2 segundos. Por tanto, el valor de la distancia de parada para la N-18 es de 36,80 metros.

Dicho lo anterior se va directamente a extraer los valores de visibilidad con un intervalo de 5 metros y con una altura del ojo de 1,1 metro y de objeto a una distancia del suelo de 0,5 metros. Esto se realiza para ambos sentidos de circulación y se obtiene los diferentes valores para cada intervalo.

En la siguiente figura se muestra la visibilidad en cada punto para ambos sentidos y la distancia de parada.

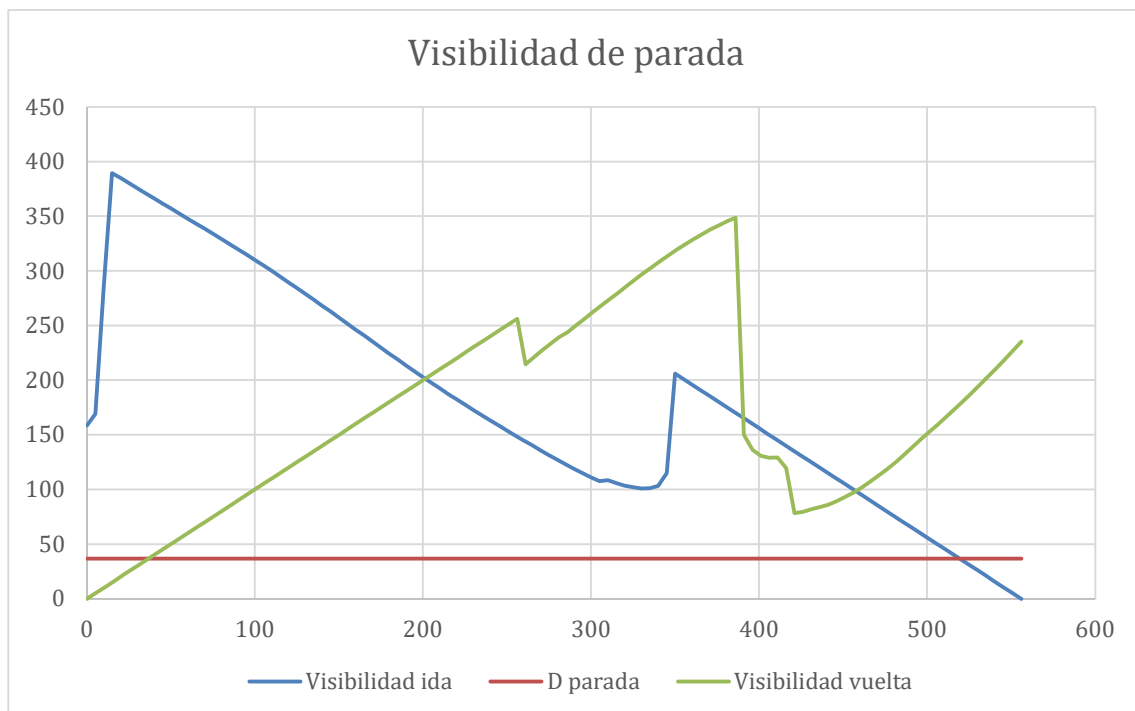


Figura 61. Visibilidad de parada



Como se puede apreciar en la figura anterior, la visibilidad de parada es bastante superior que la distancia de parada, por tanto, el trazado cuenta con una muy buena visibilidad.

En cuanto a la visibilidad de cruce la forma de operar con Civil 3D es diferente y se hace mediante un comprobador punto a punto donde se indica la altura del ojo (1,1 metros) y mediante una flecha que cambia de color de verde a rojo te indica la distancia que se tiene visibilidad, al tratarse de unas intersecciones en T y en Y el ángulo de visión es grande, así se obtienen unas visibilidades satisfactorias.

## 7.2 Vía verde

En el presente apartado se analiza la necesidad de la vía verde junto a la carretera. Gracias al aforo manual se detectó que en las 2,5 horas de medición de un día laborable se registraron 12 peatones, de los cuales 9 paseaban a sus macotas y en las 4,5 horas del día festivo se contabilizaron 43 peatones y 4 ciclistas.

Siendo prácticamente el 20% de los usuarios contabilizados en la vía a pesar de no estar acondicionada para su uso peatonal.

Además, en ambos extremos de la N-18 se puede acceder a la red vial de vías verdes que une varios municipios de la comarca de Camp de Turia, por tanto, la N-18 conecta ambas vías de una forma más directa, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 62. Vías verdes



Por todo ello, se considera que si se ha de disponer una vía verde contigua a la N-18.

La vía verde estará separada de la calzada a través de una línea discontinua longitudinal de un ancho de 30 cm y contará con una plataforma de 1,5 metros de ancho.

Finalmente, la vía verde se extiende a lo largo de la N-18 y de los primeros metros de la calle Fernando I de Antequera hasta el P.K 0+142.40, donde se une con la vía verde ya existente.

### 7.3 Intersecciones y accesos

La N-18 es una carretera que cuenta con tres intersecciones, pero una de ellas tiene una menor importancia debido a su IMD, que es más baja. Además, cuenta con cinco accesos de mayor importancia, dos de ellos son a naves industriales, otro a una parcela agrícola, un cuarto a un camino hacia el oeste a la altura del P.K 0+450.00 y por último uno a una residencia. Por todo ello, para el diseño del nuevo trazado se ha buscado mantener cada uno de ellos en la misma ubicación, mejorando así las intersecciones para obtener una mayor seguridad y comodidad.

Para el diseño de una intersección se ha de considerar un tipo de vehículo patrón que varía según el tipo de carretera, como se ve en la tabla 13 de dicho estudio, en el caso de una C-40 corresponde como vehículo patrón un camión ligero, pero como se sabe que es una zona agrícola e industrial se considera mejor diseñar las intersecciones con un vehículo articulado.

El diseño de las intersecciones se realiza mediante Civil 3d y con el software Vehicle Tracking de Autodesk en el que previamente requiere la definición de los peraltes y las obras lineales de las carreteras con las que se quiere enlazar. Es un proceso laborioso en el que en todo momento se ha de tener en cuenta la planta y el alzado como conjunto en ambas carreteras y así obtener una correcta intersección con sus ramales de entrada y salida.

La intersección entre la N-18 y la Calle de la Retorta, como ya se ha dicho en repetidas ocasiones, es de tipo T donde la N-18 es la vía secundaria. Como se trata de una intersección con un bajo tráfico se opta por no canalizar la intersección y dispone de una lagrima pintada. Además, es una intersección donde interviene la vía verde de la población. En la siguiente figura se puede ver un boceto:

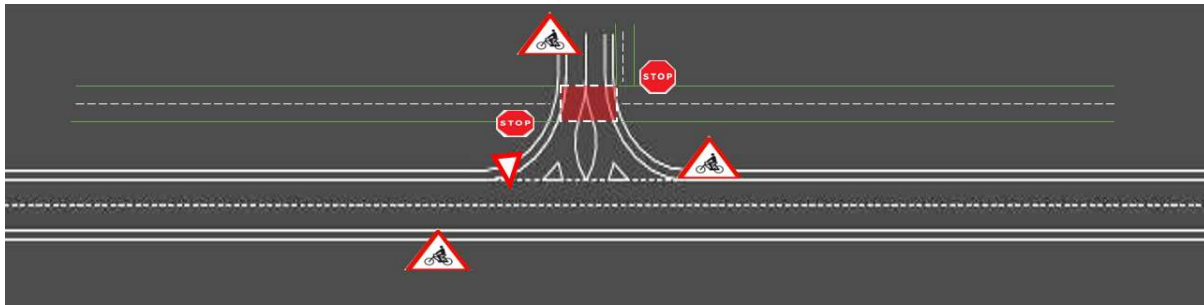


Figura 63. Boceto de la intersección en T

En cuanto a las marcas viales verticales se expresan en la siguiente tabla:




Marca	Tipología	P. K	Sentido
	<b>Advertencia Ciclista</b> , proximidad de un paso para ciclistas	- Calle de la Retorta - N-18	Ambos
	<b>Stop</b> , Obligación de detención.	Vía verde	Ambos
	<b>Ceda el paso</b> , Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección	Ramal salida de la N-18.	

Tabla 28. Marcas viales verticales intersección en T

Por otra parte, la intersección más al norte entre la N-18 y la calle Fernando I de Antequera, es una intersección en Y. En la cual están permitidos todos los movimientos actualmente, pero tras el nuevo diseño se ha notado que el giro entre la calle Fernando I de Antequera y el puente no se realiza con seguridad por tanto para no modificar la tipología de la intersección ya que supondría grandes modificaciones y ocupaciones de terreno, se ha optado por la prohibición de dicho giro, el cual es uno de los menos realizados tal y como se observa en el apartado de tráfico en el aforo manual.

En esta intersección la gran mayoría de los movimientos se producen entre la N-18 y la calle Fernando I de Antequera. Luego, se trata de una intersección con tres

ramales simples, sin canalizar con forma de y, tal y como se muestra en la siguiente figura:

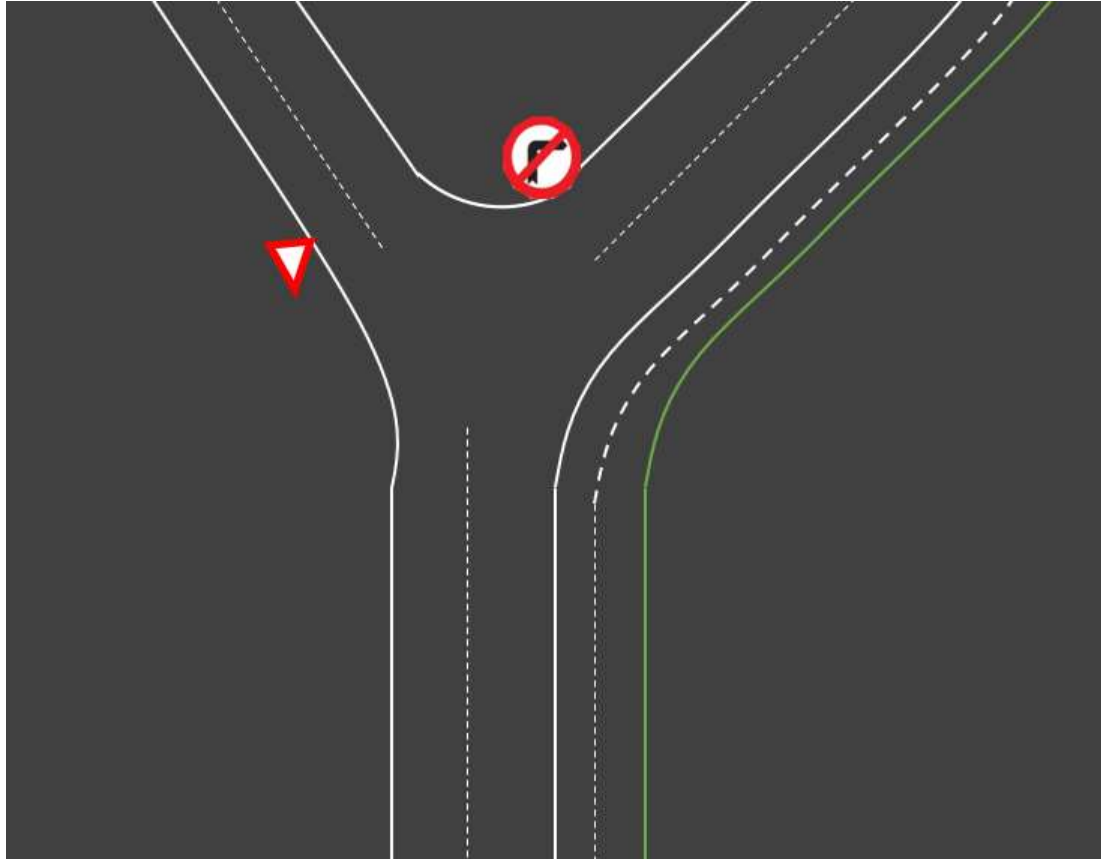


Figura 64. Boceto de la intersección en Y

Como resultado se tiene las siguientes marcas viales verticales:

Marca	Tipología	P. K	Sentido
	<b>Giro a la derecha prohibido,</b> Prohibición de girar a la derecha.	Calle Fernando I de Antequera	Ramal de salida
	<b>Ceda el paso,</b> Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección	Puente.	

Tabla 29. Marcas viales verticales intersección en Y





## 8.FIRMES Y PAVIMENTOS

Para la constitución del firme se ha de tener en cuenta la explanada y con ello su terreno subyacente. Como se ha visto en el apartado de geología y geotecnia, la N-18 discurre dentro de una zona de arenas y limos. Luego, se asume que se tiene un tipo de suelo marginal siendo el tipo de suelo más desfavorable, ya que no se tiene de un estudio geotécnico que nos proporcione de las características del suelo para su posterior clasificación establecida por el PG-3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

Uno de los factores más influyentes para la constitución del firme es el tráfico a lo largo de la vida útil y principalmente siendo el número de vehículos pesados por carril.

Luego con la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) por carril del año de puesta de servicio, que como se puede ver en el apartado de tráfico son 2 vehículos pesados por carril, y la siguiente tabla extraída de la norma 6.1 I.C se obtiene una categoría de tráfico T42.

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

Tabla 30. Categoría de tráfico. (Fuente: Norma 6.1-I.C)

Una vez se tiene la categoría de tráfico pesado se quiere la formación de la explanada, como no se ha realizado el ensayo de carga con placa, se va a estudiar qué tipo de explanada formar. La categoría T42 permite utilizar tanto E1, E2, y E3, por tanto, se consideran los tres tipos de explanadas para el tipo de suelo marginal.


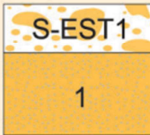
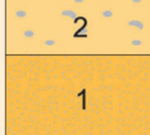


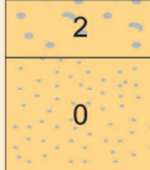
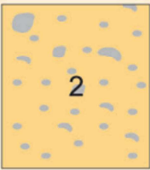

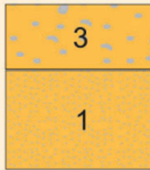
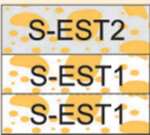

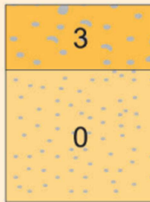


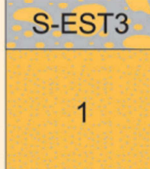
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)						
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{V2} \geq 60\text{MPa}$		100		30 50		35 50	
		IN		IN		IN		
			30 30		30 60		35 70	
		IN		IN		IN		
	E2 $E_{V2} \geq 120\text{MPa}$		100		30 60		40 60	
		IN		IN		IN		
			30 50 50		30 70		40 80	
IN			IN		IN			
E3 $E_{V2} \geq 300\text{MPa}$		30 50 50		30 50		30 75		
	IN		IN		IN			

Tabla 31. Explanadas (Fuente: Norma 6.1- I.C)

En la tabla anterior se ve el espesor que ha de tener cada capa en centímetros (cm) que nunca debe de ser menor al indicado, así como el material de cada capa

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR $\geq 3$ (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO <sub>3</sub> ) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR $\geq 5$ (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 10$ (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq 20$ (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

Tabla 32. Materiales para la formación de explanada. (Fuente: Norma 6.1-I.C)

Para la elección de la explanada se ha realizado un estudio económico en el cual se quiere obtener la formación de la explanada más económica, utilizando el precio unitario de cada uno de los suelos por su espesor.

Para las explanadas de categoría E1, se tiene 6 formaciones diferentes:

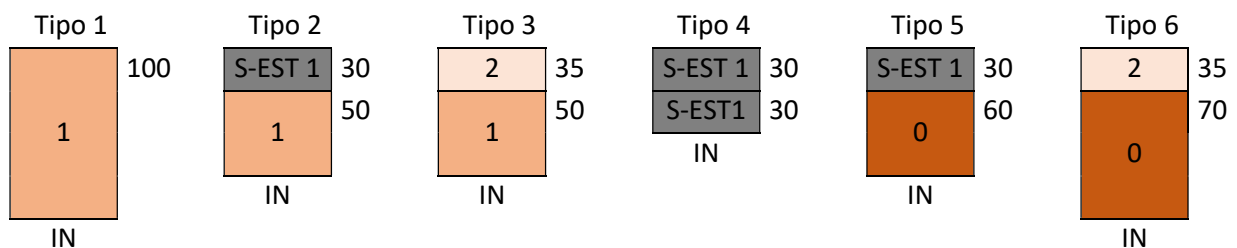


Figura 65. Formaciones explanadas E1

PRECIOS UNITARIOS	€/m3	tipo 1		tipo 2		tipo 3	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
S.TOLERABLES (0)	5,5						
S.ADECUADO (1)	6,1	1	6,1	0,5	3,05	0,5	3,05
S.SELECCIONADO (2)	6,67					0,35	2,33
S.SELECCIONADO (3)	8,08						
S-EST 1 con cemento	12,77			0,3	3,83		
S-EST 2 con cemento	14,47						
S-EST 3 con cemento	16,17						
Coste total	€/m2		6,1		6,88		5,38

PRECIOS UNITARIOS	€/m3	tipo 4		tipo 5		tipo 6	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
S.TOLERABLES (0)	5,5			0,6	3,3	0,7	3,85
S.ADECUADO (1)	6,1						
S.SELECCIONADO (2)	6,67					0,35	2,33
S.SELECCIONADO (3)	8,08						
S-EST 1 con cemento	12,77	0,6	7,66	0,3	3,83		
S-EST 2 con cemento	14,47						
S-EST 3 con cemento	16,17						
Coste total	€/m2		7,66		7,13		6,18

Tabla 33. Valoración económica E1

Siendo la formación 3 compuesta por 35 cm de suelo seleccionado tipo 2 y 50 cm de suelo adecuado, la más favorable económicamente con un precio de 5,38 €/m<sup>2</sup>. Para las explanadas de categoría E2, se tiene 6 formaciones diferentes:

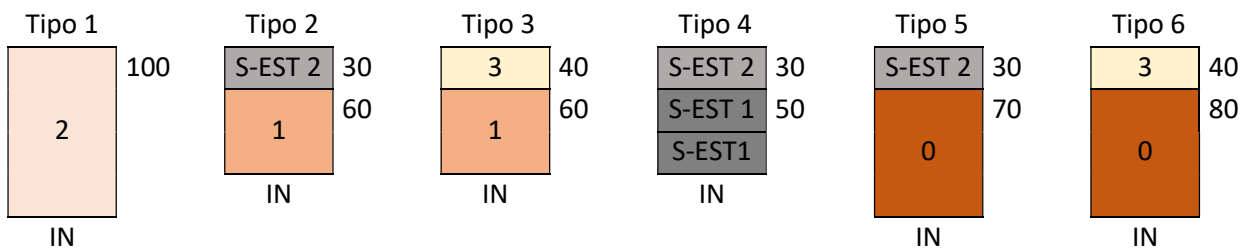


Figura 66. Formaciones explanadas E2



PRECIOS UNITARIOS	€/m3	tipo 1		tipo 2		tipo 3	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
S TOLERABLES (0)	5,5						
S. ADECUADO (1)	6,1			0,6	3,66	0,6	3,66
S.SELECCIONADO (2)	6,67	1	6,67				
S.SELECCIONADO (3)	8,08					0,4	3,23
S-EST 1 con cemento	12,77						
S-EST 2 con cemento	14,47			0,3	4,3		
S-EST 3 con cemento	15,77						
Coste total	€/m2		6,67		8,00		6,89

PRECIOS UNITARIOS	€/m3	tipo 4		tipo 5		tipo 6	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
S TOLERABLES (0)	5,5			0,7	3,85	0,8	4,4
S. ADECUADO (1)	6,1						
S.SELECCIONADO (2)	6,67						
S.SELECCIONADO (3)	8,08					0,4	3,23
S-EST 1 con cemento	12,77	0,5	6,38				
S-EST 2 con cemento	14,47	0,3	4,34	0,3	4,34		
S-EST 3 con cemento	15,77						
Coste total	€/m2		10,72		8,19		7,63

Tabla 34. Valoración económica E2.

En este caso, la formación más económica es la 1, formada por 100 cm de suela seleccionado tipo 2.

Para las explanadas de categoría E3, se tiene 3 formaciones diferentes:

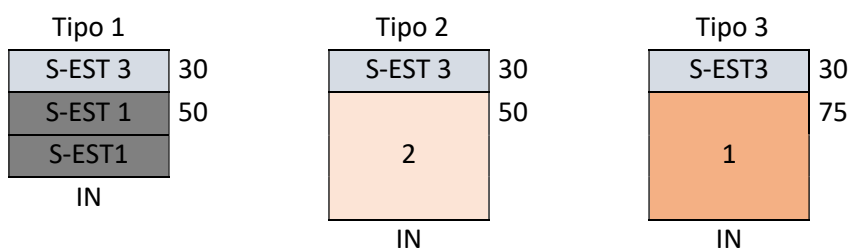


Figura 67. Formaciones explanadas E3



PRECIOS UNITARIOS	€/m3	tipo 1		tipo 2		tipo 3	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
S TOLERABLES (0)	5,5						
S. ADECUADO (1)	6,1					0,75	4,57
S. SELECCIONADO (2)	6,67			0,5	3,33		
S. SELECCIONADO (3)	8,08						
S-EST 1 con cemento	12,77	0,5	6,38				
S-EST 2 con cemento	14,47						
S-EST 3 con cemento	15,77	0,3	4,73	0,3	4,73	0,3	4,73
Coste total	€/m2		11,11		8,06		9,30

Tabla 35. Valoración económica E3

Asimismo, para la E3 la formación más rentable, económicamente hablando, es la 2 formada por 30 cm de suelo estabilizado in situ y 50 cm de suelo seleccionado.

Por tanto, una vez realizado el estudio se concluye que para una explanada de categoría E1 se tiene la formación 3, para la explanada E2 la formación 1 y por último para la explanada de categoría E3 se tiene la formación 2.

Por lo que se refiere al firme, la norma 6.1-I. C proporciona un catálogo de secciones de firmes que se basa fundamentalmente en la categoría de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisible al final de la vida útil. Para cada una de las relaciones tráfico/ explanada se puede llegar obtener hasta 4 secciones diferentes, una formada por mezcla bituminosa sobre suelo granular, una por mezcla bituminosa por sobre suelocemento, otra por mezcla bituminosa sobre gravacemento construida sobre suelocemento y una última de pavimento de hormigón.

Todas ellas tienen señalados unos espesores mínimos para cada capa, por tanto, en ningún caso deben ser inferiores.

La adopción de la sección más adecuada se deberá tomar desde un punto técnico y económico.

La siguiente figura extraída de la figura 2.2 de la norma 6.1- I.C muestra las diferentes secciones para una categoría de tráfico pesado T42.

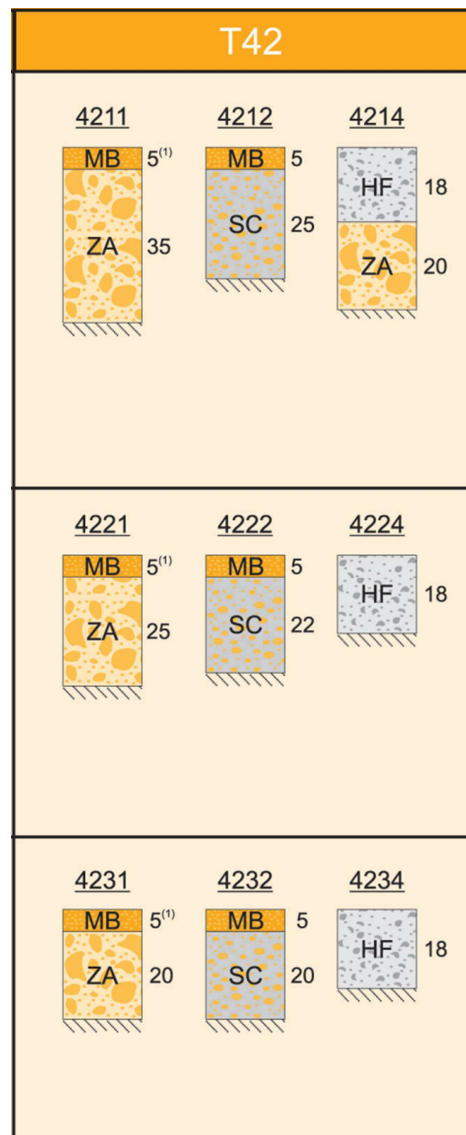


Figura 68. Catalogo secciones de firmes. (Fuente: Norma 6.1)

Por temas técnicos y económicos se descarta totalmente los pavimentos de hormigón, además de que es una carretera que enlaza con otras de mezcla bituminosa.

A su vez, al tratarse de un tramo corto, de aproximadamente 600 metros de longitud, las secciones con suelocemento (SC) se descartan también porque desde un punto de vista técnico-económico no son rentables.

Por tanto, el firme va a estar constituido como mínimo de una mezcla bituminosa (MB) de 5 cm y de zahorra artificial con un espesor que depende del tipo de explanada. La norma indica que estas capas bituminosas podrán ser proyectadas como MB en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con tratamiento superficial o MB abierta en frío sellada con un tratamiento superficial

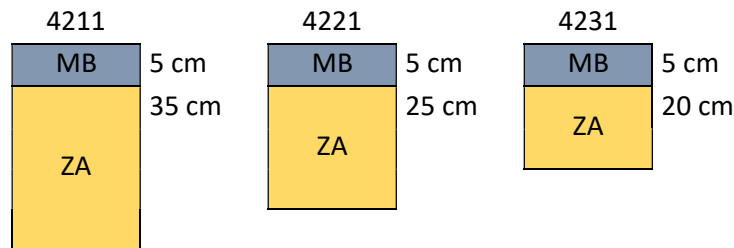


Figura 69. Secciones del firme

Ahora bien, se realiza un nuevo estudio económico teniendo en cuenta la zavorra artificial de las tres secciones del firme y las explanadas seleccionadas previamente, se obtiene la siguiente tabla:

PRECIOS UNITARIOS	€/t	4211		4221		4231	
		Medición	Valoración	Medición	Valoración	Medición	Valoración
ZA- Zavorra Artificial	4	0,35	3,22	0,25	2,3	0,2	1,84
Explanada	€/m2	5,38		6,67		8,06	
Coste total	€/m2	8,6		8,97		9,9	

Tabla 36. Estudio económico sección firmes

Luego la opción más rentable es la explanada E1 y la sección 4211:

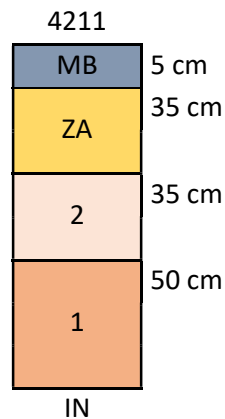


Figura 70. Explanada y sección del firme

Para la elección del ligante bituminoso se ha de tener en cuenta las zonas térmicas estivales tal y como vienen designadas en la siguiente figura de la norma 6.1- I.C:



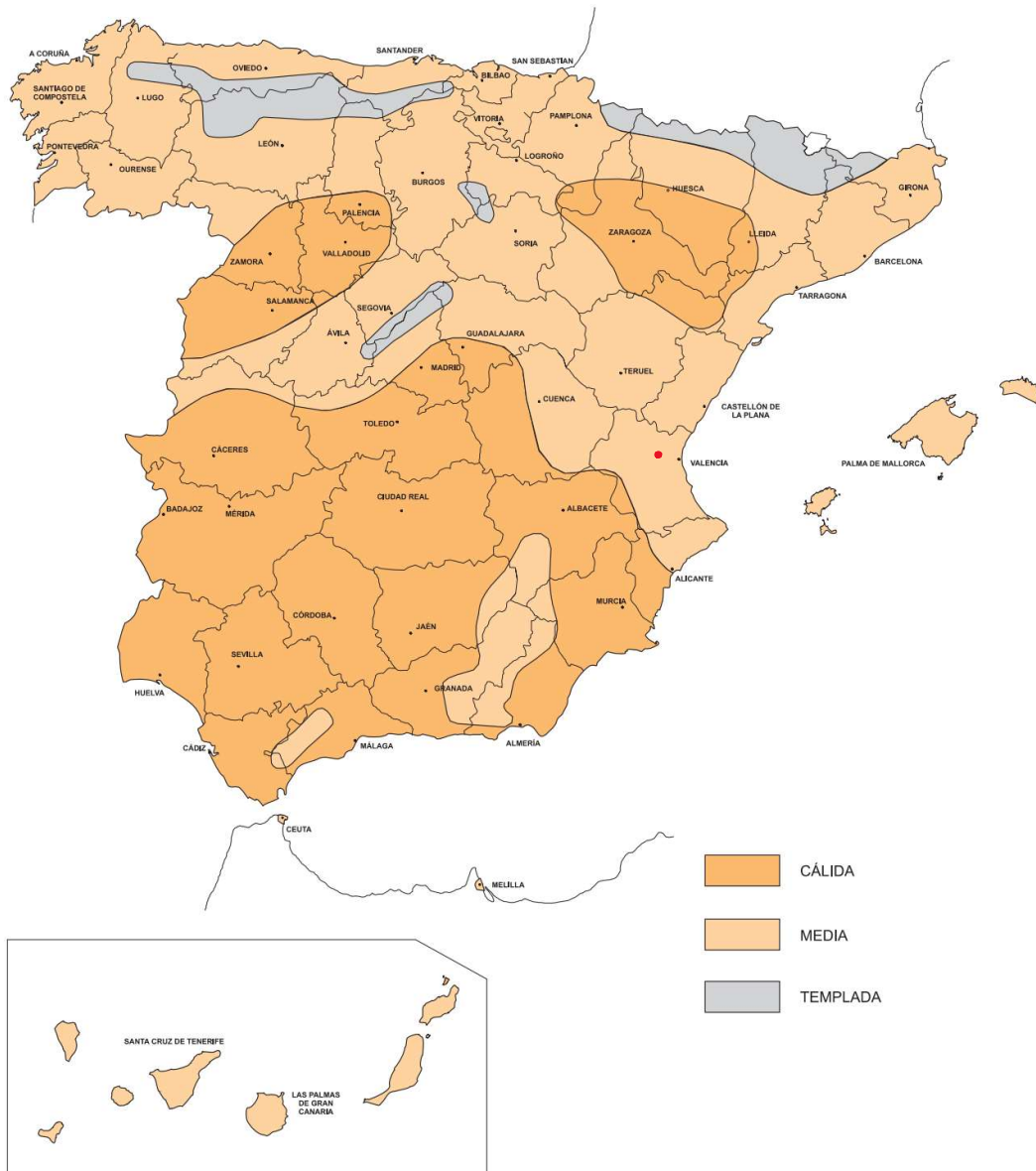


Figura 71. Zonas térmicas estivales. (Fuente: Norma 6.1-I.C)

Luego, Benaguasil se encuentra en una zona térmica estival media. Además, la norma establece que la provincia de Valencia se encuentra en una zona clasificada como poco lluviosa por lo que no está permitido el uso de una mezcla drenante.



La norma 6.1- I.C indica los espesores mínimos para cada una de las capas en la siguiente tabla:

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

Tabla 37. Espesores mínimos por capas. (Fuente: Norma 6.1- I.C)

Por tanto, para una categoría T42 y para la capa de rodadura el espesor mínimo para una D y S (densa y semidensa) es 5cm. Luego se opta por una capa de rodadura:

AC 16 SURF D de 5cm

Siguiendo el artículo 542.1 del PG-3 donde asigna el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en la capa de rodadura según la zona térmica estival y la categoría de tráfico pesado. Se escoge el 50/70. También se establece que la dotación mínima de ligante hidrocarbonado (%) para el tipo de capa de rodadura y el tipo de mezcla densa y semidensa es de 4,5.



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

Tabla 38. Tipo de ligante hidrocarbonado. (Fuente: PG-3)

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
<b>RODADURA</b>	densa y semidensa	4,50
<b>INTERMEDIA</b>	densa y semidensa	4,00
	alto módulo	4,50
<b>BASE</b>	semidensa y gruesa	4,00
	alto módulo	4,75

Tabla 39. Dotación mínima (fuente: PG-3)

Así pues, se tiene un ligante 50/70 del 4,5% sobre el peso del árido. En lo que se refiere a la capa granular se opta por una zahorra artificial ZA-25. En cuanto a los riegos, existen diversos tipos ellos consisten en aplicar una emulsión bituminosa sobre una capa para garantizar una adecuada adherencia y curado.



Riego de imprimación, PG-3 define como *riego de imprimación* la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa.

Riego de curado, PG-3 define como *riego de curado* la aplicación de una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, al objeto de impermeabilizar toda la superficie y evitar la evaporación del agua necesaria para el correcto fraguado.

Se opta por emulsiones catiónicas teniendo un riego de imprimación C60 BF4 IMP y un riego de curado C60 B3 CUR.

Capa	Espesor	Material
Rodadura	5 cm	AC 16 Surf 50/70 D
Riego de imprimación		C60 BF4 IMP
Base granular	35 cm	ZA-25
Riego de curado		C60 B3 CUR
Explanada	35 cm	S. Seleccionado (2)
	50 cm	S. Adecuado

Tabla 40. Firme final



## 9. EXPROPIACIONES

Este apartado consiste en cuantificar y valorar las parcelas que se han ocupado en el diseño de la carretera.

En el diseño, se ha buscado la mínima ocupación posible de terreno privado intentando ajustar al máximo al trazado actual, pero en los casos que se ha visto la obligación de ocupar una parcela se ha evitado ocupar las parcelas con edificaciones y se ha diseñado principalmente en parcelas de uso agrario. Por tanto, las superficies a expropiar están libres de edificaciones

Dichas expropiaciones se llevarán a cabo acorde con la Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiaciones forzosas.

La valoración se ha realizado teniendo en cuenta únicamente el valor catastral que figura en la certificación catastral de la Dirección General del Catastro.

La valoración económica por hectárea (Ha) de una parcela en el municipio de Benaguasil con un tipo de cultivo agrario regadío, según el impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos jurídicos documentados es de 26.600,00 €/Ha. En cambio, el valor para el suelo de clase urbano es de 83,5€/m<sup>2</sup> obteniendo el valor a partir de la tabla de ponencia del año 2008 con el coeficiente del 36%.

Valoraciones para cada una de las parcelas:

**Parcela 37** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000370000RR

-Titular: Datos protegidos

-Clase: Rustico

-Uso principal: Agrario

-Superficie a expropiar: parcelas: j 606,59 m<sup>2</sup>, i 1068,67 m<sup>2</sup>, c 123,95 m<sup>2</sup>, a 277,31 m<sup>2</sup>

-Coste de la expropiación: 5.524,82€

**Parcela 176** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008001760000RZ

-Titular: Datos protegidos

-Clase: Rustico

-Uso principal: Agrario

-Superficie a expropiar: 170,84 m<sup>2</sup>

-Coste de la expropiación: 454,86 €

**Parcela 148** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008001480000RA

-Titular: Datos protegidos

-Clase: Rustico

-Uso principal: Agrario

-Superficie a expropiar: 329,55 m<sup>2</sup>

-Coste de la expropiación: 877,80 €



**Parcela 44** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000440000RJ

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 741,87 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 1.973,72 €

**Parcela 97** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000970000RF

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 17,82 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 47,88 €

**Parcela 45** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000450000RE

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 151,53 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 404,32 €

**Parcela 140** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008001400000RI

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 16,53 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 45,22 €

**Parcela 96** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000960000RT

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 308,67 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 821,94 €

**Parcela 95** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000950000RL

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 307,3 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 816,62 €



**Parcela 94** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000940000RP

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 46,29 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 122,36 €

**Parcela 134** del polígono 7 de referencia catastral 46051A007001340000RS

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 89,55 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 239,40€

**Parcela 46** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000460000RS

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 8,56 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 23,94€

**Parcela 5** del polígono 8 de referencia catastral 46051A008000050000RR

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Rustico
- Uso principal: Agrario
- Superficie a expropiar: 18,96 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 50,54€

**Parcela N-18 8** del polígono X de referencia catastral 6561907YJ0866S0001IU

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Urbano
- Uso principal: suelo sin edif.
- Superficie a expropiar: 208,5 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 17.409,75€

**Parcela N-18 3** del polígono 8 de referencia catastral 6460501YJ0866S0001PU

- Titular: Datos protegidos
- Clase: urbano
- Uso principal: residencial
- Superficie a expropiar: 219,03 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 18.289€



**Parcela** cl buitrera de la 13 del polígono 8 de referencia catastral  
6561902YJ0866S0001OU

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Urbano
- Uso principal: suelo sin edif.
- Superficie a expropiar: 284,96 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 23.794,16€

**Parcela** cl buitrera de la 9 del polígono 8 de referencia catastral  
6561904YJ0866S0001RU

- Titular: Datos protegidos
- Clase: Urbano
- Uso principal: suelo sin edif.
- Superficie a expropiar: 25,48 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 2.127,58€

**Parcela N-8 94** del polígono 8 de referencia catastral 6758733YJ0865N0001XT

- Titular: Datos protegidos
- Clase: urbano
- Uso principal: suelo sin edif.
- Superficie a expropiar: 53,02 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 4.427,17€

**Parcela N-8 93** del polígono 8 de referencia catastral 6758738YJ0865N0001ZT

- Titular: Datos protegidos
- Clase: urbano
- Uso principal: suelo sin edif.
- Superficie a expropiar: 12,90 m<sup>2</sup>
- Coste de la expropiación: 1.077,15€

Por tanto, la superficie total a expropiar es de 4.778,61 m<sup>2</sup>, con un coste total de expropiación de SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS (78.288,83 €).

A continuación, se muestra las parcelas correspondientes a la zona de estudio, las cuales se ven afectadas por la construcción de la carretera:



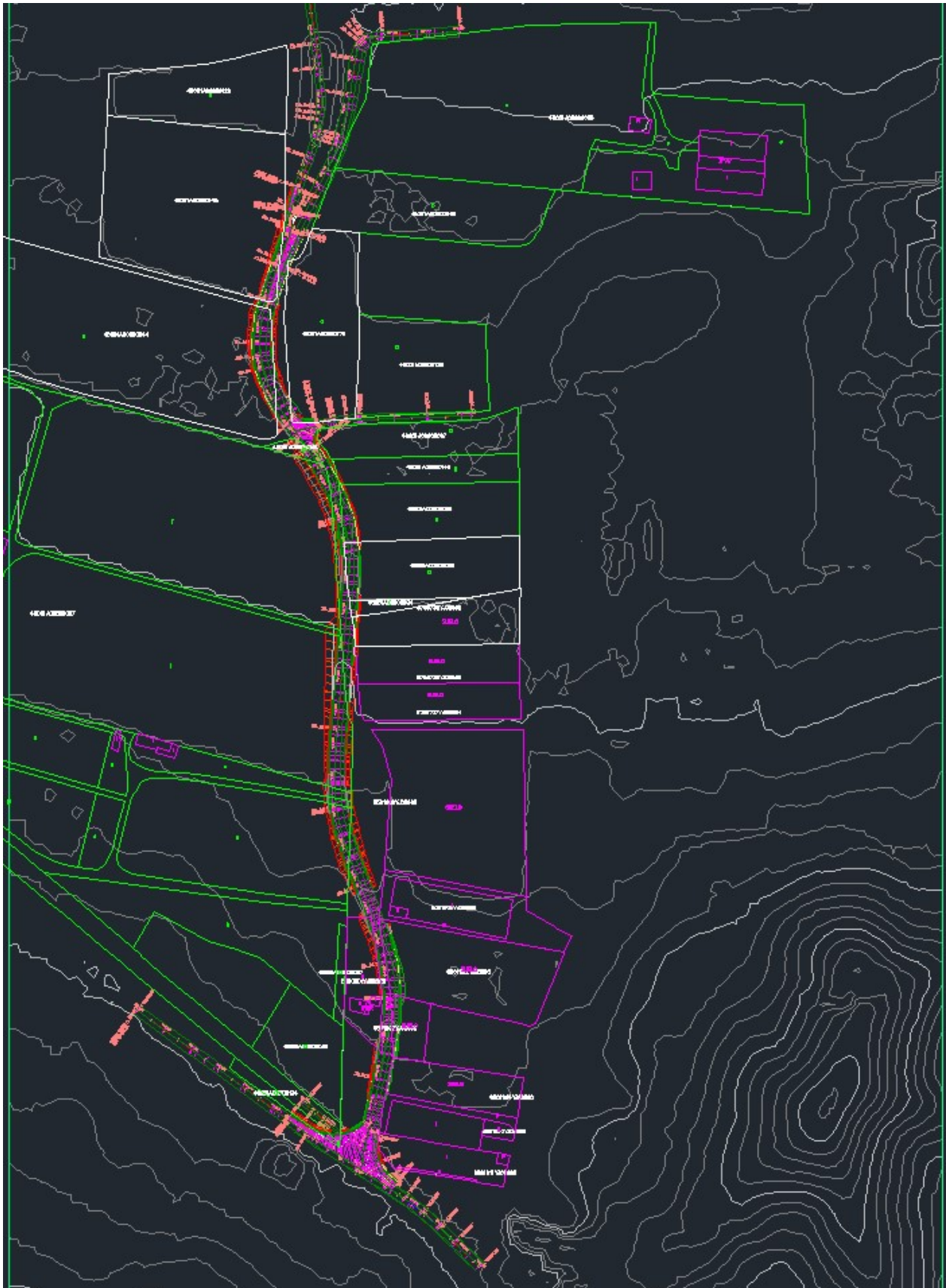


Figura 72. Terreno que expropiar



## 10. VALORACIÓN ECONÓMICA

La finalidad del presente apartado es poder realizar una valoración económica total de la actuación.

Para ello se ha agrupado las diferentes unidades en los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Demolición y desbroce

Capítulo 2. Movimientos de tierras

Capítulo 3. Firmes y pavimentos

Capítulo 4. Acequia

Capítulo 5. Señalización

Capítulo 6. Expropiación

Unidades de obra:

### **Demolición y desbroce**

#### UO1: Desbroce y limpieza del terreno

Comprende los trabajos de desbroce y limpieza del terreno para retirar plantas, malezas, cultivos, o basuras existentes hasta una profundidad máxima de 10 cm, incluso carga y transporte al vertedero más cercano a una distancia máxima de 20 km.

#### UO2: Retirada del firme y pavimento existente

Retirada del firme existente para una posterior colocación de la explanada, incluso carga y transporte al vertedero más cercano a una distancia máxima de 20 km

#### UO3: Demolición de muros

Demolición de los muros de contención y delimitantes a lo largo de la obra lineal, incluso carga y transporte al vertedero más cercano a una distancia máxima de 20 km

#### UO4: Demolición de acequias

Demolición de las contiguas a los tramos correspondientes de la carretera y adecuación para la conexión con los nuevos tramos, incluso carga y transporte al vertedero más cercano a una distancia máxima de 20 km.

### **Movimientos de tierras**

#### UO5: Excavación en desmonte

Excavación a cielo abierto bajo rasante con medios mecánicos, incluso carga, transporte a acopio para secado, descarga, carga del material una vez secado, transporte a vertedero a una distancia máxima de 20 km y descarga.



#### UO6: Relleno suelo adecuado

Relleno de suelo adecuado de 50 cm de espesor procedente de préstamos para llegar a la cota deseada de la explanada, incluso adquisición, carga transporte, vertido y extendido.

#### UO7: Relleno suelo seleccionado 2

Relleno con suelo seleccionado tipo 2 de 35 cm de espesor para la capa de coronación de la explanada, incluso adquisición, carga transporte, vertido y extendido.

### **Firmes y pavimentos**

#### UO8: Riego de curado

Riego de curado con kg/m<sup>2</sup> de emulsión bituminosa catiónica C60 B3 CUR, con un 60% de betún asfáltico como ligante, incluso suministro, vertido y extensión.

#### UO9: Zahorra artificial

Relleno de Zahorra artificial procedente de préstamos como capa base granular del firme con una profundidad de relleno de 0,35 m, incluso adquisición, carga, transporte, vertido, extensión, riego y compactación.

#### UO10: Riego de imprimación

Riego de imprimación con 1,5 kg/m<sup>2</sup> de emulsión bituminosa catiónica C60 BF4 IMP, con 60% de betún asfáltico como ligante y aditivo fluidificante, incluso suministro, vertido y extensión.

#### UO11: Capa de rodadura AC 16 Surf 50/70 D

Capa de rodadura de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC 18 Surf D de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo, incluso manipulación y empleo.

### **Acequia**

#### UO12: Acequia

Acequia de hormigón armado con una sección rectangular con una profundidad de 31 cm y de 38 cm de alto, incluso transporte y colocación.

### **Señalización**

#### UO13: Marca vial longitudinal continua

Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 10 cm de anchura, para bordes de calzada.



#### UO14: Pintado de lágrima

Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 10 cm de anchura, incluso preparación de la superficie.

#### UO15: Marca vial transversal

Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial transversal continua, de 40 cm de anchura, para línea de detención.

#### UO16: Marca vial longitudinal discontinua vía verde

Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal discontinua, de 30 cm de anchura, para separación de carriles.

#### UO17: Vía verde

Capa de acabado para pavimento con APT con pintura verde para delimitar la vía verde, incluso aplicación.

#### UO18: Marcado de flechas e inscripciones viales

Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color blanco, acabado satinado, textura lisa, para marcado de flechas e inscripciones en viales.

#### UO19: Señalización vertical triangular

Señal triangular de 1350mm de lado, adecuada para su uso en carretera convencional con arcén, con un nivel de retroreflexión 2, fijada mecánicamente a poste de sustentación de acero galvanizado de 100x50x3 mm, colocado hormigonado mediante dado de hormigón, incluso excavación, elementos de sujeción, tornillería y piezas especiales necesarias.

#### UO20: Señalización vertical circular

Señal circular de 900mm de lado, adecuada para su uso en carretera convencional con arcén, con un nivel de retroreflexión 2, fijada mecánicamente a poste de sustentación de acero galvanizado de 100x50x3 mm, colocado hormigonado mediante dado de hormigón, incluso excavación, elementos de sujeción, tornillería y piezas especiales necesarias.

#### UO21: Señalización vertical octogonal

Señal octogonal de 900mm de lado, adecuada para su uso en carretera convencional con arcén, con un nivel de retroreflexión 2, fijada mecánicamente a poste de sustentación de acero galvanizado de 100x50x3 mm, colocado hormigonado mediante dado de hormigón, incluso excavación, elementos de sujeción, tornillería y piezas especiales necesarias.



## Expropiación

### UO22: Superficie expropiada

Terreno de una parcela expropiado para el uso de la obra lineal.

En las siguientes tablas se puede ver los precios unitarios para cada capítulo:

Demolición y desbroce					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO1	Desbroce y limpieza del terreno	4788,61	m2	0,56	2681,62
UO2	Retirada de firme y pavimento existentes	139,21	m3	27,7	3856,11
UO3	Demolición de muros	68,994	m3	29,89	2062,23
UO4	Demolición de acequias	261,3	m2	4,93	1288,20
Total (€)	9888,17				

Tabla 41. Capítulo 1 Demolición y desbroce

Movimiento de tierras					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO5	Excavación en desmonte	8373,1	m3	2,28	21370,66
UO6	Relleno suelo adecuado	2766,61	m3	6,1	16876,32
UO7	Relleno suelo seleccionado 2	2491,86	m3	6,67	16620,70
Total (€)	54867,69				

Tabla 42. Capítulo 2 Movimiento de tierras

Firmes y pavimentos					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO8	Riego de curado	6301,7	m2	0,4	2520,68
UO9	Zahorra artificial	5058,99	t	4	20235,96
UO10	Riego de imprimación	6301,7	m2	0,51	3213,86
UO11	Capa de rodadura	819,221	t	50,45	41329,69
Total (€)	67300,20				

Tabla 43. Capítulo 3 Firmas y pavimentos

Acequia					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO12	Acequia	368,99	m	31,19	11508,79
Total (€)	11508,79				

Tabla 44. Capítulo 4 Acequia



Señalización					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO13	Marca vial longitudinal continua	2160	m	0,77	1663,2
UO14	Lágrima	2	m2	5,89	11,78
UO15	Marca vial transversal	13	m	2,35	30,55
UO16	Marca vial longitudinal discontinua vía verde	702	m	0,96	673,92
UO17	Vía verde	1263,3	m2	2,15	2716,09
UO18	Marcado de flechas e inscripciones viales	2	Ud	4,99	9,98
UO19	Señalización vertical triangular	7	Ud	142,68	998,76
UO20	Señalización vertical circular	3	Ud	154,35	463,05
UO21	Señalización vertical octogonal	2	Ud	144,41	288,82
<b>Total (€)</b>	<b>6856,15</b>				

Tabla 45. Capítulo 5 Señalización

Expropiación					
Código	Definición	Medición	Ud	Precio €/Ud	Importe (€)
UO22	Superficie expropiada	4778,61	m2		78288,83
<b>Total (€)</b>	<b>78288,83</b>				

Tabla 46. Capítulo 6 Expropiación

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad DOSCIENTOS VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS NUEVE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS (228.709,86€).

Luego la cantidad final viene dada por el presupuesto de ejecución material (PEM), el 13% de los Gastos generales (GG) y el 6% del Beneficio industrial, más el 21% de I.V.A.

	€
PEM	228.709,86
13% Gastos generales (GG)	29.732,28
6% beneficio industrial (BI)	13.722,59
(PEM+GG+BI)	272.164,74
21% I.V.A	57.154,59
<b>Total</b>	<b>329.319,33</b>

Tabla 47. Valoración económica

Por tanto, la Valoración económica global es de TRESCIENTOS VEITINUEVE MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON TEINTA Y TRES CÉNTIMOS (329.319,33€).



## 11.CONCLUSIÓN

Con este último apartado se pone punto final al presente trabajo final de grado denominado: Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).

El estudio confirma que es posible un acondicionamiento de la carretera N-18 que modifique el trazado, e incluso lo simplifica, de la vía respetando sus puntos singulares y satisfaciendo las necesidades de los usuarios.



## 12. BIBLIOGRAFIA

**Agroambient, gva** (2020) Red natura 2000 Disponible

en: <http://www.agroambient.gva.es/es/web/red-natura-2000/espacios-red-natura-2000>

[Consultado 25-03-2020]

**Ayto. de Benaguasil** (2020) Consulta de estudios y proyectos en la zona. Disponible en:

<https://ajuntamentbenaguasil.es/areas/urbanismo/> [Consultado 19-4-2020]

**Capacidad y Niveles de Servicio** (2018). Disponible en:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/101522> Autor: Ana María Pérez Zuriaga, Griselda López Maldonado y Fco. Javier Camacho Torregrosa

[Consultado 10-04-2020]

**Generador de precios**, (2020) Precio de unidades de obra. Disponible en:

<http://generadorprecios.cype.es/> [Consultado 30-05-2020]

**IGME, Instituto Geológico y Minero de España** (2020) Geología y geomorfología.

Disponible en: <http://www.igme.es/> [Consultado 25-03-2020]

**INE, Instituto Nacional de Estadística** (2020) Datos demográficos de los últimos 10 años de la población de Benaguasil. Disponible en:

<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2903#!tabs-grafico> [Consultado 25-03-2020]

**IVE** (2016) Precio de unidades de obra en la comunidad valenciana del año 2016.

Disponible en: <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base16/index.htm> [Consultado 26-08-2020]

**Libro de aforo de la Diputación 2018** (2020) Consulta del tráfico en la CV-364 en el año 2018. Disponible en:

[https://www.dival.es/es/carreteras/sites/default/files/carreteras/Libro%20de%20Aforos%202018\\_ED01.pdf](https://www.dival.es/es/carreteras/sites/default/files/carreteras/Libro%20de%20Aforos%202018_ED01.pdf) [Consultado 12-4-2020]

**PATRICOVA, Plan de acción territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la comunidad valenciana.** (2020) riesgo de inundación

Disponible en: <http://pnoa.ign.es/> [Consultado 25-03-2020]

**Plan de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones de Benaguasil** (2019)

características climáticas de la población. Disponible en:

[https://www.ajuntamentbenaguasil.es/wp-content/uploads/2019/07/PAMRI\\_Benaguasil.pdf](https://www.ajuntamentbenaguasil.es/wp-content/uploads/2019/07/PAMRI_Benaguasil.pdf)

[Consultado 13-4-2020]

**PNOA, Plan Nacional de Ortofotografía Aérea** (2020) Ortofoto Disponible en:

<http://pnoa.ign.es/> [Consultado 01-03-2020]





**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE ALTILLO EN NAVE ALMACÉN EXISTENTE Y SUSTITUCIÓN DE CUBIERTA** (2018) Proyecto cerca de la N-18. Disponible en: [https://www.ajuntamentbenaguasil.es/wp-content/uploads/2018/03/MEMORIA\\_firmado-1.pdf](https://www.ajuntamentbenaguasil.es/wp-content/uploads/2018/03/MEMORIA_firmado-1.pdf) [Consultado 5-04-2020]

**Riunet UPV** (2020) Consulta de TFG's de otros años. Disponible en: <https://riunet.upv.es/browse?authority=176914&type=author> [Consultado del 03 al 08-2020]

**Terrasit** (2020). Disponible en: <http://www.icv.gva.es/va/> [Consultado 25-03-2020]

**Valor catastral** (2008) Valoración económica del suelo urbano de Benaguasil. Disponible en: <https://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ponencia.aspx?del=46&mun=051> [Consultado 27-08-2020]

**Valor catastral** (2020) Valoración económica del suelo agrícola de Benaguasil. Disponible en: [http://csi.ha.gva.es/kiosko/valor\\_bien\\_rustico.principal?el\\_idioma=CAST&p\\_provincia=46&p\\_municipio=051&p\\_fechadevengo=23/05/2020&p\\_impuesto=T&calcular=no](http://csi.ha.gva.es/kiosko/valor_bien_rustico.principal?el_idioma=CAST&p_provincia=46&p_municipio=051&p_fechadevengo=23/05/2020&p_impuesto=T&calcular=no) [Consultado 27-08-2020]

**Visor cartogràfic, gva** (2020) Medio ambiente, usos de suelos, infraestructuras, ordenación del territorio y urbanismo. Disponible en: <https://visor.gva.es/visor/> [Consultado 25-03-2020]



## 13.NORMATIVA DE REFERENCIA

HCM 6.0 – Highway Capacity Manual. (2016)

Norma 3.1-IC de trazado. Ministerio de Fomento (2016)

Norma 6.1-IC de secciones de firme. Ministerio de Fomento (2003)

Norma 8.1-IC sobre señalización vertical. Ministerio de Fomento (1999)

Norma 8.2-IC sobre marcas viales. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1987)

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. Ministerio de Fomento (2002)

PG-3. Ministerio de Fomento (2002)



## 14.AGRADECIMIENTOS

Para finalizar, el autor quiere agradecer la ayuda proporcionada por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC) del Instituto del Transporte y Territorio de la UPV, en especial a mi tutora la Dra. Dña. Ana María Pérez Zuriaga por el apoyo y seguimiento realizado y también al profesor Dr. D. Francisco Javier Camacho Torregrosa que además de los videos proporcionados en Media UPV de uso de los programas informáticos, se ha mostrado en todo momento dispuesto a dar ayuda y consejo.

Fecha: Septiembre 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Borja Sanchis Navarro'.

Fdo.: Borja Sanchis Navarro





Borja Sanchis Navarro

### Estudio para el acondicionamiento de la N-18, Benaguasil.

Intervalo de tiempo cada 15 mins.

Fecha: 4/3/2020

Día: Miércoles

\* → Cañón      \* Person

Hora	A	B	C	D	Ciclistas	Peatones		
9:00								
9:15								
9:30								
9:45								
10:00								
10:15								
10:30	' ①	' ①	// C→B ③	/// ③		C   C/D <sup>2</sup> / A*		
10:45			/' ②		x <sup>2</sup> x <sup>2</sup> ②	w(y)		
11:00	A→D ①	' ①	C→B ①			y(x <sub>i</sub> )   D/D <sup>2</sup> / w <sup>2</sup> /D		
11:15	' ①	/// ③	// ③ C→B					
11:30	' ①	// ②	' ② C→B		x <sub>1</sub> ①			
11:45	' ② A→D		// ②		x <sub>2</sub> ①			
12:00	2 A→D ②		C→B ①			C		
12:15		' ①	' ①		x <sub>1</sub> x <sub>1</sub> ②	w(y)		
12:30	// ②		// ②		x <sub>2</sub> x <sub>2</sub> x <sub>1</sub> ③			
12:45	2 A→D ②	' ①	/// ③					
13:00								
13:15								
	Normal   A→D	Normal	Normal   C→B	Normal	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	bia	
Total	5   6	9	15   5	11	4	5	0	12 → 9 con Person

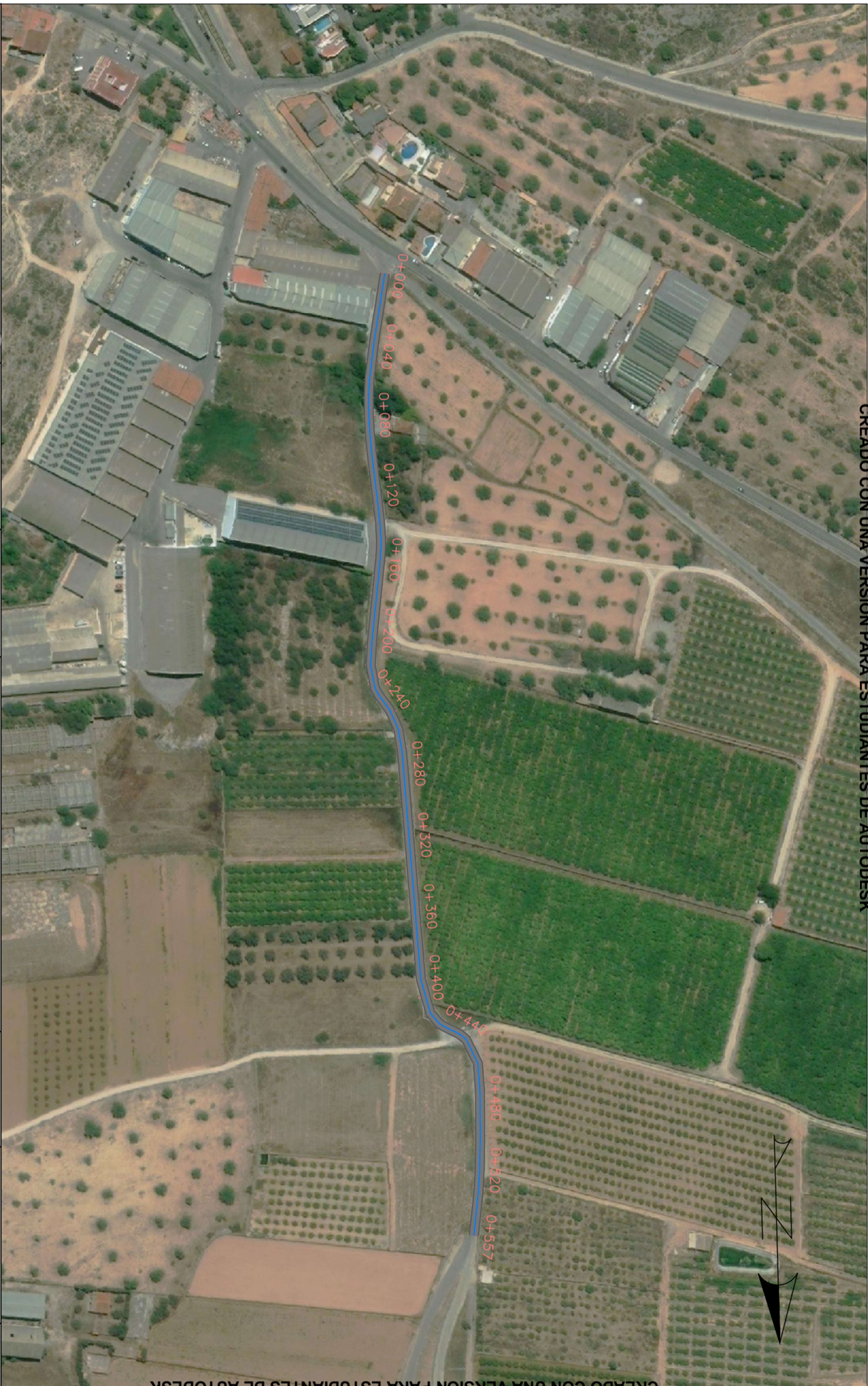
Figura 74. Datos aforo manual día laborable






## PLANOS

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



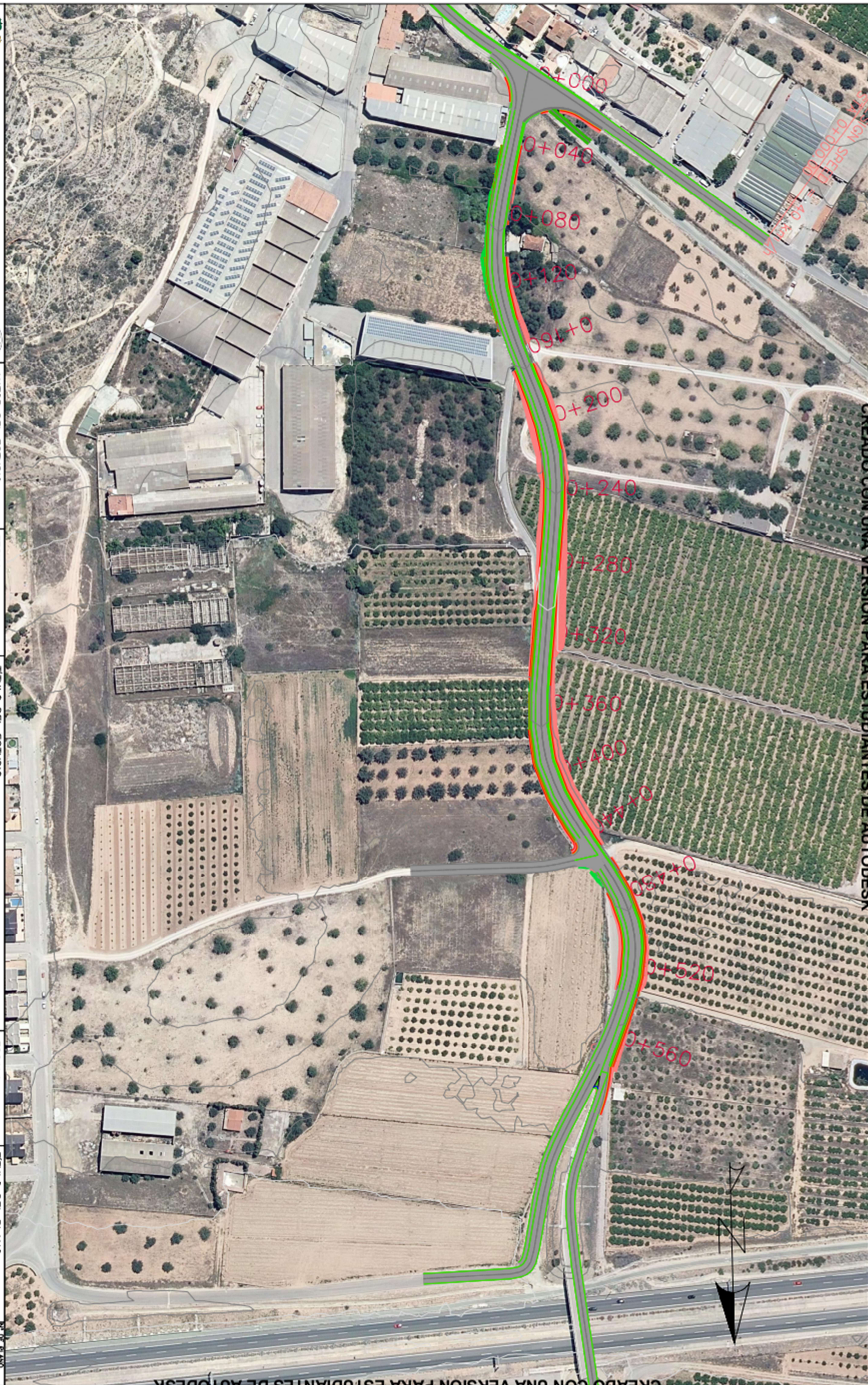
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO	FECHA	TÍTULO DEL ESTUDIO	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO 1 HOJA 1 DE 1
	BORJA SANCHIS NAVARRO	SEPTIEMBRE 2020	Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)	1 : 2000	SITUACIÓN ACTUAL	

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK





CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO BORJA SANCHO NAVARRO	FECHA SEPTIEMBRE 2020	TÍTULO DEL ESTUDIO Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retortia hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguasil (Valencia)	ESCALA 1:2000	TÍTULO DEL PLANO CONJUNTO PROPUESTA	Nº DE PLANOS HOJA 1 DE 1
--	--	---	--------------------------	--	------------------	--	-----------------------------

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO	FECHA	TÍTULO DEL ESTUDIO	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO 3 HOJA 1 DE 4
	 BORJA SANCHO NAVARRO	SEPTIEMBRE 2020	Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)	1: 500	PLANTA GENERAL PROPUESTA	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



MATCH LINE - 1  
 AT STATION - 0+173.32  
 PREVIOUS SHEET NUMBER - ###



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
 CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL ESTUDIO  
 BORJA SANCHIS NAVARRO

FECHA  
 SEPTIEMBRE 2020

TÍTULO DEL ESTUDIO  
 Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)

ESCALA  
 1 : 500


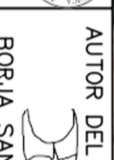
TÍTULO DEL PLANO  
 PLANTA GENERAL PROPUESTA

Nº DE PLANO  
 3  
 HOJA 2 DE 4

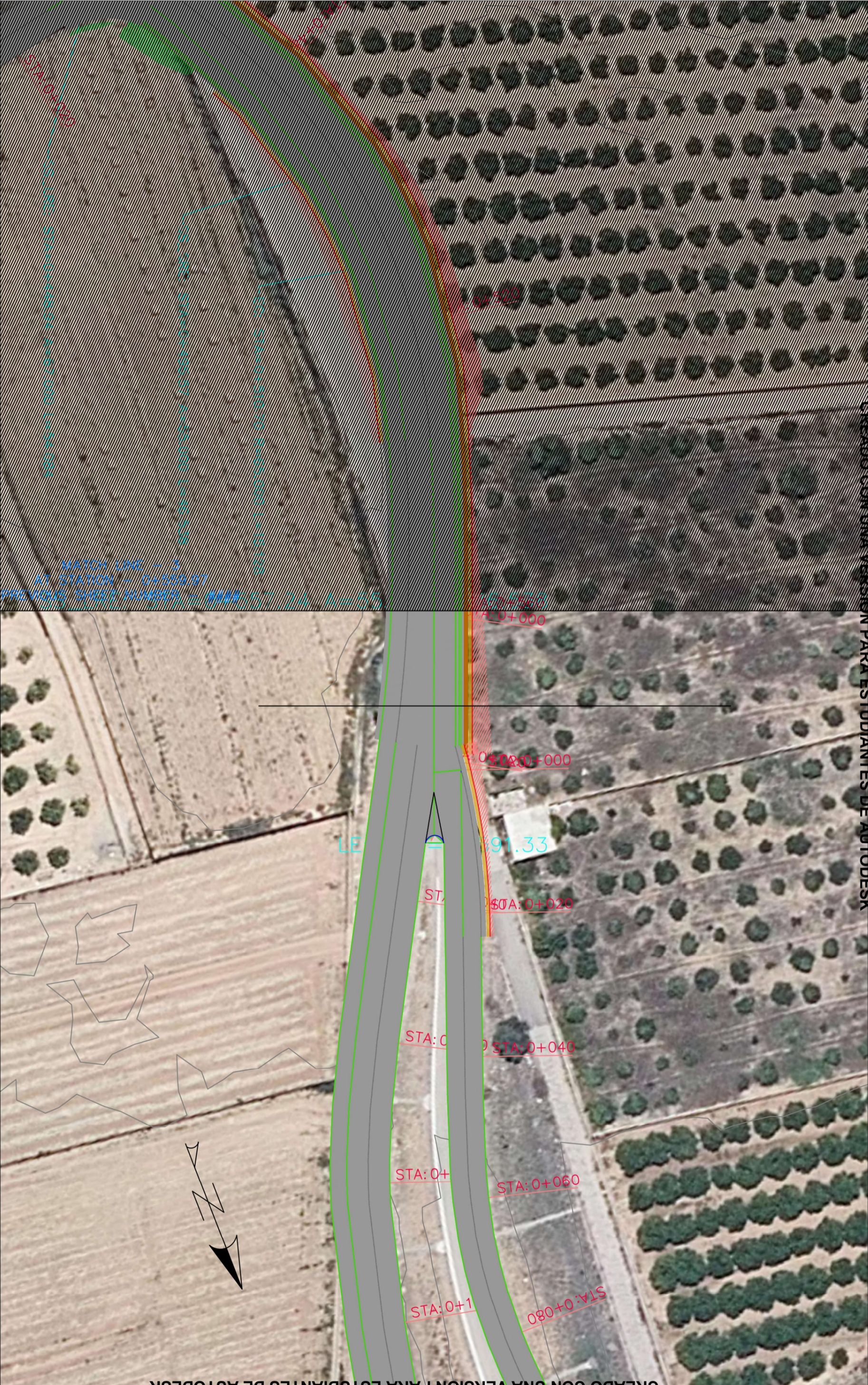
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



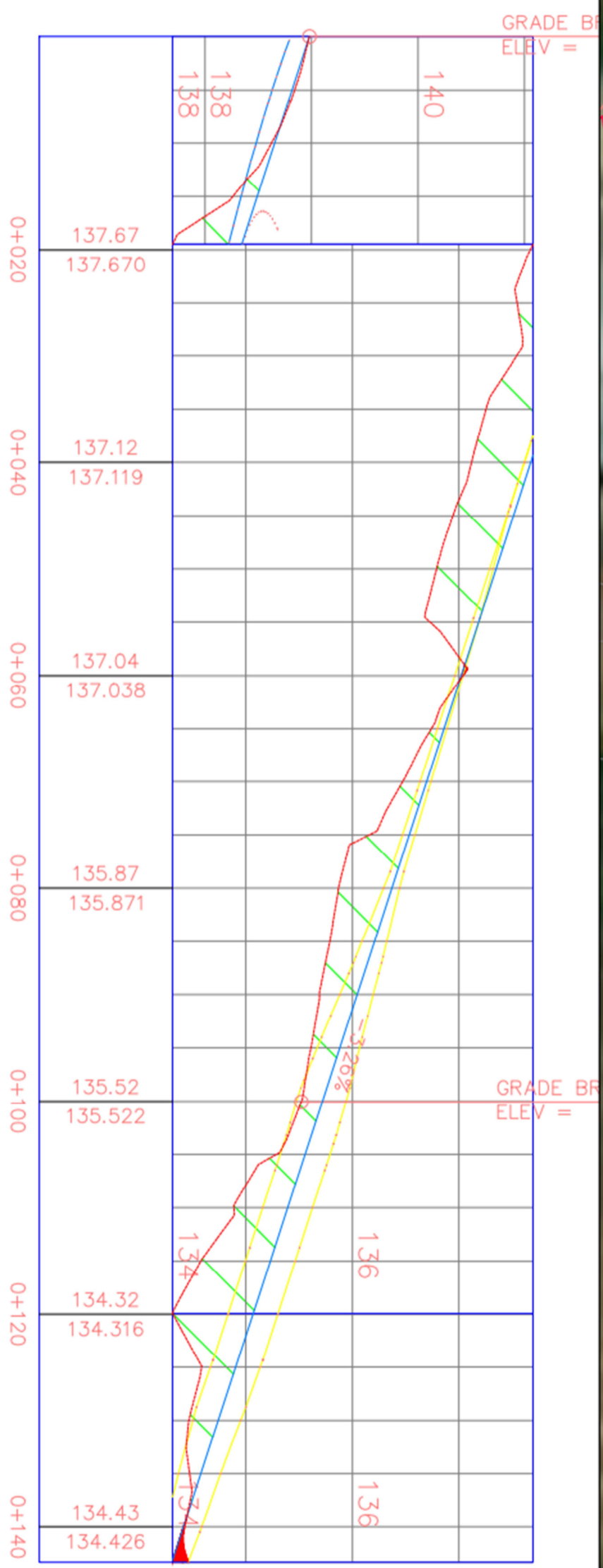
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		 AUTOR DEL ESTUDIO BORJA SANCHEZ NAVARRO		FECHA SEPTIEMBRE 2020		TÍTULO DEL ESTUDIO Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Ferrando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)		ESCALA 1: 500		TÍTULO DEL PLANO PLANTA GENERAL PROPUESTA		N.º DE PLANO 3	
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK													
HOJA 3 DE 4													

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO	FECHA	TÍTULO DEL ESTUDIO	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO 3 HOJA 4 DE 4
	 BORJA SANCHO NAVARRO	SEPTIEMBRE 2020	Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)	1: 500	PLANTA GENERAL PROPUESTA	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
 CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL ESTUDIO  
 BORJA SANCHIS NAVARRO

FECHA  
 SEPTIEMBRE 2020

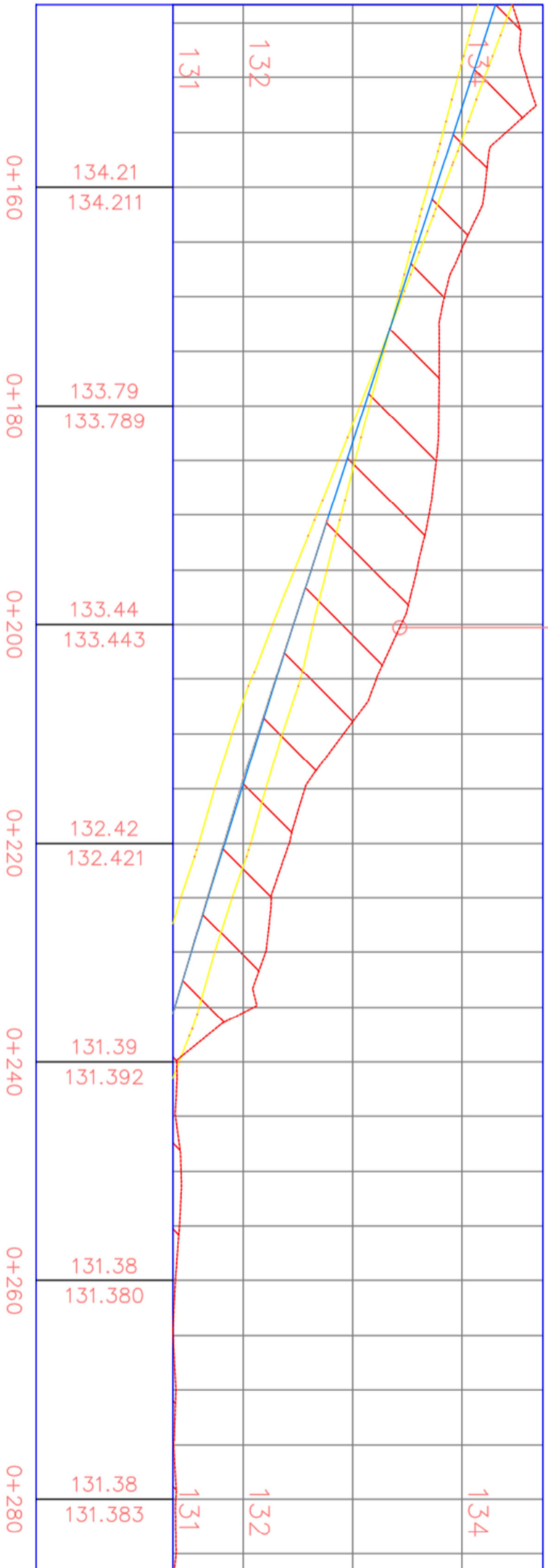
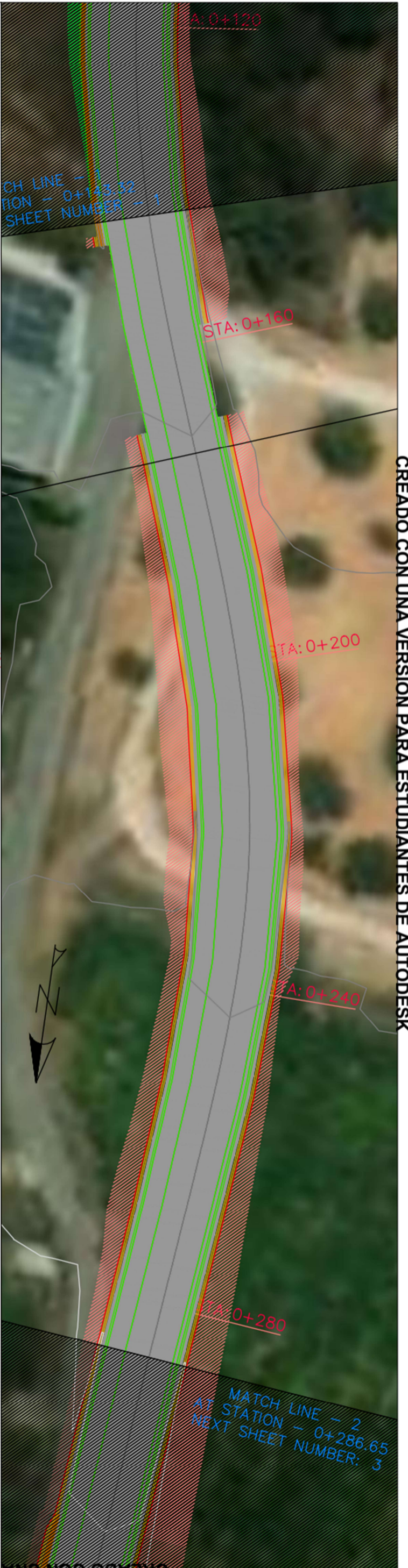
TÍTULO DEL ESTUDIO  
 Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).

ESCALA  
 1:500

TÍTULO DEL PLANO  
 PLANTA Y PERFIL PROPUESTA

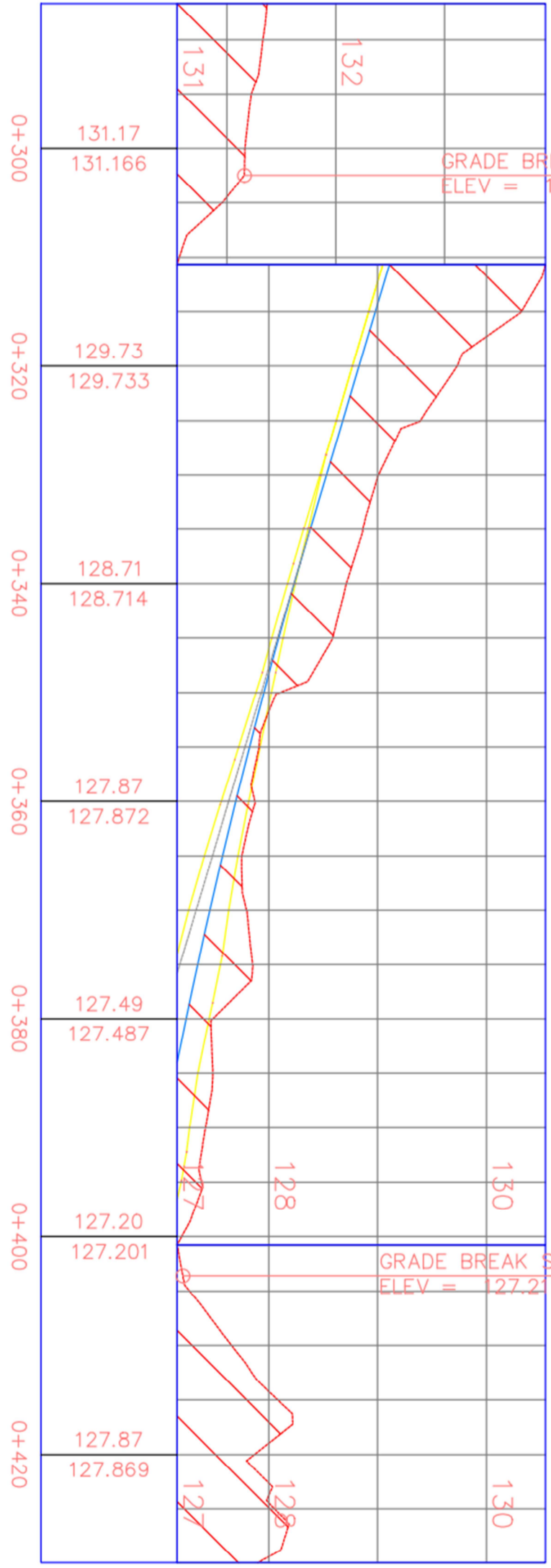
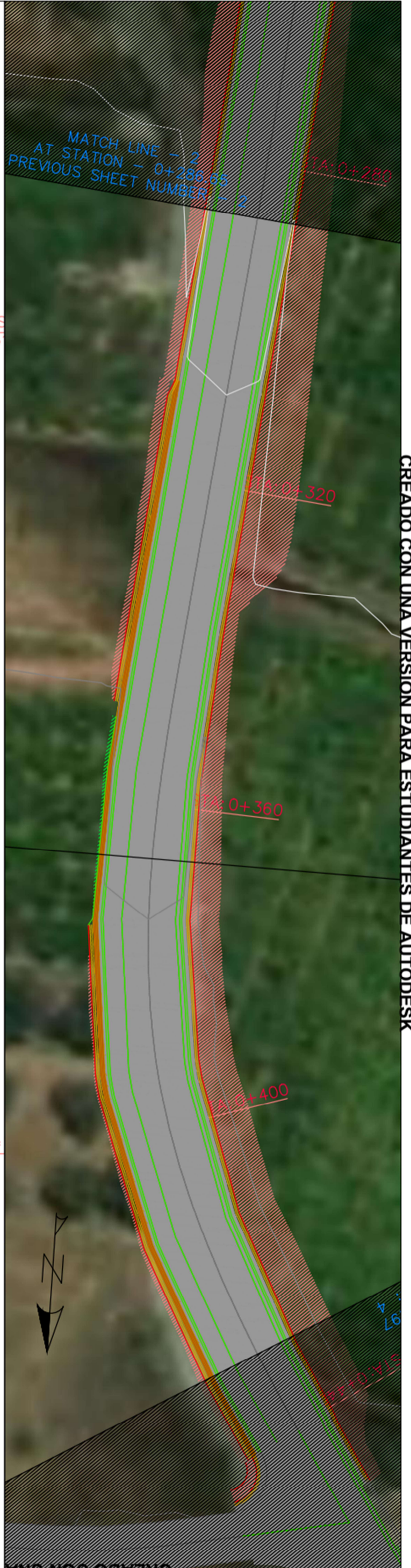
Nº DE PLANO  
 4  
 HOJA 1 DE 5

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



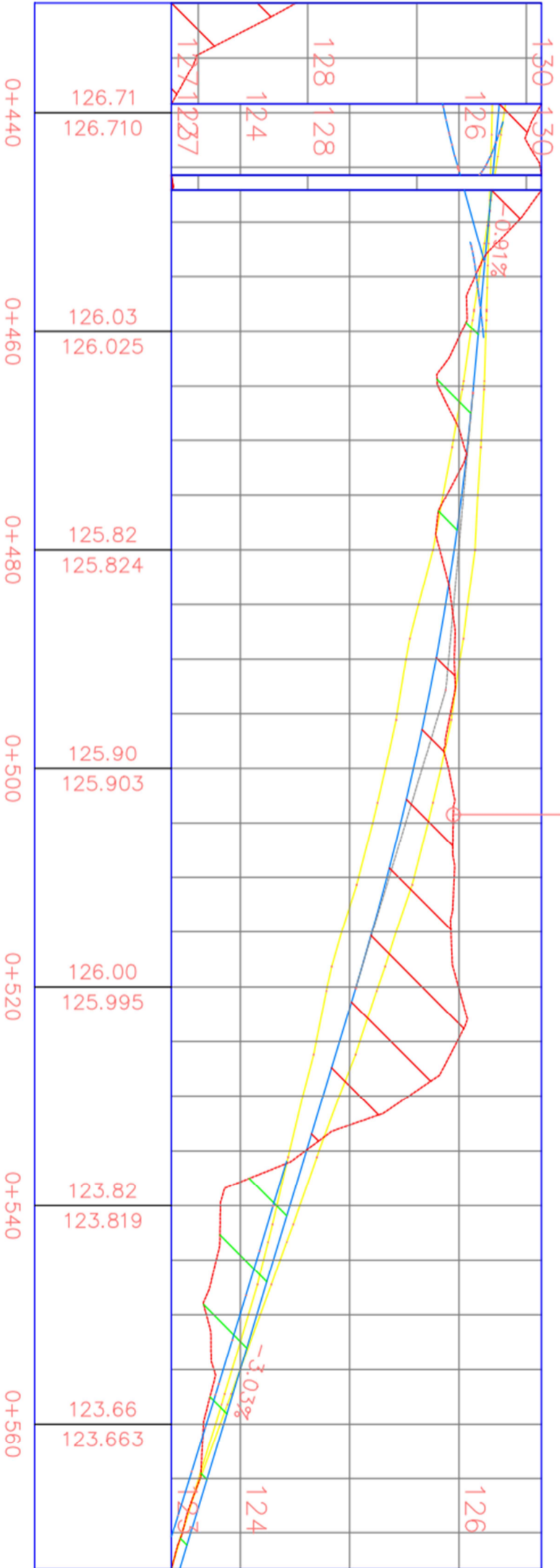
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO	FECHA	TÍTULO DEL ESTUDIO	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO	Nº DE PLANO 4 HOJA 2 DE 5
	BORJA SANCHIS NAVARRO 	SEPTIEMBRE 2020	Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia)	1 : 500	PLANTA Y PERFIL PROPUESTA	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL ESTUDIO BORJA SANCHIS NAVARRO	FECHA SEPTIEMBRE 2020	TÍTULO DEL ESTUDIO Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).	ESCALA 1:500	TÍTULO DEL PLANO PLANTA Y PERFIL PROPUESTA	Nº DE PLANO 4
	CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK			HOJA 3 DE 5		





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
 CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL ESTUDIO  
 BORJA SANCHIS NAVARRO

FECHA  
 SEPTIEMBRE 2020

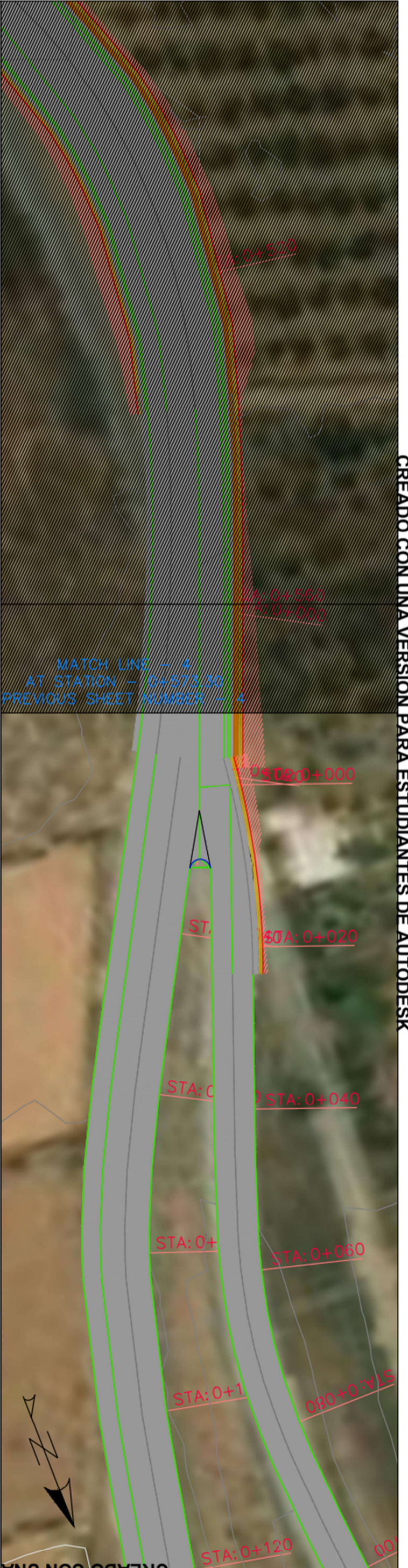
TÍTULO DEL ESTUDIO  
 Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).

ESCALA  
 1: 500

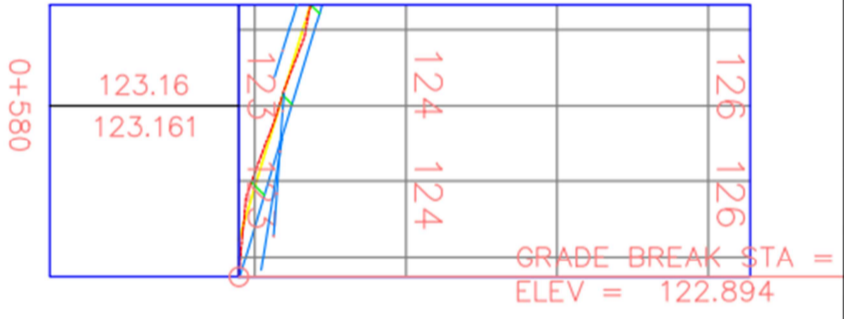
TÍTULO DEL PLANO  
 PLANTA Y PERFIL PROPUESTA

Nº DE PLANO  
 4

HOLA 4 DE 5



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
 CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL ESTUDIO  
 BORJA SANCHOS NAVARRO

FECHA  
 SEPTIEMBRE 2020

TÍTULO DEL ESTUDIO  
 Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre  
 la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio  
 de Benaguacil (Valencia).

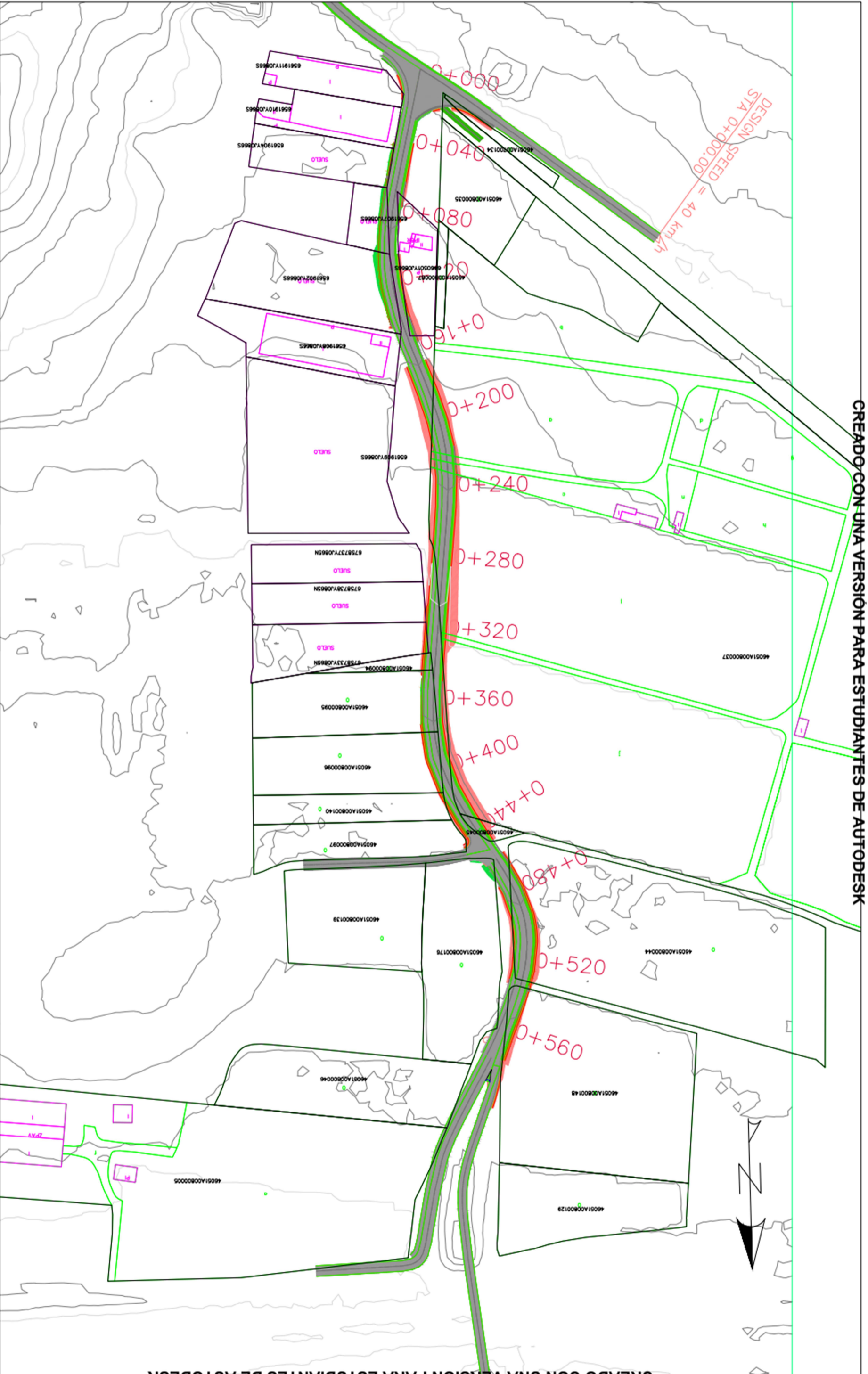
ESCALA  
 1:500

TÍTULO DEL PLANO  
 PLANTA Y PERFIL  
 PROPUESTA

Nº DE PLANO  
 4

HOLA 5 DE 5

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



AUTOR DEL ESTUDIO

BORJA SANCHO NAVARRO

FECHA

SEPTIEMBRE 2020

TÍTULO DEL ESTUDIO

Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).

ESCALA

1:2.000

TÍTULO DEL PLANO

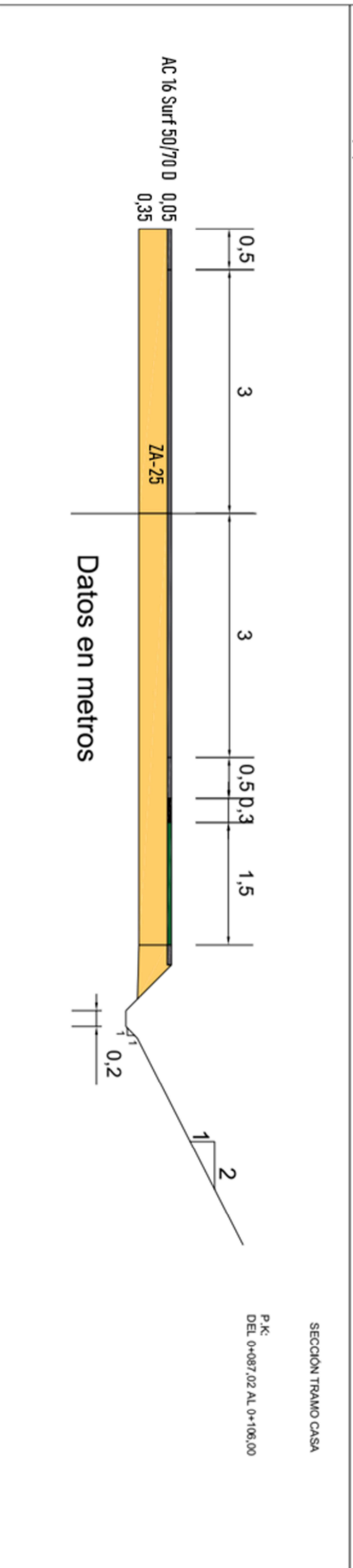
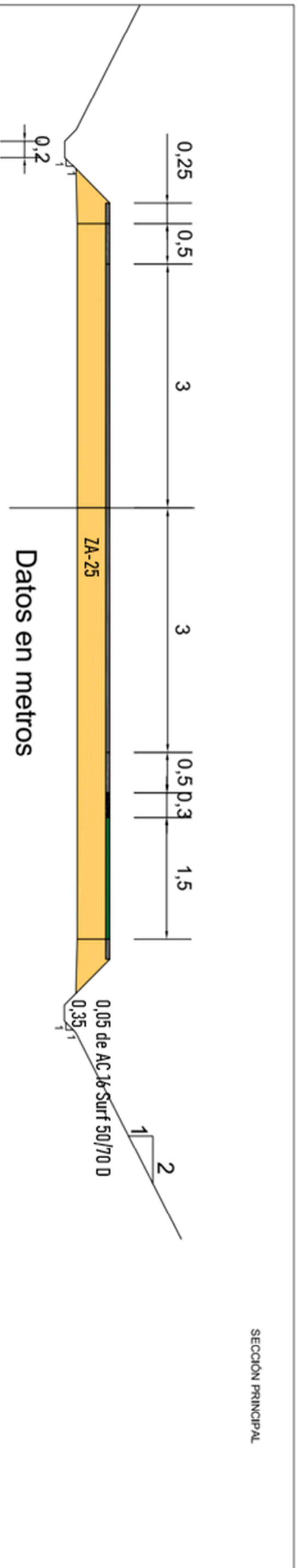
EXPROPIACIONES

Nº DE PLANO

5

HOLA 1 DE 1

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		AUTOR DEL ESTUDIO BORJA SANCHIS NAVARRO		FECHA SEPTIEMBRE 2020	TÍTULO DEL ESTUDIO Estudio para acondicionamiento del trazado de la carretera N-18 entre la Calle de la Retorta hasta Calle Fernando I de Antequera en el municipio de Benaguacil (Valencia).	ESCALA 1:50	TÍTULO DEL PLANO SECCIONES TRANSVERSALES	Nº DE PLANO 6 HOJA 1 DE 1
--	--	--	--	--------------------------	--	----------------	---	---------------------------------