





# Anteproyecto de mejora del tramo ferroviario Utiel – Camporrobles, perteneciente a la línea Aranjuez -Valencia (P.K. 243,6 a P.K. 262,9)

Trabajo Final de Máster

## DOCUMENTO I: MEMORIA

*Autor:* Biosca Gómez-Ferrer, Jacobo

*Tutor:* Salvador Zuriaga, Pablo

## Agradecimientos

En primer lugar querría nombrar y agradecer a Pablo Salvador Zuriaga, tutor del presente trabajo, su paciencia, dedicación y tiempo durante la redacción del mismo, así como por haber sido profesor mío en la asignatura de Ferrocarriles y en la parte relacionada con el ferrocarril de la asignatura de Logística, habiéndome enseñado mucho de lo que sé en esta materia. También a José Matías Esteban Muñoz por ser mi mentor en obra ferroviaria y enseñarme los procedimientos constructivos de ésta, gran parte de las actividades complementarias y de gestión que se desarrollan simultáneamente al avance de la misma, así como la forma adecuada de relación y comunicación que debe existir entre constructor, terceros afectados y Dirección de Obra. Por su especial paciencia ante mis errores y su dedicación en ayudar a formarme como ingeniero, y por esa forma de ser tan especial que agrada a todo aquel que lo conoce bien. Querría agradecer a la empresa Azvi la oportunidad única otorgada con las prácticas relacionadas con la obra ferroviaria, que me ha permitido conocer todo aquello que no es posible aprender de manera teórica sin pisar una obra. Un placer haber compartido estos meses con un personal tan excepcional; ojalá, y es mi deseo, volvamos a reencontrarnos pronto.

Agradecimiento y mención especial a Cristina Herranz Pérez (Cris para mí), por ser mi apoyo y permanente compañera a lo largo de toda la carrera y del Máster de Caminos. Por ser una persona tan enormemente complementaria conmigo y a la que, sin género de duda, debo gran parte de lo conseguido. Por acompañarme durante la realización de este trabajo, aunque haya tenido que ser a distancia por las excepcionales circunstancias reinantes. Aunque nuestros caminos se separen a partir de ahora ya sabes que tienes mi amistad y confianza imprescriptibles. A mi tío José Manuel (conocido por toda la familia como el tío Pepe), por proporcionarme una oportunidad profesional única que me permitió sufragarme íntegramente este Máster y aprender mucho y bien de aspectos complementarios de la ingeniería que no habría podido aprender de otro modo. A mi abuelo Santiago, ya en la otra orilla aguardando, por su extraordinaria e inagotable generosidad; por ser mi mayor ejemplo y referente en esta vida y a quien dedico este trabajo. Dejaste un vacío imposible de llenar; por favor no dejes de cuidar de nosotros como lo hiciste siempre a lo largo de tu vida. A mi madre, Victoria, por darme la vida, por enseñarnos a mi hermano y a mí lo que es el verdadero amor incondicional, por su eterna comprensión y generosidad, por su infatigable entrega y dedicación manifiesta en una vida de trabajo duro fuera y dentro del hogar. A mi hermano Adrián por ser mi apoyo y lo más parecido a un alma gemela que he conocido en esta vida. Dudo mucho que nada en esta vida consiga distanciarnos nunca. A mi padre Santi por darme la vida, por contribuir a mantenerme incluso por encima de lo legalmente exigible y por tomarse el interés de revisar este trabajo. A mis restantes abuelos Carmen, Laura y Rafael, a mi tío Rafa, y a mi bisabuelo Ramón y a mi antepasado Rafael Yagüe, Ingeniero de Caminos, a quienes me habría honrado poder conocer, por ser todos excepcionales referentes en mi vida. A Conchín Llopis, a quien se echa mucho de menos en casa, por habernos cuidado siempre a mi hermano y a mí. Y por último a mis perros actual Kyro y al anterior, Kenny, casi como un hermano para mí; quien también se encuentra aguardando en la otra orilla y con el que algún día me reencontraré.



## Índice

1. Antecedentes y objeto del proyecto .....	8
1.1. Antecedentes .....	8
1.2. Objeto .....	10
1.3. Localización .....	11
2. Descripción de la situación actual .....	12
2.1. Análisis geométrico.....	12
2.2. Tráfico ferroviario.....	14
2.2.1. Pasajeros .....	14
2.2.2. Mercancías.....	15
2.3. Parámetros de servicio .....	17
2.4. Estado de conservación .....	17
2.4.1. Sujeciones.....	18
2.4.2. Carriles.....	19
2.4.3. Juntas .....	26
2.4.4. Traviesas.....	28
2.4.5. Soportes .....	38
2.4.6. Balasto .....	38
2.4.7. Señalización.....	39
2.4.8. Plataforma.....	40
2.4.9. Infraestructuras .....	40
2.4.10. Red de drenaje .....	41
2.5. Hipótesis de partida para las actuaciones a realizar .....	42
3. Estudios complementarios.....	46
3.1. Estudio geológico y de suelos .....	46
3.2. Estudio geotécnico .....	49
3.3. Estudio de inundabilidad.....	49
3.4. Estudio de Impacto Ambiental.....	51
3.4.1. Zonas protegidas y hábitats.....	51
3.4.2. Vías pecuarias.....	52
3.4.3. Efecto barrera.....	53
3.4.4. Contaminación acústica y emisiones .....	53
3.5. Gestión de residuos .....	53
4. Renovación de vía .....	55
4.1. Proceso constructivo .....	55
4.1.1. Justificación del sistema elegido.....	55

4.1.2. Montaje de tramos premontados (parejas) .....	59
4.1.3. Retirada de carril y traviesas por parejas .....	60
4.1.4. Desguarnecido de vía.....	61
4.1.5. Primer vertido y extendido de nuevo balasto .....	62
4.1.6. Montaje de vía por parejas .....	63
4.1.7. Segundo vertido de balasto .....	64
4.1.8. Alineación, bateo y reperfilado de vía .....	64
4.1.9. Zonas auxiliares de almacenamiento y acopio.....	65
5. Modificación del trazado zona norte .....	66
5.1. Mejora del trazado en planta .....	66
5.2. Mejora del perfil longitudinal .....	69
5.2.1. Construcción obra drenaje transversal .....	72
5.3. Modificaciones de la sección transversal .....	75
5.3.1. Espesores de la capa de asiento .....	75
5.3.2. Capa de forma.....	76
5.3.3. Secciones-tipo.....	76
5.3.4. Peralte en curvas .....	78
5.4. Proceso constructivo .....	81
5.5. Movimiento de tierras .....	83
5.6. Afecciones a otras infraestructuras.....	83
5.7. Expropiaciones previstas.....	86
6. Instalación sistema de Bloqueo Automático de Vía Única, sistema ASFA y C.T.C. 89	
6.1. Señalización .....	90
6.2. Cantones.....	91
6.3. Enclavamientos .....	91
6.4. Aparatos de vía.....	91
6.5. Edificios técnicos .....	91
6.6. Control del Tráfico Centralizado (C.T.C.) .....	92
6.7. Sistema ASFA.....	93
6.8. Suministro de energía.....	93
7. Señalización y balizamiento.....	94
8. Planificación trabajos .....	96
8.1. Plan de Obra .....	96
8.1.1. Trabajos previos.....	96
8.1.1.1. Instalaciones generales .....	96
8.1.1.2. Lugares de acopios.....	97
8.1.1.3. Cortes de vía .....	97

8.1.1.4. Geometría de la vía .....	98
8.1.2. Trabajos topográficos .....	98
8.1.3. Abastecimiento de agua .....	98
8.1.4. Medidas preventivas contra incendio.....	98
8.2. Diagrama de Gantt .....	99
9. Valoración económica.....	100
10. Conclusiones .....	100
11. Referencias .....	102

## Índice de tablas

Tabla 1. Materiales geología de la traza.....	47
Tabla 2. Espesores capa de asiento .....	76
Tabla 3. Peraltes curvas trazado modificado.....	79
Tabla 4. Cumplimiento limitaciones NAV 0-2-0.0.....	79
Tabla 5. Limitaciones longitud curva nº 4, clotoide 1ª.....	80
Tabla 6. Limitaciones longitud curva nº 4, clotoide 2ª.....	81
Tabla 7. Limitaciones longitud curva nº 6, clotoides 1ª y 2ª .....	81
Tabla 8. Volumen de desmonte y terraplén.....	83
Tabla 9. Usos suelos susceptibles de expropiación.....	88

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa líneas ferrocarril España [Fuente: Ferropedia.es] .....	8
Figura 2. Mapa subtramo Cuenca-Valencia, línea 310, Red Ferroviaria de Interés General. [Fuente: ADIF].....	9
Figura 3. Localización tramo de estudio [Fuente: Google Maps] .....	11
Figura 4. Señal reinicio P.K. línea 310 en estación de Utiel .....	12
Figura 5. Tramo de actuación sobre ortofoto PNOA [Elaboración propia] .....	13
Figura 6. Detalle P.K.s inicio actuación [Fuente: Google Maps, elaboración propia].....	13
Figura 7. Detalle P.K.s punto final actuación [Fuente: Google Maps, elaboración propia].....	14
Figura 8. Redes transporte de mercancías [Fuente: Informe 2017. Observatorio del Ferrocarril en España] .....	15
Figura 9. Red ferroviaria de tráfico de mercancías en España [Fuente: ADIF] .....	15
Figura 10. Tirafondo desprendido [imagen tomada en visita a vía].....	18
Figura 11. Ejemplo de brida de unión incorrectamente sujeta a la traviesa [imagen tomada en visita a vía] .....	19
Figura 12. Carril de AHV 42,5 kg/m (año fabricación (1.929) [imagen tomada en visita a vía] .....	19

Figura 13. Carril de CSM 42,5 kg/m (año fabricación 1.928) [imagen tomada en visita a vía] .	20
Figura 14. Carril de 54 kg/m existente en la estación de Camporrobles sobre traviesas RS .....	20
Figura 15. Ejemplo desgaste cara superior carril [imagen tomada en visita a vía] .....	21
Figura 16. Descascarillado de carril [imagen tomada en visita a vía] .....	22
Figura 17. Ejemplo extremo de un patinazo. [Fuente: Blog Mundo Tren] .....	22
Figura 18. Inicio de desgaste ondulatorio en estación de Camporrobles [imagen tomada en visita a vía].....	23
Figura 19. Defecto de alineación horizontal del carril .....	24
Figura 20. Defecto de alineación horizontal del carril apeadero de Las Cuevas.....	24
Figura 21. Defecto de alineación vertical del carril [imagen tomada en visita a vía] .....	25
Figura 22. Defecto de alineación vertical del carril [imagen tomada en visita a vía] .....	25
Figura 23. Ejemplo de sujeción de brida deficiente [imagen tomada en visita a vía] .....	26
Figura 24. Junta desgastada por el paso de convoyes [imagen tomada en visita a vía] .....	27
Figura 25. Junta desgastada por el paso de convoyes [imagen tomada en visita a vía] .....	27
Figura 26. Defecto en soldadura [imagen tomada en visita a vía] .....	28
Figura 27. Traviesas sustituidas por bibloque de hormigón prefabricado.....	29
Figura 28. Traviesas sustituidas por bibloque de hormigón prefabricado.....	29
Figura 29. Alternancia traviesas madera con bibloque [imagen tomada en visita a vía] .....	30
Figura 30. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía] .....	30
Figura 31. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía] .....	31
Figura 32. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía] .....	31
Figura 33. Ejemplo de traviesas fisuradas estación de Camporrobles .....	32
Figura 34. Ejemplo de traviesas fisuradas estación de Camporrobles .....	32
Figura 35. Ejemplo de traviesas fisuradas [imagen tomada en visita a vía].....	33
Figura 36. Ejemplo de traviesas fisuradas [imagen tomada en visita a vía].....	33
Figura 37. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía] ..	34
Figura 38. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía] ..	34
Figura 39. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía] ..	35
Figura 40. Traviesas posiblemente inservibles [imagen tomada en visita a vía] .....	35
Figura 41. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía] .....	36
Figura 42. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía] .....	36
Figura 43. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía] .....	37
Figura 44. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía] .....	37
Figura 45. Placa base mal ubicada en traviesa [imagen tomada en visita a vía] .....	38
Figura 46. Posibles recrecidos en banquetta de balasto por acumulación de agua de lluvia.....	39
Figura 47. Limitación a 60 km/h apeadero de Las Cuevas [imagen tomada en visita a vía] .....	40
Figura 48. Apeadero de las Cuevas [imagen tomada en visita a vía].....	41
Figura 49. Limitación de velocidad por acumulaciones de aguas [imagen tomada en visita a vía] .....	41
Figura 50. Paso inferior [imagen tomada en visita a vía].....	42
Figura 51. Punto de inicio de la renovación [Fuente: Google Maps].....	43
Figura 52. Acopio traviesas monobloc en estación de Utiel [Fuente: Google Maps] .....	44
Figura 53. Acopio traviesas monobloque estación de Utiel [imagen capturada en visita a vía] .	44
Figura 54. Acopio traviesas monobloque estación de Utiel [imagen capturada en visita a vía] .	45
Figura 55. Canteras suministro balasto [Fuente: ADIF] .....	45
Figura 56. Distancia por carretera de Cantera Peñas Aragonesas hasta estación de carga [Fuente: Google Maps].....	46
Figura 57. Superposición mapa geológico sobre ortofoto.....	47
Figura 58. Mapa erosión actual [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià].....	48
Figura 59. Mapa erosión potencial [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià].....	48

Figura 60. Mapa de peligrosidad de inundación PATRICOVA [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià] .....	50
Figura 61. Mapa de riesgo de inundación PATRICOVA [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià] .....	51
Figura 62. Plano Visor Cartogràfic [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià] .....	52
Figura 63. Vía pecuaria sobre la traza [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià].....	52
Figura 64. Vertederos residuos inertes autorizados.....	54
Figura 65. Distancia a RSU de Caudete de las Fuentes [Fuente: Google Maps] .....	55
Figura 66. Diagrama métodos de renovación [Fuente: Gimeno Aribau] .....	56
Figura 67. Vía de apartado con longitud indicada (sur de la imagen). [Fuente: Google Maps] .	57
Figura 68. Detalle desconexión vía de apartado, lado oeste [Fuente: Google Maps] .....	57
Figura 69. Interrupción en vía de apartado [Fuente: Google Maps] .....	57
Figura 70. Detalle desconexión vía de apartado, lado este [Fuente: Google Maps] .....	58
Figura 71. Dibujo esquemático de traviesa monobloque .....	60
Figura 72. Izado de vía existente por parejas con vaiacar [Fuente: elaboración propia] .....	61
Figura 73. Izado de vía existente por parejas con vaiacar 2 [Fuente: elaboración propia] .....	61
Figura 74. Retirada de balasto a renovar por vaiacar [Fuente: elaboración propia].....	61
Figura 75. Retirada de balasto a renovar por vaiacar 2 [Fuente: elaboración propia].....	62
Figura 76. Vertido primera capa nuevo balasto y extendido [Fuente: elaboración propia] .....	62
Figura 77. Extendido de nuevo balasto [Fuente: elaboración propia].....	63
Figura 78. Colocación vía nueva por parejas [Fuente: elaboración propia].....	63
Figura 79. Colocación vía nueva por parejas 2 [Fuente: elaboración propia].....	63
Figura 80. Vertido segunda capa de balasto nuevo desde tolva [Fuente: elaboración propia]....	64
Figura 81. Bateo, perfilado y alineado de balasto y vía [Fuente: elaboración propia] .....	64
Figura 82. Zona auxiliar de acopio 1.....	65
Figura 83. Zona auxiliar de acopio 2.....	66
Figura 84. Planta trazado original curvas nº 4 y 12 a adaptar [Elaboración propia] .....	67
Figura 85. Planta trazado modificado curva única [Elaboración propia] .....	67
Figura 86. Detalle modificación a realizar en planta [Elaboración propia].....	68
Figura 87. Paso elevado P.K. 5+344 (5+285 del trazado modificado). .....	68
Figura 88. Paso elevado P.K. 6+303 (6+229 del trazado modificado) .....	69
Figura 89. Aumento de cota bajo paso elevado en P.K. 5+344 por modificación trazado en alzado .....	70
Figura 90. Aumento de cota bajo paso elevado en P.K. 6+303 por modificación trazado en alzado .....	70
Figura 91. Cota obra de drenaje en P.K. 6+125 (E.A.M.).....	71
Figura 92. Cota obra de drenaje en P.K. 6+329 (E.A.M.).....	71
Figura 93. Vista en planta obra drenaje P.K. 5+895 .....	73
Figura 94. Vista sección A-A' obra drenaje P.K. 5+895 .....	73
Figura 95. Vista perfil obra drenaje P.K. 5+895 .....	74
Figura 96. Vista en planta obra drenaje P.K. 5+895 .....	74
Figura 97. Vista en alzado obra drenaje P.K. 5+895.....	74
Figura 98. Volumen de excavación a realizar obra drenaje P.K. 5+895 .....	75
Figura 99. Sección tipo en trinchera.....	77
Figura 100. Canaleta cableado servicios [Fuente: Adymar] .....	77
Figura 101. Canaleta de drenaje tipo tramex [Fuente: Adymar].....	78
Figura 102. Sección tipo en terraplén.....	78
Figura 103. Curva nº4 estado alineaciones trazado modificado.....	80
Figura 104. Curva nº6 estado alineaciones trazado modificado.....	80
Figura 105. Modificación parte curva nº 12.....	82
Figura 106. Modificación parte curva nº 4.....	82

Figura 107. Tangencia trazado ferroviario - camino CV-4702 existente en P.K. 4+850.....	84
Figura 108. Vista de Google StreetView CV-4702 en punto de tangencia [Fuente: Google StreetView] .....	84
Figura 109. Barrera de seguridad metálica existente en CV-4702 [Fuente: Google Maps].....	85
Figura 110. Ocupación y retranqueo camino CV-4702 [Elaboración propia] .....	85
Figura 111. Obra de drenaje a ejecutar en P.K. 5+900 [Elaboración propia] .....	86
Figura 112. Parcelas sujetas a posible expropiación por modificación del trazado [Fuente: Catastro] .....	87
Figura 113. Mapa de usos del suelo SIOSE 2.015 [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià] .....	87
Figura 114. Cuadro precios usos del suelo [Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana] .....	88
Figura 115. Esquema ubicación contadores de ejes BLAU .....	89
Figura 116. Pedal electromagnético contador de ejes, estación de Utiel [imagen tomada en visita a vía].....	90
Figura 117. Emplazamiento caseta técnica 60 m2 estación Camporrobles.....	92
Figura 118. Emplazamiento caseta técnica 30 m2 estación Las Cuevas.....	92
Figura 119. Ubicación prevista CTs reductor y elevador Camporrobles .....	94
Figura 120. Esquema disposición señales limitación velocidad provisional .....	94
Figura 121. Señal de limitación de velocidad FVM1X [Fuente: R.D. 664/2015, de 17 de julio B.O.E.] .....	95
Figura 122. Señal de limitación de velocidad FVM2X [Fuente: R.D. 664/2015, de 17 de julio B.O.E.] .....	95
Figura 123. Señal de fin de limitación temporal de velocidad FVL4AX [Fuente: norma NAV 5-0-1.1+M1.] .....	96
Figura 124. Acopio de balasto en zona auxiliar nº2 [Fuente: Google Maps].....	97

## Acrónimos

En el presente trabajo se emplean a lo largo del mismo los siguientes acrónimos:

- E.A.O.: Estado de Alineaciones Original. Corresponde al estado de alineaciones de planta del trazado original actualmente existente.
- E.A.M.: Estado de Alineaciones Modificado. Corresponde al estado de alineaciones de planta del tramo de estudio con la modificación propuesta en ciertos elementos del trazado y que recibe por tanto P.K.s diferentes al acortarse sensiblemente la longitud del tramo. En determinados casos se hará referencia a “P.K. de obra”, siendo este P.K. el correspondiente al estado de alineaciones modificado.

# 1. Antecedentes y objeto del proyecto

## 1.1. Antecedentes

El tramo objeto de estudio forma parte de la línea férrea 310, también conocida como Línea Aranjuez-Valencia, de la red ferroviaria española. Esta línea, de 354,8 km de longitud, presenta en la actualidad tramos en evidente y notorio mal estado de conservación, a lo que se suma el empleo de sistemas de seguridad obsoletos y no ajustados a la normativa actual, en especial la europea, así como un perfil orográfico con 60 km de rampas y pendientes que salvar. Además, al menos desde los años 50 no ha sufrido una renovación integral de vía; realizándose, eso sí, renovaciones puntuales como sustitución de traviesas dañadas por bloque, renovación de sujeciones, etc. Como consecuencia de ello, pese a ser geométrica y virtualmente la conexión ferroviaria más directa (140 km más corta que la línea 300 Madrid – Albacete – Valencia) entre Madrid y Valencia, su competitividad con respecto a la anterior y otras líneas de mayor longitud, recorrido o geometría más circundante, es prácticamente residual en cuanto al tráfico de pasajeros se refiere y nula en tráfico de mercancías.

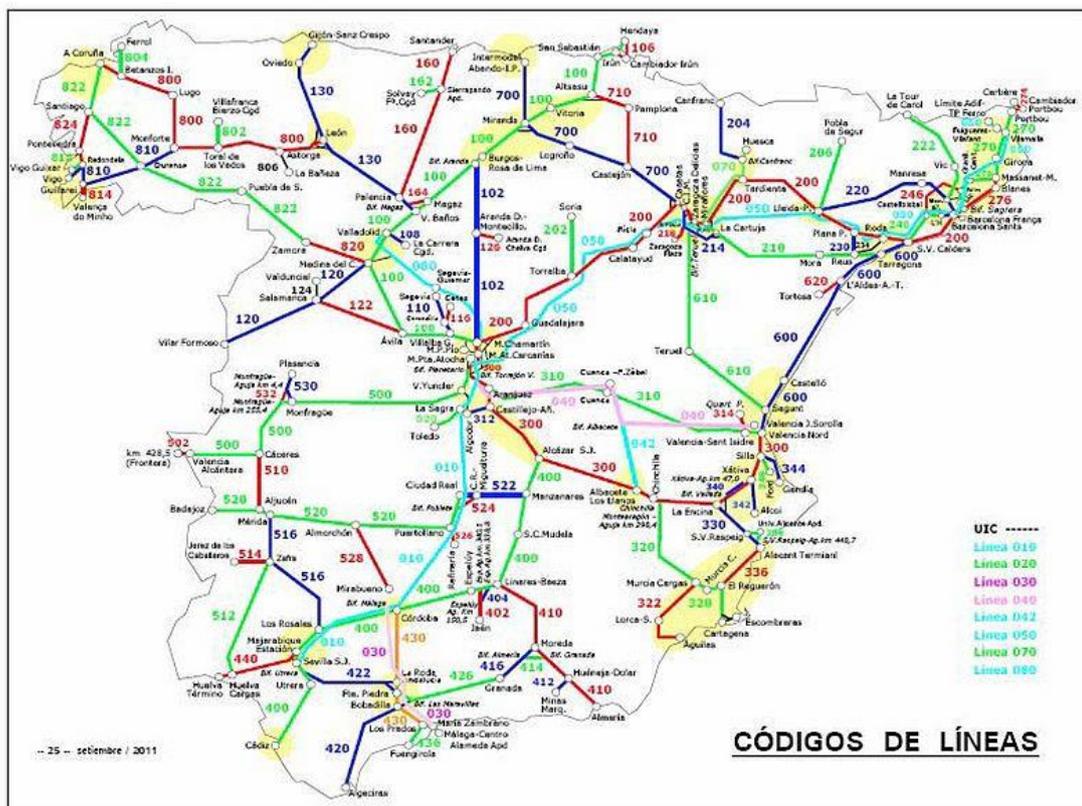


Figura 1. Mapa líneas ferrocarril España [Fuente: Ferropedia.es]

La historia de esta línea comienza en 1.870, cuando la Ley de Bases de Ferrocarriles autoriza al Gobierno a otorgar en pública subasta la concesión de numerosas líneas ferroviarias, entre las que se encuentra la presente; todo ello con el objetivo de estimular la creación de una red de ferrocarriles nacional que se extendiera por todo el territorio.

En 1.882 la Sociedad de los Ferrocarriles de Cuenca a Valencia y Teruel inicia la construcción del tramo que conectaría Cuenca con Valencia y paralelamente la compañía MZA empieza construir en 1.884 el tramo que uniría Cuenca con Aranjuez. De esta manera nacen los precursores de la futura línea 310, que sería construida en varias fases, y no sería hasta 1.947 que se viera finalizada al completo. Es precisamente de este año que data la construcción del tramo en que se ubica el trazado a mejorar en el presente anteproyecto.

La titularidad de la línea 310 es desde 2.005 del ente público Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), siendo previamente titularidad de RENFE; y pertenece a la Red Ferroviaria de Interés General. Posee vía única, con ancho de vía estándar de 1.668 mm; careciendo de electrificación. Tras la declaración de red de ADIF de 2.016 se fijó en la estación de Valencia-Fuente San Luís el término de la línea que hasta ese momento había finalizado en la estación de Valencia-Norte. El tipo de bloqueo empleado en esta línea es telefónico, encontrándose el puesto de mando en Valencia ciudad.

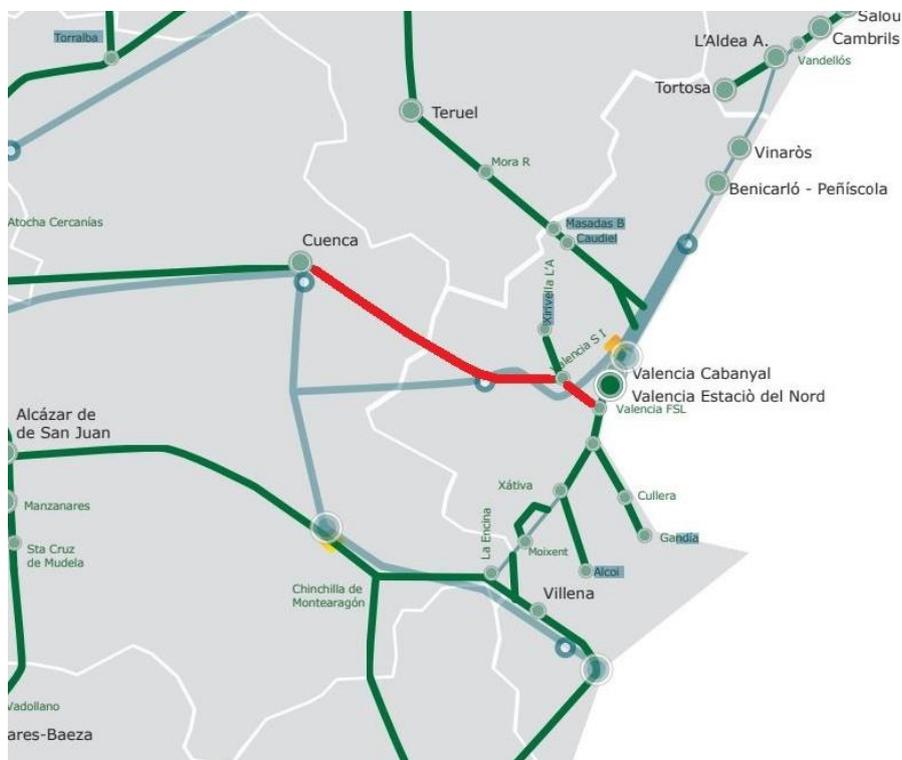


Figura 2. Mapa subtramo Cuenca-Valencia, línea 310, Red Ferroviaria de Interés General. [Fuente: ADIF]

## 1.2. Objeto

En el pasado las autoridades gestoras de las redes ferroviarias tendían a distribuir los recursos económicos destinados a la conservación y mantenimiento de la infraestructura, de manera homogénea, sin atender a criterios como el volumen o tipología de tráfico circulante por cada línea. En la actualidad esto ha dejado de ser así, primándose principalmente las líneas de alta velocidad frente a las convencionales, y dentro de estas últimas dando prioridad a aquellas líneas con mayor tráfico y cuya renovación sea más urgente. Es por ello que la línea 310 se encuentra en el estado actual y por lo que se hace necesario llevar a cabo todas las actuaciones propuestas en el presente anteproyecto y otras futuras que a continuación se detallarán.

El presente trabajo tiene por tanto por objetivo definir, representar y valorar el conjunto de actuaciones y obras necesarias para la mejora del tramo ferroviario Utiel – Camporrobles, de la línea 310 Aranjuez – Valencia.

Dichas actuaciones comprenderán desde la renovación completa de la vía, incluyendo carriles, traviesas y balasto, a la modificación del trazado en ciertos elementos de la planta, pasando por la adecuación de la señalización de la misma, la actualización de sus sistemas de seguridad y bloqueo y el aumento de sus cantones a dos, ya que en la actualidad posee únicamente uno. Todo ello con el objetivo de aumentar la capacidad y la velocidad de servicio de la línea y lograr que, al menos en el tramo de actuación, pueda volver a existir tráfico de mercancías; inexistente en la actualidad.

El tramo de estudio no cuenta con puentes ferroviarios, ni pasos a nivel, aunque sí nueve pasos elevados sobre la vía para el cruce de vehículos ubicados en los P.K. 0+869, 2+403, 5+344, 6+303, 13+042, 13+091, 14+626 y 16+241 y 18+418, todos E.A.O, los cuales se respetarán en todas las actuaciones propuestas; también diez pasos subterráneos ubicados en los P.K. del E.A.O. 1+759, 7+160, 8+853, 10+428, 11+325, 12+239, 17+152, 17+594, 17+992 y 19+078 que igualmente serán respetados y mantenidos tal cual se encuentran.

Se observan igualmente al menos catorce pasos inferiores cuyo destino es exclusivamente como obra de drenaje en los P.K. del E.A.O. 6+197, 6+359, 6+755, 6+908, 7+274, 8+276, 8+441, 9+453, 12+663, 12+808, 12+859, 13+238, 18+532 y 19+364.

Existe un apeadero en la localidad de Las Cuevas (P.K. 12+800 del E.A.O.) el cual se mantendrá en su estado actual.

No será objeto del presente trabajo la electrificación de la línea, pese a que es una actuación que necesariamente habrá de implementarse en un futuro próximo en la línea completa para dotarla de la necesaria competitividad frente al resto de líneas competidoras. En previsión de dicha electrificación si se dotará a la sección transversal de vía de las características necesarias para poder alojar la infraestructura de sustentación de la catenaria, así como de canaletas de cableado para albergar futuras necesidades en este sentido.

Tampoco se dotará al trazado de sistema ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), el cual se reserva para futuras actuaciones.

### 1.3. Localización

El tramo de estudio se encuentra entre las localidades de Utiel y Camporrobles (ambas provincia de Valencia), encontrándose esta última muy próxima al límite con la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

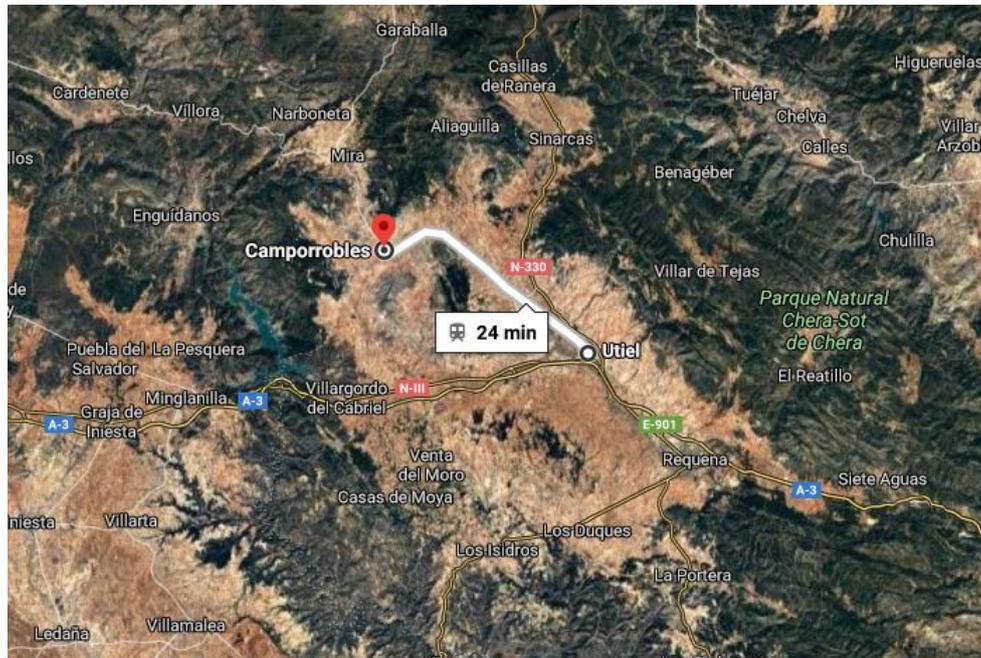


Figura 3. Localización tramo de estudio [Fuente: Google Maps]

El sistema de contabilización de kilómetros de la línea 310 se divide en dos secciones: la primera corresponde al tramo Aranjuez-Utiel, iniciándose en la estación de Aranjuez; y la segunda, al tramo Utiel-Valencia. Esta segunda sección se inicia en Utiel, reiniciándose allí el kilometraje; esto es debido a que otrora partía de allí la antigua línea Utiel-Valencia. Al encontrarse nuestro tramo de estudio dentro de la primera sección, la estación de Camporrobles recibe el P.K. de línea 243,6 y la estación de Utiel el P.K. 264,9, no viéndose afectadas por tanto por dicho reinicio en la numeración.



Figura 4. Señal reinicio P.K. línea 310 en estación de Utiel  
[imagen tomada en visita a vía]

## 2. Descripción de la situación actual

### 2.1. Análisis geométrico

El tramo de la estación de Utiel a la de Camporrobles cuenta con una longitud de 21,3 km y, como se indica en el apartado 1.3 *Localización*, parte del P.K. 243,6 de la estación de Camporrobles finalizando en el P.K. 264,9 correspondiente a la estación de Utiel.

No obstante el tramo que se renovará ubicará su inicio en el PK 243,23 (inicio estación de Camporrobles) y en dicho punto se ubicará el P.K. de obra 0+000 por simplicidad de cálculo y representación. De esta manera la estación de Camporrobles se encontrará en el P.K. 0+373,6.

Dado que la actuación a ejecutar finalizará en el punto de la vía en que ya se encuentra renovada esta; esto es, en las proximidades de la estación de Utiel, a una distancia de 2.000 m de esta, y concretamente en las coordenadas geográficas 39°34'54.8"N 1°13'10.0"W, la estación de Utiel no formará parte del trazado a renovar y por tanto no se ha establecido un P.K. de proyecto para la misma. Dicho punto final de renovación estará ubicado en el P.K. 262,89 de la línea, (P.K. de obra 19+664) y la longitud total de renovación será por tanto de 19.663,93 m.



Figura 5. Tramo de actuación sobre ortofoto PNOA [Elaboración propia]



Figura 6. Detalle P.K.s inicio actuación [Fuente: Google Maps, elaboración propia]



Figura 7. Detalle P.K.s punto final actuación [Fuente: Google Maps, elaboración propia]

El tramo cuenta con un total 181 alineaciones, de las que 91 se corresponden a tramos rectos y 90 a curvos (o variación aparente de curvatura en la ortofoto), 41 de las cuales giran a izquierdas en el sentido de circulación Camporrobles-Utiel y 49 lo hacen a derechas. Se ha comprobado como 7 curvas presentarían un radio inferior a 1.300 m, que es el límite a partir del cual deben ser modificadas para poder circular convoyes a un máximo de 160 km/h; pertenecen a la zona del trazado que recibirá además de la renovación, una modificación en planta (y adecuación de su alzado) para adecuarlas a dicha velocidad.

En el *Anejo 1: Cálculos* puede consultarse el estado de alineaciones del trazado original (abreviado con el acrónimo E.A.O.) con toda la información anteriormente mencionada. Por simplicidad se hará referencia al estado de alineaciones modificado como E.A.M., siendo este estado de alineaciones el resultado de la alteración del trazado y la eliminación de las curvas nº4 y 12 del E.A.O.

## 2.2. Tráfico ferroviario

### 2.2.1. Pasajeros

Hasta la fecha de redacción del presente anteproyecto el trazado era explotado en exclusiva por el operador Renfe, con la Línea 48 de Media Distancia o regional, conocida también como línea Valencia – Cuenca – Madrid.

En los últimos años la línea de alta velocidad Madrid-Levante ha absorbido gran parte del tráfico de pasajeros de la línea Aranjuez – Valencia, quedando esta última relegada a la categoría de transporte regional para distancias cortas o medias.

El objetivo de la mejora a realizar en el presente anteproyecto será contribuir a devolver el tráfico perdido en favor de la línea Madrid – Levante, así como proporcionar un mejor servicio de transporte regional y de media distancia, con mayor capacidad, velocidad y regularidad.

El tramo Utiel – Camporrobles, según información de Google Maps, se recorre en 25 minutos con dos paradas (tren regional de Media Distancia de Renfe).

### 2.2.2. Mercancías

En la siguiente figura se muestran las redes ferroviarias de transporte de mercancías de España. En ella se evidencia la falta de una conexión más directa entre Madrid y Valencia y, por consiguiente, la inexistencia de tráfico de mercancías por la línea 310, especialmente en la mitad de esta que comprende al tramo de estudio:

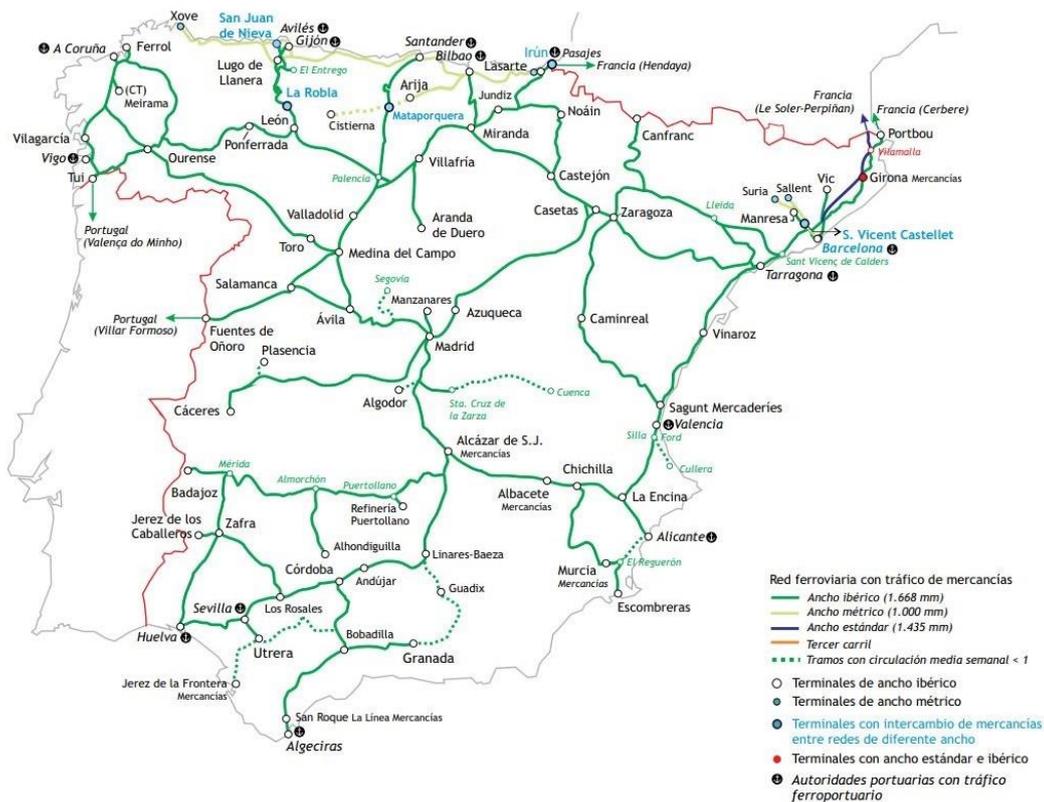


Figura 9. Red ferroviaria de tráfico de mercancías en España [Fuente: ADIF]

Junto con la inexistencia de conexión entre Granada y Murcia es una de las desconexiones más llamativas del anterior mapa. Llama igualmente la atención la circunvalación que debe llevarse a cabo para poder transportar mercancías entre Valencia y Madrid; generalmente a través de la línea 300 como ya se ha comentado anteriormente.

Según un estudio de la Cámara de Comercio de Valencia el estado actual de la vía en la línea 310 no permite su explotación para el tráfico de mercancías. Por ello, para alcanzar unas prestaciones similares a las de la línea 300 Madrid – Albacete – Valencia sería necesario invertir unos 319 millones de euros, cantidad que no es tan excesiva si se compara con el coste de construir una línea de Alta Velocidad. No obstante, en esta cifra no se encuentra contemplada la electrificación de la vía, la cual, según el Ministerio de Fomento supondría un ahorro en los costes de transporte de mercancías de un 13%.

Pese a ello, si tal renovación se llevara a cabo, sería posible alcanzar composiciones de hasta 750 m de largo y 1.5000 toneladas de carga, realizando el trayecto Valencia – Aranjuez en 5 horas, lo cual dejaría a la línea en posición de poder competir con la citada línea que discurre por Albacete.

Varios son los factores que contribuyen a que en la actualidad el tráfico ferroviario de mercancías por la línea 310 sea inexistente; algunos ejemplos serían:

- Deficiente estado de conservación de la vía; ello se tratará con detalle en el apartado 2.4 *Estado de conservación*, para el tramo de estudio.
- Carencia de vías de apartado en algunos tramos y de longitud insuficiente en otros (Utiel y Cuenca).
- Déficit de maquinistas habilitados en esta línea.
- No disponibilidad de sistema ASFA, Control de Tráfico Centralizado (CTC), ni radiotelefonía.
- Existencia de pocos cantones en algunos tramos, lo cual limita la capacidad de la línea.
- Inexistencia de vía doble.
- No disponibilidad de Bloqueo de Liberación Automática.
- Limitación horaria de las estaciones.
- Organización de relevos inadecuada.
- Perfil de la línea, el cual limita la carga y requiere de mucha tracción (en algunos tramos es necesario el empleo de dos locomotoras diésel para traccionar los convoyes de mercancías).
- Excelentes características, velocidades y capacidades de la línea 300 (Albacete), con un tiempo de trayecto de 6-7 horas.

Por fortuna algún aspecto limitante como la capacidad de carga por eje en puentes se ha subsanado, viéndose incrementada hasta las 22,5 toneladas/eje mediante refuerzos de los mismos, por lo que han dejado de ser parte de la problemática anteriormente indicada.

La línea Madrid – Albacete – Valencia presentaba un tráfico en 2.017 de 1,5 millones de toneladas, en gran medida originado por la presencia del Puerto de Valencia, el cual moviliza más de 25 millones de toneladas de mercancías anuales que salen o entran de él.

Por lo que respecta a la línea Zaragoza-Teruel-Valencia en 2.018 registraba un tráfico semanal de 15.000 toneladas de mercancías (782.142 toneladas anuales), entre las que se encontraban alimentos, vehículos recién fabricados o bicicletas.

Una hipotética renovación completa de la línea 310 sería esperable que captara tráfico de ambas líneas anteriores, si bien se está barajando la posibilidad de que dicha renovación se

lleve a cabo por empresas o entidades privadas que requieran de un trazado más recto y corto que el actual por Albacete para el transporte de sus mercancías.

Por ende, lo anterior, sumado a la grave crisis económica en la que nos estamos viendo inmersos, parece poner de manifiesto lo escasamente probable que resulta que en un futuro próximo vaya a acometerse la imprescindible renovación completa de toda la línea, por lo que, con el presente anteproyecto se intentará generar una mejora principalmente y en primer lugar en el tráfico de pasajeros del tramo afectado y, adicionalmente tratar de generar las necesarias inercias y sinergias para que la línea continúe renovándose por tramos o, sería lo deseable, de manera completa, en un futuro a ser posible no lejano.

### 2.3. Parámetros de servicio

En la actualidad el límite de velocidad en el tramo de estudio se encuentra fijado nominalmente en 140 km/h, si bien la realidad es que los convoyes suelen circular a un máximo de 60 km/h debido a las pésimas condiciones de la vía.

No ha sido posible realizar el recorrido viajando a bordo de uno de los convoyes de Media Distancia de Renfe debido a las restricciones impuestas por la excepcional situación provocada por la pandemia en curso y por la eliminación de circulaciones motivada también por esta. De haberlo hecho se habría podido comprobar la velocidad media, máxima y mínima de recorrido de la línea, así como el confort de marcha subjetivo.

El tipo de bloqueo empleado en esta línea es telefónico, encontrándose el puesto de mando en Valencia ciudad.

### 2.4. Estado de conservación

En una línea en servicio existen 3 aspectos clave en lo relativo a su conservación:

- El coste de la vía a lo largo de toda su vida útil debe ser lo más reducido posible.
- El mantenimiento de la línea debe ser lo más barato posible siempre y cuando se respeten los parámetros de calidad y seguridad que prescriben las distintas normativas.
- El conjunto maquinaria-infraestructura debe ser tal que tanto la contaminación acústica, como las vibraciones generadas no sean excesivas.

Los dos principales parámetros que se deben controlar en una vía férrea son: el buen estado del material de vía y la geometría de esta. En el primero deberemos asegurarnos de que cada material es capaz de cumplir en todo momento de forma satisfactoria y conforme a normativa, la función para la cual fue diseñado. En cuanto a la segunda debe procurarse que se mantenga constante y sin variaciones significativas con el paso del tiempo. Para el caso que nos ocupa, dado que no se dispone de medios para comprobar la alineación de la vía (salvo aquellos defectos que por su naturaleza sean apreciables a simple vista), nos centraremos en comprobar el estado físico de la vía. Para ello se realizará una inspección

visual a pie del trazado para comprobar posibles defectos de los elementos de vía como carriles, traviesas, sujeciones, placas de asiento, etc. También se prestará atención a la red de drenaje de la plataforma para observar su estado de limpieza, grado de obstrucción si lo hubiere y correcto funcionamiento o no en base a posibles acumulaciones de agua o daños por agua que se observen tanto en la plataforma, como en las proximidades de esta.

### 2.4.1. Sujeciones

El tipo de sujeción o anclaje existente consiste en tirafondos algunos de los cuales son más modernos que otros ya que presentan un grado de deterioro y corrosión muy inferior al resto. Se observan tirafondos flojos, los cuales pueden aflojarse e incluso extraerse manualmente y sin necesidad de herramienta.



*Figura 10. Tirafondo desprendido [imagen tomada en visita a vía]*

En este sentido existen algunos puntos donde los tirafondos han terminado por desprenderse, quedando por tanto el carril sin sujeción en dicho punto.

También se ha observado alguna junta cuya sujeción se ha efectuado en un punto no óptimo y no en los alojamientos existentes al efecto, por lo que esta podría terminar sufriendo desplazamientos sobre la traviesa.



Figura 11. Ejemplo de brida de unión incorrectamente sujeta a la traviesa [imagen tomada en visita a vía]

#### 2.4.2. Carriles

El carril existente en el tramo de estudio procede de al menos dos fabricantes y, a juzgar por las inscripciones en relieve presentes en los mismos su fabricación data de los años 1.928 y 1.929 respectivamente, con un peso de 42,5 kg/m.



Figura 12. Carril de AHV 42,5 kg/m (año fabricación (1.929) [imagen tomada en visita a vía]



Figura 13. Carril de CSM 42,5 kg/m (año fabricación 1.928) [imagen tomada en visita a vía]

Por el contrario el carril existente en la estación de Utiel es de 54 kg/m y más moderno, por lo que el nuevo carril a instalar será de este peso.

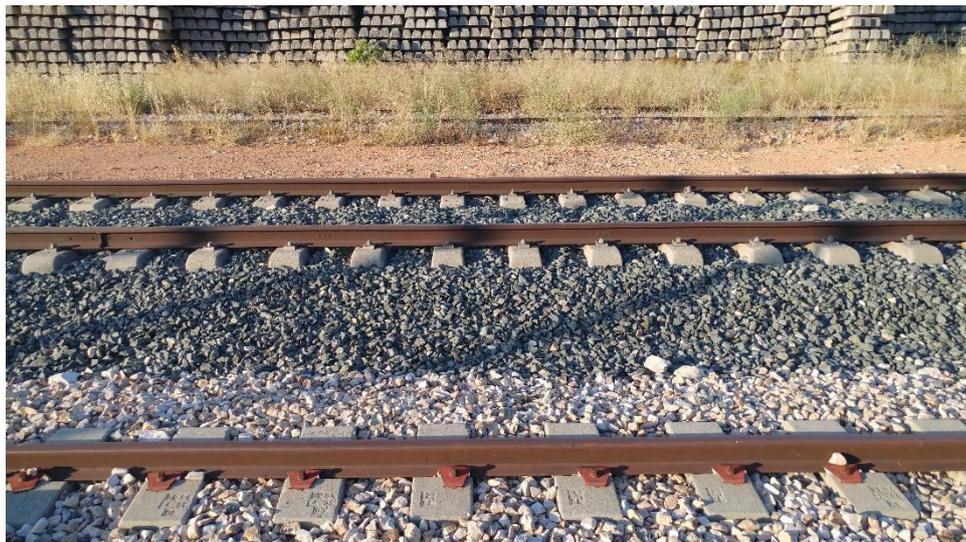


Figura 14. Carril de 54 kg/m existente en la estación de Camporrobles sobre traviesas RS [imagen tomada en visita a vía]

Para diagnosticar el estado de los carriles del tramo de estudio sería necesario medir o determinar los siguientes parámetros:

- Inclinación: al no disponer de equipo de medida no se ha podido comprobar.
- Desgaste lateral en curvas: no se aprecian rebabas o marcas de desgaste lateral en curvas. En este sentido se observa desgaste generalizado en cabeza y banda de rodadura del carril.



Figura 15. Ejemplo desgaste cara superior carril [imagen tomada en visita a vía]

- Resistencia del carril: no es posible determinarla con los medios de que se dispone, pero se deduce que podrían existir plastificaciones internas en múltiples puntos que podrían en un momento dado afectar a la resistencia del carril.
- Fisuras transversales de la cabeza: no se han observado en los puntos visitados.
- Desfibrado del acuerdo superficie de rodadura-cara lateral: no se ha observado en los puntos analizados.
- Fisuras en el acuerdo alma-cabeza: no se han observado.
- Aplastamientos de cabeza o rebabas: no se han observado, no obstante el carril presenta un elevado nivel de desgaste, con una cara superior aplanada por este.
- Roturas: se han observado descascarillados en la cara superior del carril motivado por la gran corrosión existente como muestra la fotografía a continuación:



Figura 16. Descascarillado de carril [imagen tomada en visita a vía]

- Huellas de patinazos: no se han detectado durante la visita al tramo de estudio.



Figura 17. Ejemplo extremo de un patinazo. [Fuente: Blog Mundo Tren]

- Desgaste ondulatorio de onda corta (distancia entre crestas entre 3-8 cm), de onda media (8-30 cm) y onda larga (>30 cm): se aprecia inicio de desgaste ondulatorio de onda media en la estación de Camporrobles, como muestra la siguiente imagen:

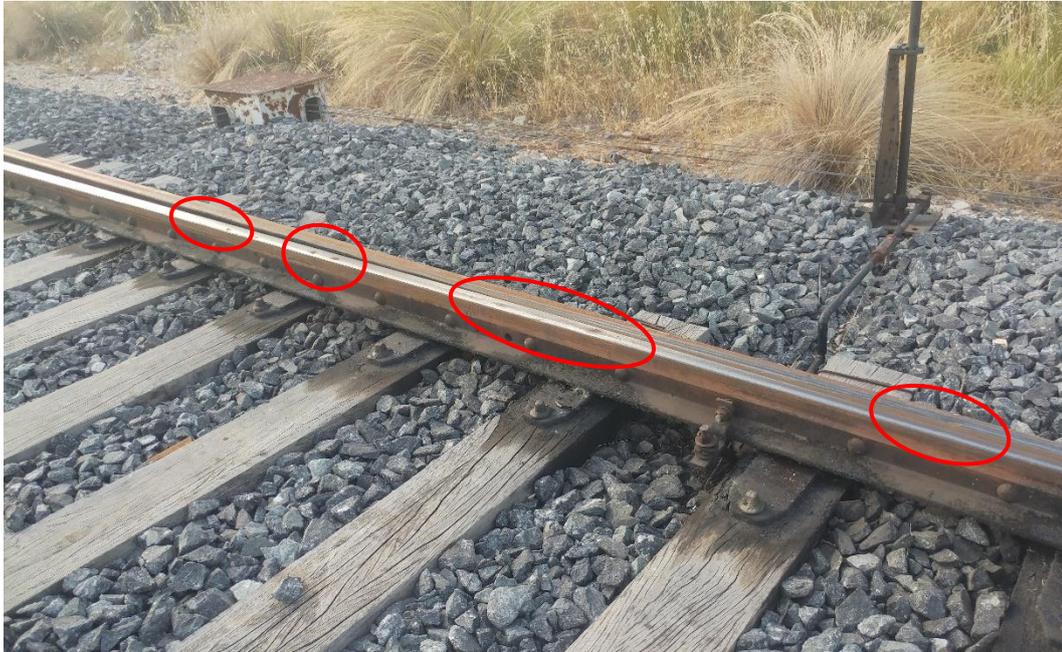


Figura 18. Inicio de desgaste ondulatorio en estación de Camporrobles [imagen tomada en visita a vía]

- Desgaste lateral: no se aprecia a simple vista, lo que no descarta que pueda existir en al menos la cara interna del hilo exterior en cada curva.
- Alineación horizontal del carril: se observa como en varios subtramos no es adecuada, apreciándose a simple vista cierto “serpenteo” del hilo:



*Figura 19. Defecto de alineación horizontal del carril  
[imagen tomada en visita a vía]*



*Figura 20. Defecto de alineación horizontal del carril apeadero de Las Cuevas  
[imagen tomada en visita a vía]*

- Alineación vertical del carril: se observa algún punto con geometría vertical irregular de los carriles como muestran las imágenes a continuación.



Figura 21. Defecto de alineación vertical del carril [imagen tomada en visita a vía]



Figura 22. Defecto de alineación vertical del carril [imagen tomada en visita a vía]

- Uniones tipo junta (brida) o tipo carril soldado continuo (soldadura aluminotérmica, etc.): existen ambos tipos y sus defectos se tratan en el apartado 2.4.3 Juntas.

### 2.4.3. Juntas

De las juntas entre cupones de carril se verá:

- Aprietes de las sujeciones: se observan bridas de unión de junta con sujeciones flojas, como se muestra en la imagen a continuación. No obstante no se han registrado bridas con sujeciones faltantes o desaparecidas.



Figura 23. Ejemplo de sujeción de brida deficiente [imagen tomada en visita a vía]

- Desgaste y estado: se observa desgaste en las cabezas de carril en alguna de las juntas.



Figura 24. Junta desgastada por el paso de convoyes [imagen tomada en visita a vía]



Figura 25. Junta desgastada por el paso de convoyes [imagen tomada en visita a vía]

- Estado de las bridas de unión y de su tornillería: pese a la corrosión se encuentran en estado aparentemente adecuado.
- Defectos en soldaduras: se han observado en algunas de las soldaduras aluminotérmicas presentes en el tramo, como muestra la fotografía a continuación:



Figura 26. Defecto en soldadura [imagen tomada en visita a vía]

#### 2.4.4. Traviesas

En cuanto a las traviesas estas son en su mayoría de madera y, dada la antigüedad aparente de muchas de ellas, podrían datar de fechas próximas a la construcción de la línea. Se observan algunas de madera más modernas, las cuales habrán reemplazado a las originales por envejecimiento o daños, y en algunos puntos las originales han sido sustituidas por traviesa de hormigón prefabricado bloque, cuyas fechas de instalación no han podido ser determinadas, pero se deduce que se han ido sustituyendo progresivamente a medida que las originales se han ido deteriorando.



*Figura 27. Travesas sustituidas por bloque de hormigón prefabricado [imagen tomada en visita a vía]*



*Figura 28. Travesas sustituidas por bloque de hormigón prefabricado [imagen tomada en visita a vía]*



Figura 29. Alternancia traviesas madera con bloque [imagen tomada en visita a vía]

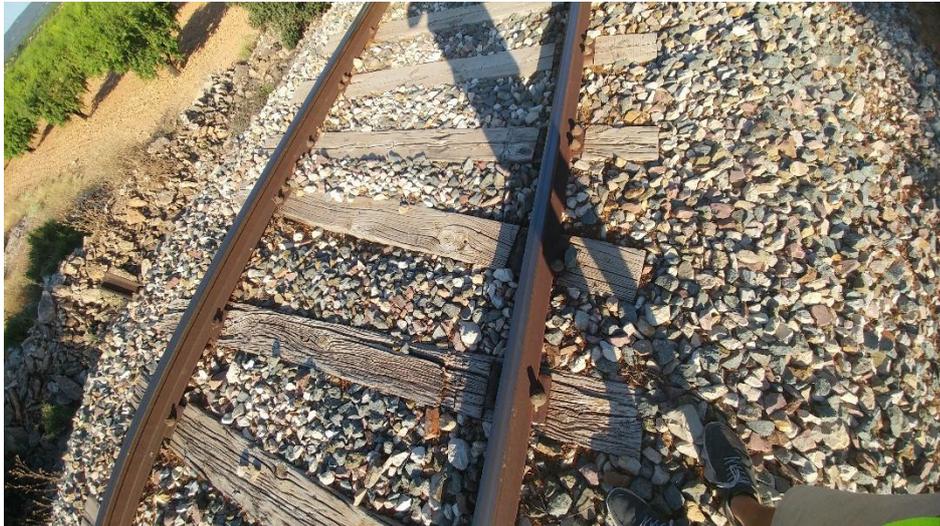
- Posición y estado: se observan multitud de traviesas desplazadas de su ubicación original y torcidas en varios de los puntos inspeccionados:



Figura 30. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía]



*Figura 31. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía]*



*Figura 32. Traviesas torcidas [imagen tomada en visita a vía]*

- Fisuración y agrietamiento



*Figura 33. Ejemplo de traviesas fisuradas estación de Camporrobles  
[imagen tomada en visita a vía]*



*Figura 34. Ejemplo de traviesas fisuradas estación de Camporrobles  
[imagen tomada en visita a vía]*



Figura 35 Ejemplo de traviesas fisuradas [imagen tomada en visita a vía]

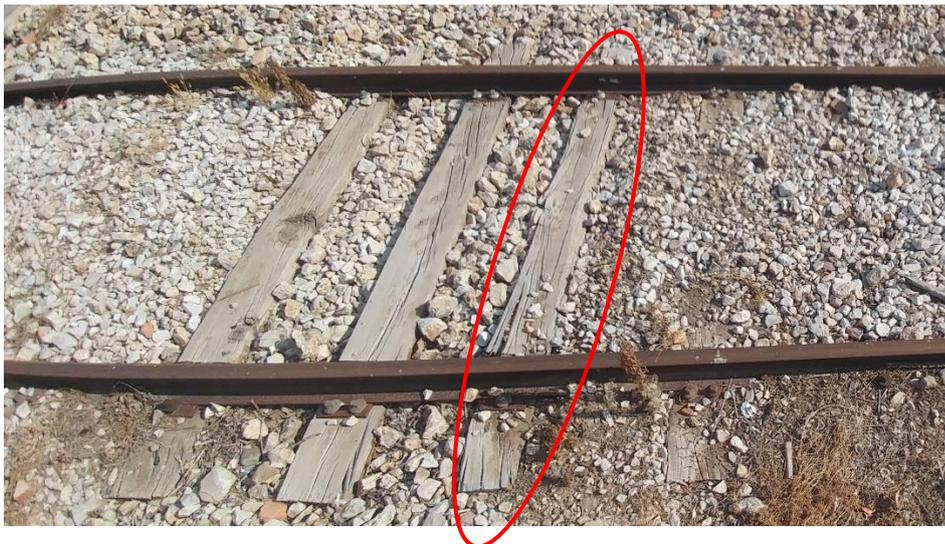


Figura 36. Ejemplo de traviesas fisuradas [imagen tomada en visita a vía]

- Hendiduras por pestaña en descarrilo: se observan en múltiples puntos, tanto en estación, como fuera de ella. Se evidencia por tanto el elevado número de descarrilamientos acontecidos en la línea a lo largo de su historia.



Figura 37. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía]

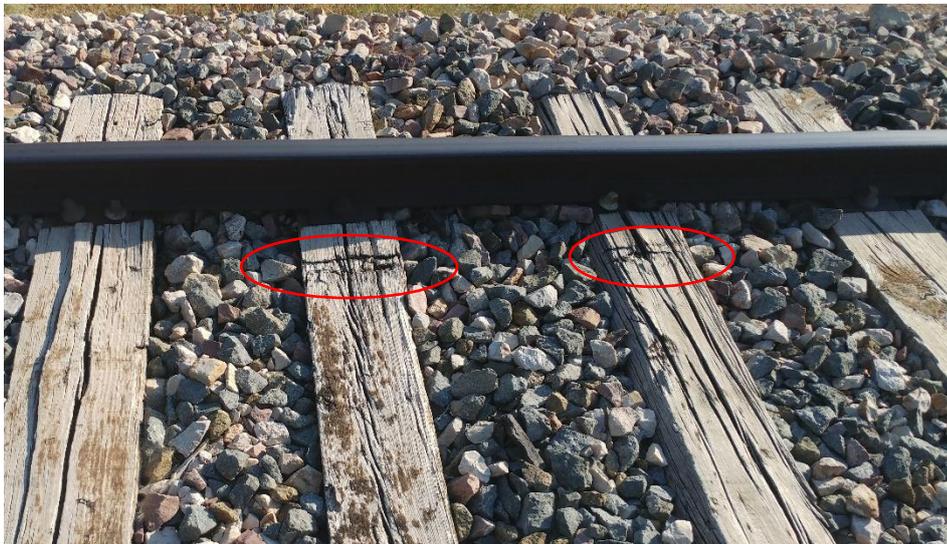


Figura 38. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía]

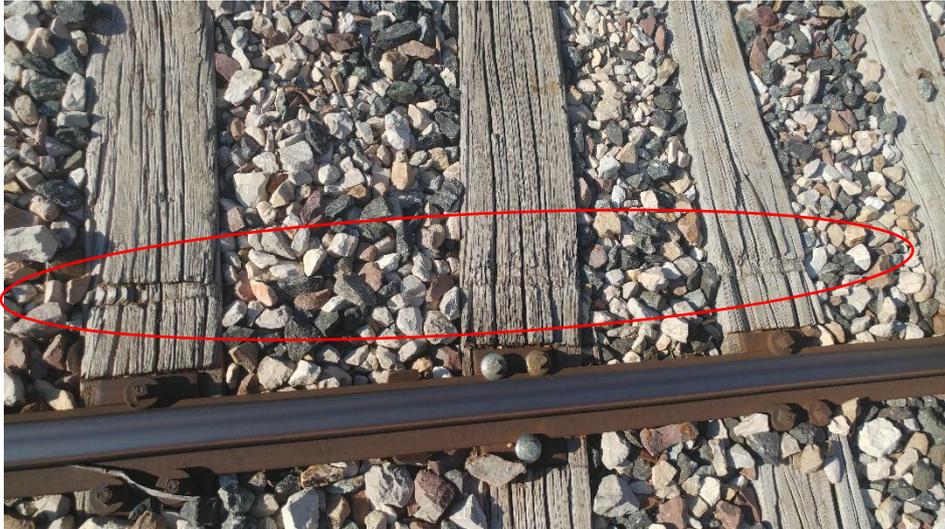


Figura 39. Ejemplo de hendidura por descarrilo en traviesas [imagen tomada en visita a vía]

- Traviesas inútiles: se observan algunas traviesas cuyo estado de deterioro hace sospechar que puedan resultar inservibles.

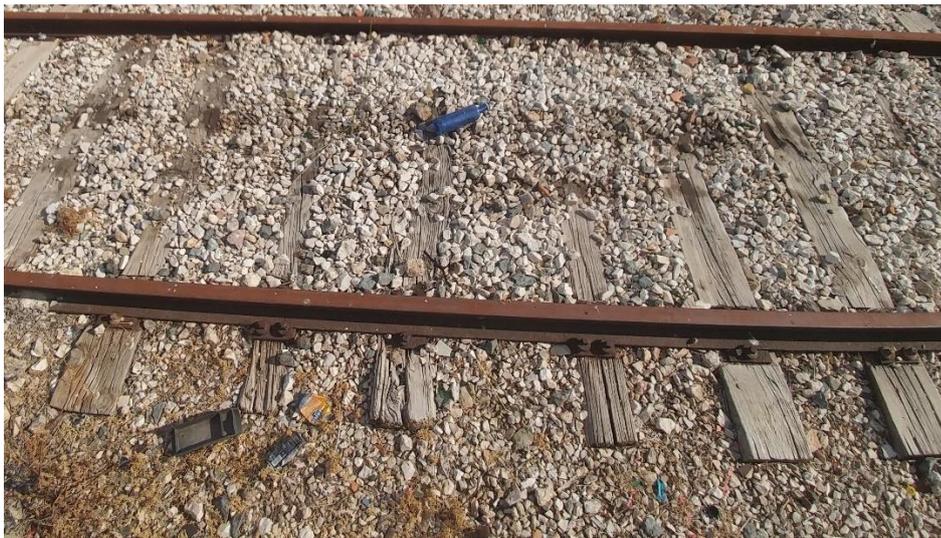


Figura 40. Traviesas posiblemente inservibles [imagen tomada en visita a vía]



*Figura 41. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía]*



*Figura 42. Traviesas potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía]*

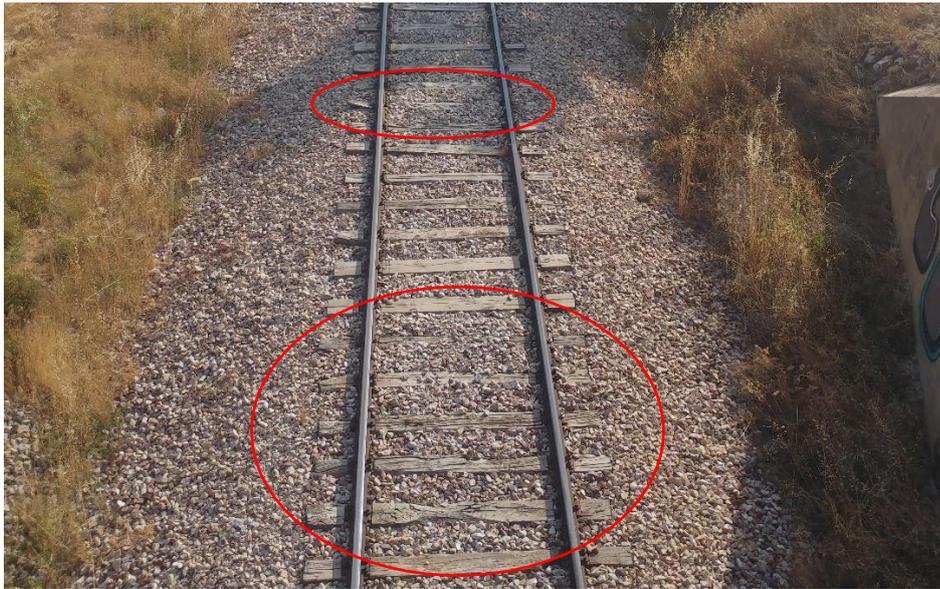


Figura 43. Travesías potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía]



Figura 44. Travesías potencialmente inservibles [imagen tomada en visita a vía]

- Travesías bailadoras: son aquellas traviesas que asientan uno o más milímetros al paso de un tren. A simple vista no se han podido observar, no obstante, dado el precario estado de muchas de ellas todo hace sospechar que podrían existir multitud de traviesas con esta condición.

Resumiendo lo anterior se observa que el tramo a renovar posee principalmente traviesas de madera con alternancias puntuales e irregulares de traviesas bibloque. Esto se debe a que, debido al deterioro y envejecimiento de las traviesas originales de madera, estas se han ido sustituyendo por traviesas bibloque. No obstante es evidente y notorio el mal estado general de las traviesas de madera restantes, como se ha visto. Serán por tanto retiradas y sustituidas

en su totalidad por traviesa monobloque de hormigón; procedimiento análogo habrán de sufrir las traviesas bibrilgoe existentes.

#### 2.4.5. Soportes

Se observa gran corrosión en las placas base sobre las traviesas, algunas de las cuales se encuentran mal ubicadas en la traviesa como muestra la imagen a continuación. No obstante a priori no se observan daños en las mismas que puedan afectar a su seguridad o estabilidad.



*Figura 45. Placa base mal ubicada en traviesa [imagen tomada en visita a vía]*

#### 2.4.6. Balasto

Del balasto no ha sido posible obtener datos como tipo de balasto, estado de degradación, fecha de renovación, estado de la limpieza, fecha de último bateo, estado de compactación, etc. No obstante se sospecha, a la vista de los espesores de banqueta existentes en algunas zonas, que podrían haberse realizado varios recrecidos en dichos puntos por diferentes motivos: degradación del balasto, imposibilidad de bateo (sobre esto se volverá a continuación), aumento de cota para soslayar acumulaciones de agua derivadas de drenajes deficientes (ver imagen a continuación), etc.



*Figura 46. Posibles recrecidos en banqueta de balasto por acumulación de agua de lluvia [imagen tomada en visita a vía]*

Del mismo modo se conoce que no es posible realizar bateo mecánico del tramo de estudio tal cual se encuentra en la actualidad, ya que el estado de sujeciones y traviesas haría que muchas se desprendieran al izar la vía la bateadora para realizar la operación.

No se observan grandes derrames de balasto salvo en algún enclave puntual. Tampoco se observan deficiencias de recubrimiento lateral o en extremos de traviesas por banqueta escasa.

#### 2.4.7. Señalización

A primera vista parece adecuada para el estado actual de la vía. No obstante habrá de actualizarse a la nueva velocidad de servicio de la línea e incorporarse la señalización luminosa relacionada con el sistema de bloqueo BLAU, el sistema ASFA y los cantones a implementar.



Figura 47. Limitación a 60 km/h apeadero de Las Cuevas [imagen tomada en visita a vía]

#### 2.4.8. Plataforma

No existen pasos a nivel en el tramo de estudio. Los aparatos de vía tanto en la estación de Camporrobles, como en la de Utiel se encuentran en aparente buen estado de conservación.

Los taludes de banqueta y plataforma parecen adecuados y no se aprecian derrames excesivos, ni derrumbes de talud. Los taludes laterales de la vía en algunos puntos alcanzan la subverticalidad, presentando una erosión razonable con cárcavas menores. Se propondrá no obstante, por seguridad de las circulaciones y en aras de evitar posibles aterramientos de vía, una sección transversal con taludes más tendidos a lo largo de toda la traza.

Se observa existencia de fauna (conejos principalmente) que cruza la vía, la cual puede terminar generando asientos puntuales en la plataforma por excavación de madrigueras bajo esta.

#### 2.4.9. Infraestructuras

No se observan daños importantes tanto en las estructuras de paso superior, como en los pasos inferiores u obras de drenaje inspeccionadas. Sí se observan daños por vandalismo en la caseta del apeadero de Las Cuevas, así como ausencia de adecuado desbrozado en dicho apeadero. No obstante, dado que no es objeto de la presente actuación no se ejecutarán reparaciones en dicha caseta.



Figura 48. Apeadero de las Cuevas [imagen tomada en visita a vía]

#### 2.4.10. Red de drenaje

Únicamente se ha detectado un punto donde la red de drenaje resulta insuficiente y se producen acumulaciones de agua que han obligado a la limitación de velocidad hasta los 30 km/h. Dicho punto se encuentra en el P.K. 5+344 E.A.O. (5+285 E.A.M.) bajo el paso elevado.

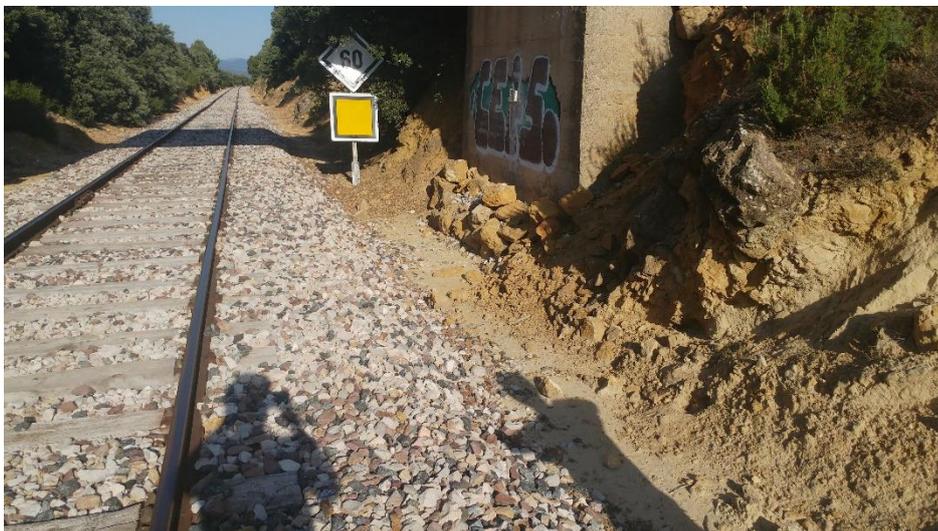


Figura 49. Limitación de velocidad por acumulaciones de aguas [imagen tomada en visita a vía]

Como solución al mismo se propone el uso de la sección en desmonte indicada en el apartado 5.3.3 *Secciones-tipo*, la cual posee canaleta de drenaje para recoger y conducir las aguas que en este punto se puedan acumular.

No se ha detectado mal estado de conservación, ausencia de limpieza o atoramiento de las obras de drenaje y pasos inferiores visitados, si bien podría existir y se habrá de revisar

para proceder a su limpieza en las pequeñas canalizaciones de drenaje transversales que trufan la vía cada pocos kilómetros o centenas de metros.



Figura 50. Paso inferior [imagen tomada en visita a vía]

## 2.5. Hipótesis de partida para las actuaciones a realizar

Cuando hablamos de renovación de una vía existen dos tipos: parcial, en el que se renueva únicamente uno o varios de los siguientes: balasto, traviesas o carril, e integral, en la que se renuevan todos los anteriores simultáneamente. En el caso que nos ocupa, debido al importante grado de deterioro tanto de traviesas, como de carril y del elevado nivel de degradación esperable del balasto, así como del tiempo transcurrido desde que se realizó la última renovación integral de la vía, es fácil establecer como hipótesis de partida la necesidad de una renovación completa de la vía, pese a no ser posible determinar con rigor el grado real de desgaste o deterioro de algunos de los componentes anteriormente indicados. No se reaprovechará por tanto porción alguna del balasto existente, ni las traviesas bloqueadas existentes en algunos puntos del trazado.

Adicionalmente como hipótesis de partida se tomarán por ciertos los siguientes supuestos:

- Se encuentran concedidos los cortes de vía nocturnos por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) durante el período de duración de la obra. Se desea evitar el corte total de la línea, si bien es posible que se solicite en algún momento puntual.
- Se dispone de la maquinaria a emplear en la renovación, o bien por tener la propiedad o alquiler de la misma, o bien por haber sido cedida por terceros, o proporcionada por uno de los subcontratistas de obra.
- El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) acepta el proceso constructivo, así como las distintas unidades de obra propuestas, y proporciona los pilotos de vía necesarios para garantizar que los trabajos realizados junto a la vía en momentos en los que el tráfico ferroviario se encuentre restablecido, puedan realizarse con completa seguridad para los operarios.
- Se cumplirán los plazos establecidos y los rendimientos propuestos, sin generarse por ello incrementos significativos en el presupuesto.
- La renovación finalizará en el punto de la vía que ya se encuentra renovado; esto es, en las proximidades de la estación de Utiel, a una distancia de 1.600 m de esta, y concretamente en las coordenadas geográficas 39°34'54.8"N 1°13'10.0"W y no en la estación propiamente dicha.



Figura 51. Punto de inicio de la renovación [Fuente: Google Maps]

- La estación de Utiel se encuentra equipada con sistema de Bloqueo de Liberación Automática de vía Única (BLAU), sistema de seguridad ASFA, y sistema CTC, pero sólo para el lado Valencia, por lo que será necesario dotar de estos sistemas al lado Aranjuez. Sí se haya adecuadamente renovado y en buen estado de conservación el tramo desde la propia estación hasta el P.K. final de obra, en cuanto a vía y balasto se refiere.
- Existe un acopio importante en la estación de Utiel, de traviesa monobloque que pueden emplearse en la renovación a realizar. Debido a ello únicamente será necesario proveerse de carril de 54 kg, balasto y sujeciones.





Figura 54. Acopio traviesas monobloque estación de Utiel [imagen capturada en visita a vía]

- El balasto necesario para la obra lo proporcionará la cantera Peñas Aragonesas, con estación de carga en Moncofar y alternativamente lo suministrará la cantera Cabezo Negro, con base de carga en Cieza; ambas con distintivo de calidad de ADIF.

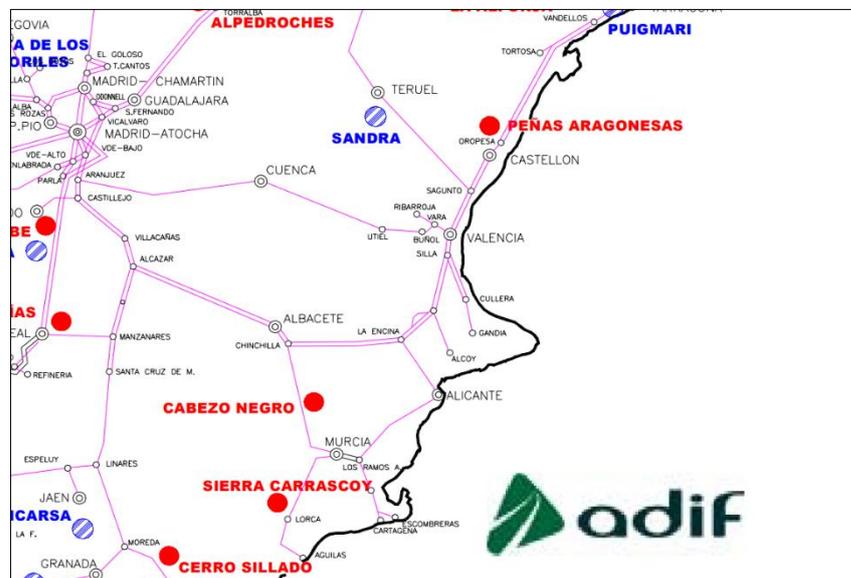


Figura 55. Canteras suministro balasto [Fuente: ADIF]

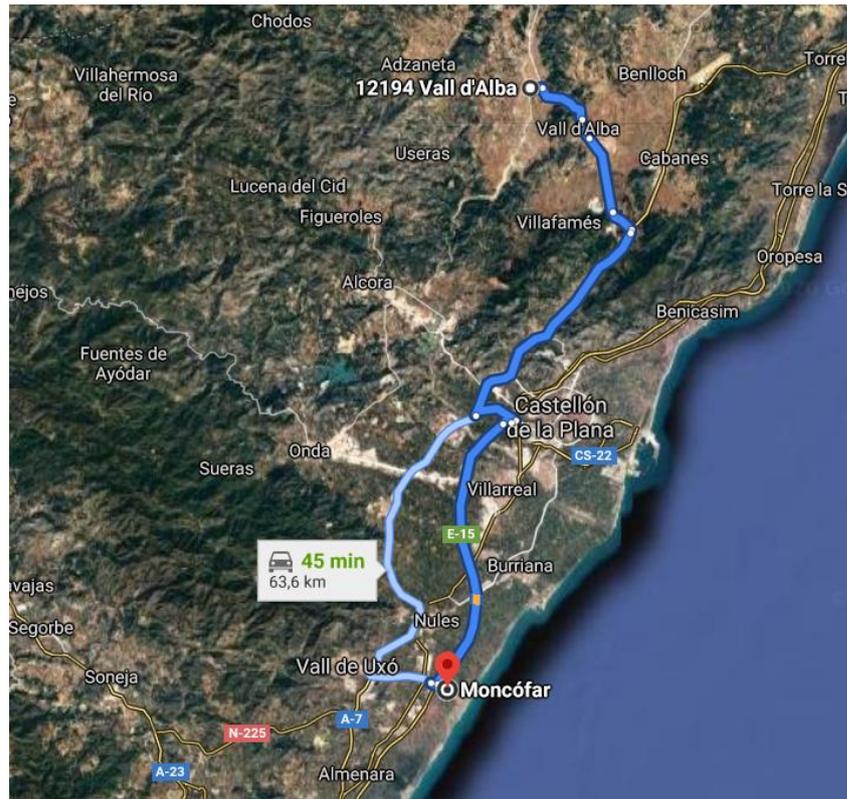


Figura 56. Distancia por carretera de Cantera Peñas Aragonesas hasta estación de carga [Fuente: Google Maps]

- Se cumplen las distintas hipótesis adoptadas en los sucesivos apartados del presente anteproyecto; en particular las relativas a la geología, geotecnia, suelos e inundabilidad del tramo de estudio.

### 3. Estudios complementarios

#### 3.1. Estudio geológico y de suelos

No se ha proporcionado estudio geológico de la traza y sus proximidades, por lo que se ha recurrido a la cartografía MAGNA 50 del Instituto Geológico y Minero de España. A continuación se muestra la geología de la traza tanto en plano como en formato tabla. En ella se evidencia la presencia de material procedente de fenómenos erosivos en la mayor parte de la traza, destacando la existencia de materiales arenosos y arcillosos en alternancia en las proximidades de las curvas a modificar en planta.

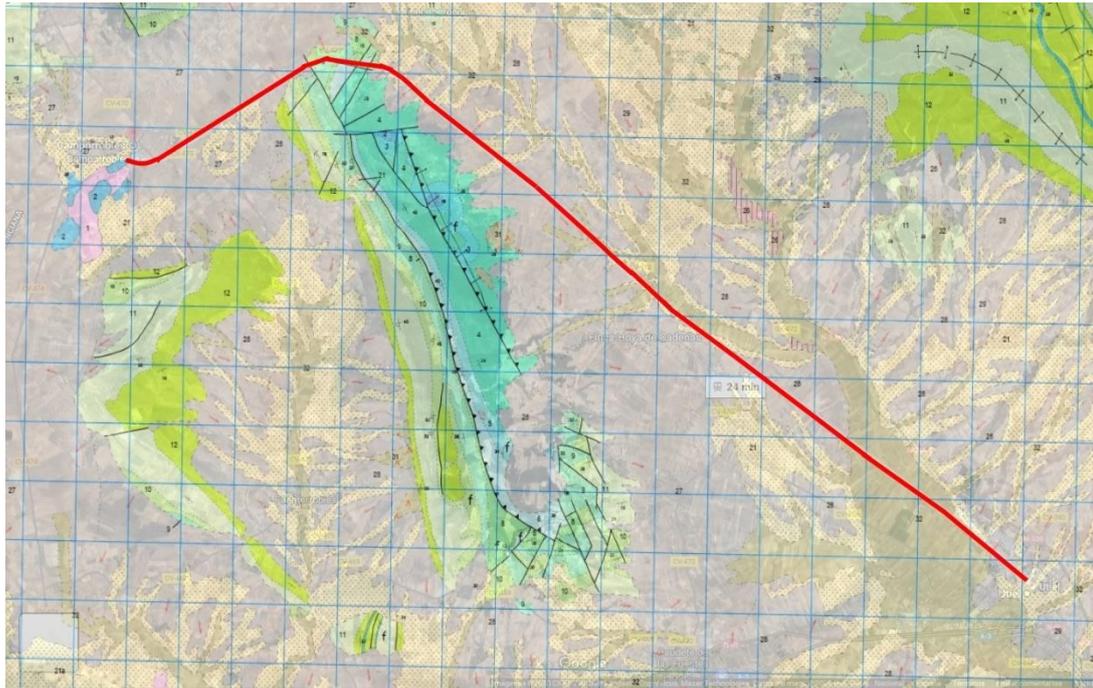


Figura 57. Superposición mapa geológico sobre ortofoto  
[Fuente Instituto Geológico y Minero de España y Google Maps, elaboración propia]

Código	Material	Contribución aproximada
27	Glacis	63%
32	Fondos de valle, terraza inferior y aluviones indiferenciados	18%
9	Arenas blancas y amarillentas e intercalaciones de arcillas	4%
21	Margas arcillosas rojas, conglomerados y areniscas	13%
8	Calizas y calcarenitas con Orbitulinas y Rudistas	2%

Tabla 1. Materiales geología de la traza

En cuanto a la erosión actual de la traza, según la cartografía disponible del *Institut Cartogràfic Valencià* esta es mayoritariamente baja, si bien en la zona donde se procederá a modificar el trazado en planta esta es media con alguna pequeña área con erosión alta.



Figura 58. Mapa erosión actual [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

Idéntica situación encontramos con relación a la erosión potencial:



Figura 59. Mapa erosión potencial [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

Por todo lo anterior se concluye que, debido a la presencia de materiales arcillosos y arenas, así como de elevada erosión en el entorno del área a variar el trazado en planta, se propone la realización de un estudio geotécnico de profundidad suficiente en al menos un punto de dicha región (el que según la cartografía sea más desfavorable.) En el resto de la

traza no se considera necesario realizar actuaciones más allá de un seguimiento a largo plazo de la estabilidad de la vía, de la banqueta, así como de la correcta geometría de la primera.

### 3.2. Estudio geotécnico

No se ha facilitado ni localizado estudio geotécnico previo de la zona de estudio, no obstante, debido al elevado número de años transcurridos desde la construcción de la vía la plataforma de esta se encuentra adecuadamente consolidada y no constan problemas de estabilidad de taludes o terraplenes más allá de aquellos puntuales originados por la erosión de aguas pluviales o fluviales. Por ello, salvo detección de anomalías en la plataforma de la vía a renovar al retirar el balasto, no se realizarán ensayos geotécnicos de esta.

No obstante, tal y como se especifica en el PPTP, dado que existe una zona a construir desde cero correspondiente a las curvas nº4 y 12 del E.A.O., habida cuenta de lo mencionado en el apartado *3.1 Estudio geológico y de suelos* y con ánimo de confirmar la adecuada consolidación supuesta, se propone la realización de al menos un sondeo geotécnico de 40 m de profundidad, en el P.K. 4+400 del estado de alineaciones del trazado modificado, y otro en alguna de las áreas con código geológico 21, con el objetivo de determinar los parámetros resistentes y deformacionales del suelo, así como localizar con precisión la localización, espesores de capa, grado de consolidación e hinchamiento, posibles colapsos, falta de capacidad portante y otros de los estratos con arcillas. En caso de obtenerse resultados desfavorables o no acordes con las hipótesis adoptadas deberían revisarse los espesores, materiales y características dadas a plataforma y capas de forma.

No existe presencia de niveles freáticos que puedan afectar a la zona de estudio.

### 3.3. Estudio de inundabilidad

No se ha facilitado ni localizado estudio previo de hidrología o inundabilidad en la zona de estudio, por lo que, consultada la cartografía del *Institut Cartogràfic Valencià* sobre peligrosidad de inundación y riesgo de inundación según el PATRICOVA, se observa que la traza discurre en un par de secciones por zonas de peligrosidad 4 (período de retorno 100 años y calado máximo de 0,8 m), así como en algunas áreas marcadas como de “riesgo geológico”.

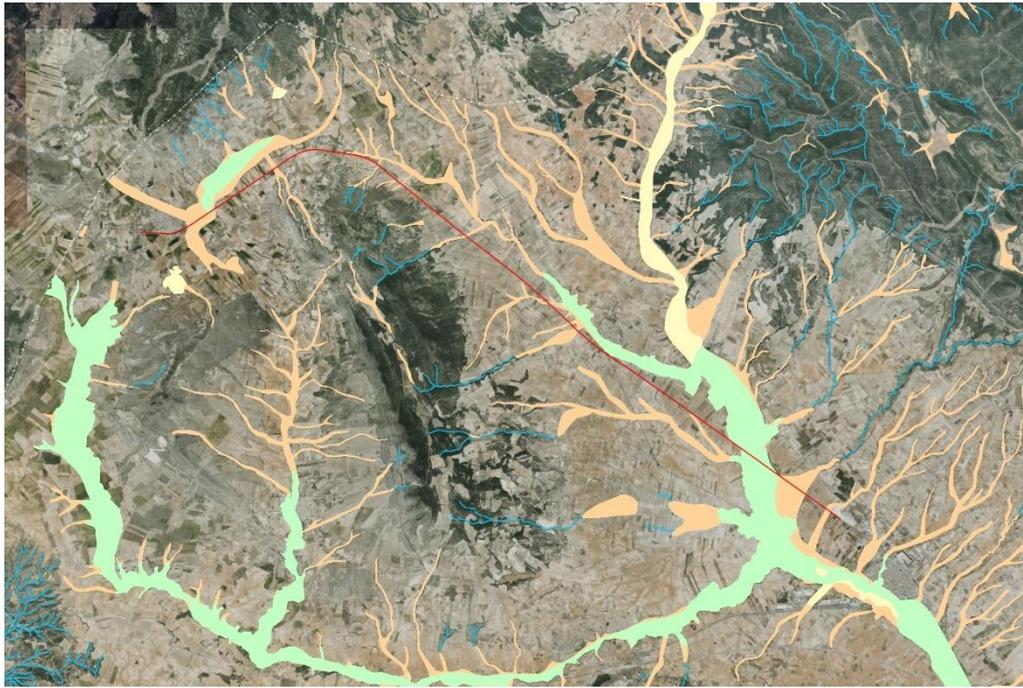


Figura 60. Mapa de peligrosidad de inundación PATRICOVA [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

Pese a ello el mismo PATRICOVA indica un riesgo de inundación en las áreas anteriormente mencionadas, catalogado como “muy bajo”, por lo que parece escasamente probable que se vaya a dar en un tiempo relativamente cercano un episodio que pueda anegar o poner en riesgo el trazado de la vía; en todo caso sucedería en zonas puntuales de la misma. En particular la zona del trazado que será modificado en planta no se ve afectada por la problemática anterior a juzgar por la cartografía.

Pese a ello se deberá tener el preceptivo cuidado en el correcto mantenimiento y limpieza de los elementos de drenaje de aguas para que la plataforma de la vía no se vea alterada por las aguas, o en caso de precipitación o inundación mayor lo sea de la menor manera posible.



Figura 61. Mapa de riesgo de inundación PATRICOVA [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

### 3.4. Estudio de Impacto Ambiental

Dado que la realización de un Estudio de Impacto Ambiental excedería con creces el ámbito y objetivos del presente anteproyecto, no se va a realizar como tal, no obstante sí se tratarán someramente aquellos puntos que puedan ser de interés para el presente trabajo y sus actuaciones.

#### 3.4.1. Zonas protegidas y hábitats

Como muestra el Visor Cartográfico del *Institut Cartogràfic Valencià* en las proximidades de la zona de estudio no existe presencia de los siguientes:

- Zonas LIFE de anfibios
- Reservas de fauna
- Microrreservas
- Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA)
- Hábitats de interés comunitario, LPEHT y otros
- Espacios Naturales Protegidos
- Parques naturales
- Zonas Húmedas
- Paisajes Protegidos
- Parajes Naturales Municipales
- Red Natura 2000

### 3.4.2. Vías pecuarias

Sí existe no obstante la vía pecuaria Vereda Real de la Serranía de Cuenca, la cual cruza mediante paso elevado la traza de la zona de estudio en el P.K. 5+344 E.A.O. Destacar que, pese a modificarse el trazado en las proximidades de la misma, se ha diseñado este pensando en el aprovechamiento de dicho paso superior (vía pecuaria) y no se producirá modificación o alteración alguna a dicho paso, por lo que la vía pecuaria no se verá afectada por la actuación.

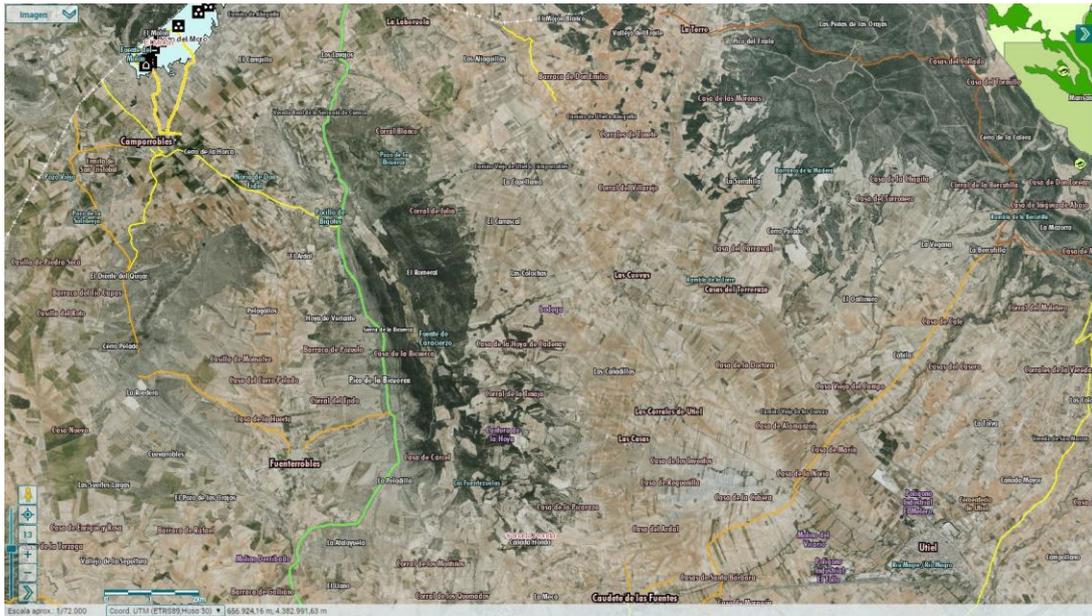


Figura 62. Plano Visor Cartográfico [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

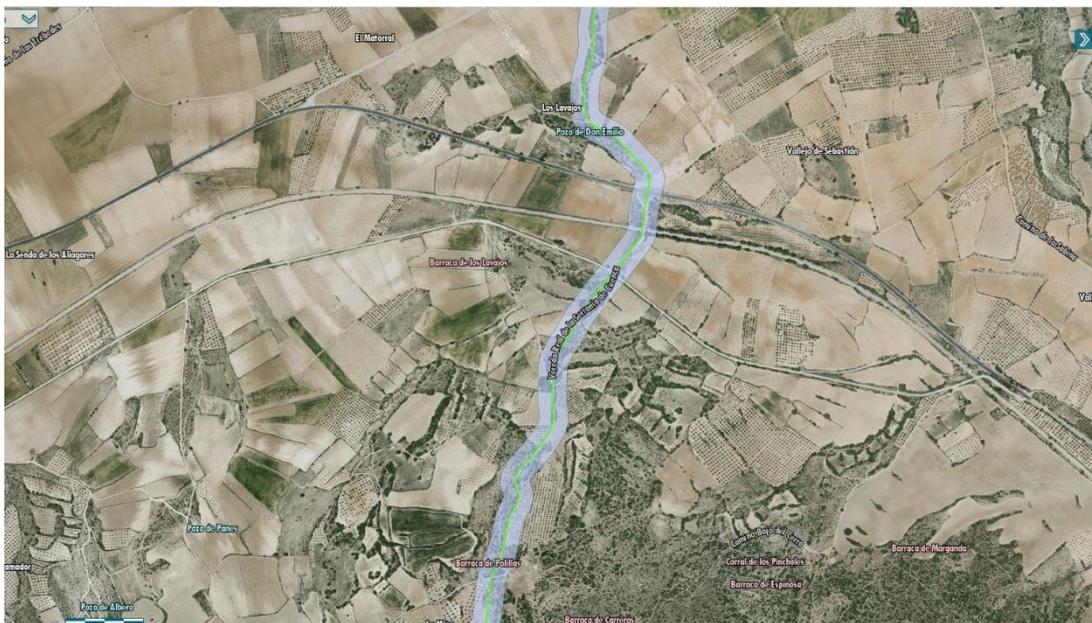


Figura 63. Vía pecuaria sobre la traza [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

### 3.4.3. Efecto barrera

La modificación a realizar al trazado no alterará, por sus características y carácter de localidad, el actual efecto barrera que la infraestructura produce en el medio, por lo que este no es un factor de relevancia en la actual obra. Se mantienen todos los pasos elevados, así como inferiores del trazado.

### 3.4.4. Contaminación acústica y emisiones

La maquinaria a emplear en obra deberá de cumplir con lo prescrito en la legislación en materia de emisiones sonoras y de gases, encontrándose en perfecto estado de funcionamiento, revisada y con sus ITV en vigor.

Con relación a la emisión de polvo se prevé el riego de caminos con camión cuba para evitar que este sea liberado a la atmósfera. Se incluirá su importe en el presente anteproyecto en la correspondiente partida alzada de seguridad y salud.

El Vigilante Ambiental de Obra deberá velar porque los dos puntos anteriores, así como los relativos a derrames o vertidos accidentales de la maquinaria se cumplan o se actúe con diligencia ante ellos en caso de producirse.

## 3.5. Gestión de residuos

En la zona de acopio de la estación de Utiel se ubicará una zona de acopio de residuos, con contenedores físicos para los residuos que así lo requieran, siendo debidamente segregados y señalados por categorías: RCD limpio, RCD mixto, metales, papel y cartón, Residuos Urbanos, etc.

En cuanto a los residuos peligrosos se prevén únicamente los siguientes: aerosoles de topógrafo, residuos de kits de soldadura y otros. Para los que se habilitará caseta de obra para su correcto almacenamiento; en caso de ser necesario los contenedores para los mismos se dotarían de cubeto antiderrame.

Se prevé almacenar temporalmente en ambas áreas de acopio definidas en el apartado 4.1.9 *Zonas auxiliares de almacenamiento y acopio* el balasto retirado de la traza hasta su llevada a vertedero

En cuanto al traslado a vertedero de los residuos inertes generados en la obra se han previsto los siguientes vertederos autorizados: Buñol (azul en la imagen a continuación), Villar del Arzobispo (rojo) y Cofrentes (verde).



Figura 64. Vertederos residuos inertes autorizados.

De los cuales se ha seleccionado el de Buñol debido a la mejor conexión a través de la autovía A-3 y menor distancia (44,3 km) frente al de Cofrentes (49,8 km) y Villar del Arzobispo (66 km).

Los residuos urbanos (RU) se transportarán hasta el RSU de Caudete de las Fuentes ubicado a 11,6 km de los puntos de acopio, donde recibirán la clasificación y tratamientos pertinentes.

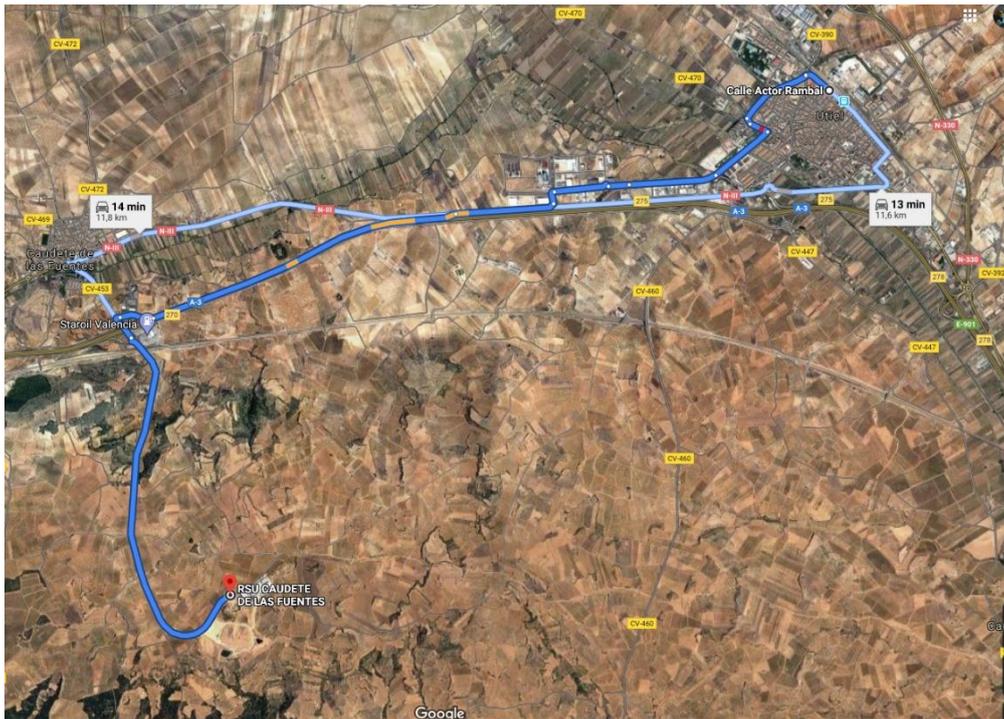


Figura 65. Distancia a RSU de Caudete de las Fuentes [Fuente: Google Maps]

## 4. Renovación de vía

### 4.1. Proceso constructivo

#### 4.1.1. Justificación del sistema elegido

En la actualidad existen multitud de formas de realizar una renovación completa de vía que incluya carril, balasto y traviesas y su posterior alineación, bateo, reperfilado, etc. Dado que es posible combinar varias de ellas se hace necesario definir adecuadamente previo al inicio de los trabajos cuál será la metodología y el proceso constructivo a emplear, así como los medios necesarios para llevarlo a cabo. En el diagrama a continuación se muestran las distintas posibilidades o posibles combinaciones para llevar a cabo la renovación del tramo de estudio:

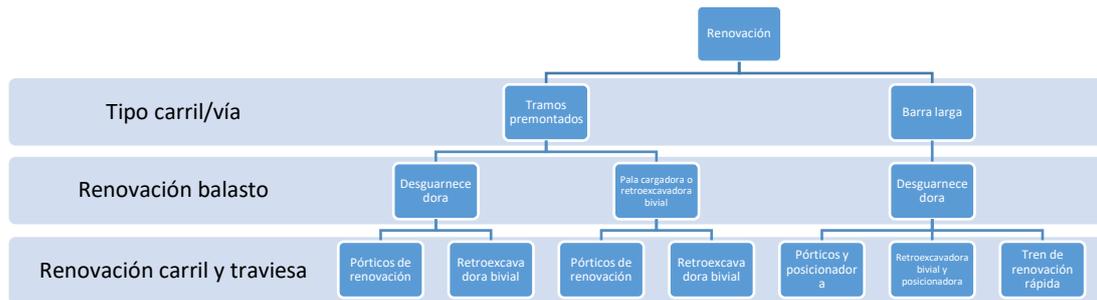


Figura 66. Diagrama métodos de renovación [Fuente: Gimeno Aribau]

A continuación se definen los distintos procedimientos indicados anteriormente:

- **Sustitución tramos premontados** (también conocidos como **parejas**): esto es, se procede a cortar ambos carriles de un tramo ya montado con sus traviesas de unión, en tramos de longitud determinada, para posteriormente levantarse con medios mecánicos de izado y ser sustituidos de igual manera por parejas de carril y traviesas nuevos, los cuales se sueldan de nuevo una vez colocados en su ubicación. Esto puede hacerse mediante sistema de pórticos o con grúas/retroexcavadoras biviales (también conocidas como vaicares), reservándose normalmente los primeros para vías a renovar de larga longitud, con vía única y exclusivamente para el sistema de renovación por parejas.
- **Barra larga**: sustitución mediante reparto de cupones de carril, traviesas y colocación del carril por medio de vaicares, grúas o retroexcavadoras, soldándose posteriormente los cupones de carril.
- **Tren de renovación rápida**: realiza, previo aflojado de sujeciones y en una única operación, el desguarnecido de vía, retirada del balasto, retirada de traviesas viejas, colocación de las nuevas, extracción y reemplazo del carril a renovar por nuevo y por último el vertido del nuevo balasto.
- **Desguarnecedora**: máquina que retira el balasto a renovar de debajo de la vía mediante una cadena que discurre perpendicular a la vía y por debajo de ésta.

Como ya se ha indicado, es posible combinar los sistemas tal y como se muestra en el diagrama de la Figura 66, en función de las particulares características del lugar donde se encuentre el trazado ferroviario, entre las que se incluiría la disponibilidad de equipos, maquinaria, personal o capital, la orografía, la disponibilidad o no de espacios de acopio y recogida de balasto retirado, cargaderos, apartaderos, etc.

En el tramo que nos ocupa encontramos en primer lugar algunas limitaciones en cuanto a la disponibilidad de vías de apartado de longitud suficiente se refiere. En este sentido encontramos que, pese a existir en la estación de Camporrobles una vía de apartado de 400 m de longitud (extremo meridional de la imagen), esta se encuentra desconectada de la vía principal y presenta una discontinuidad de 63 m con inexistencia de carril, tal y como se muestra en las figuras a continuación:



Figura 67. Vía de apartado con longitud indicada (sur de la imagen). [Fuente: Google Maps]



Figura 68. Detalle desconexión vía de apartado, lado oeste [Fuente: Google Maps]



Figura 69. Interrupción en vía de apartado [Fuente: Google Maps]

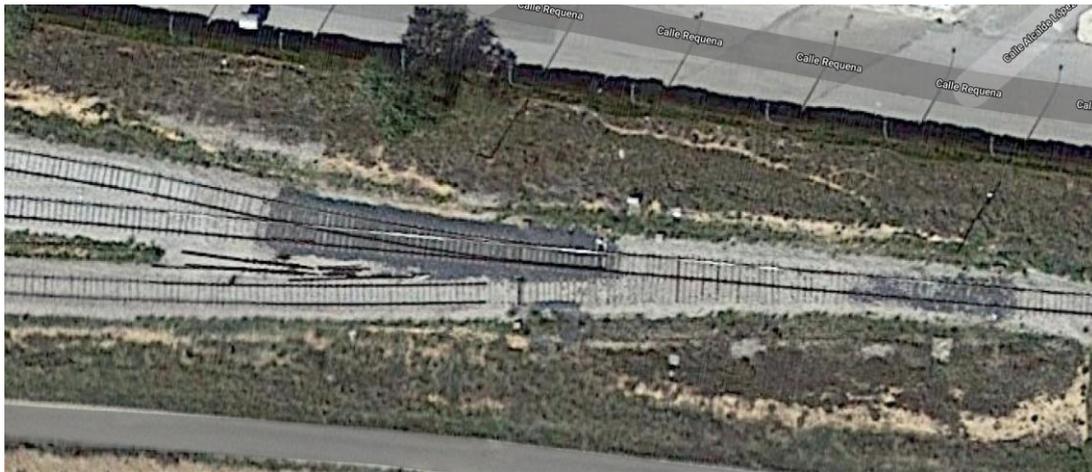


Figura 70. Detalle desconexión vía de apartado, lado este [Fuente: Google Maps]

Tampoco se cuenta con vía paralela al tratarse de trazado con vía única, por lo que no es posible interrumpir el tráfico de la vía con un corte permanente o por largos periodos de tiempo. En su lugar deberán solicitarse cortes de vía nocturnos y devolver el servicio a la vía al amanecer para el paso de los trenes de Media Distancia que prestan servicio en la línea.

Inicialmente se planteó la posibilidad de llevar a cabo la renovación mediante tren de renovación y desguarnecedora debido al elevado rendimiento de este sistema y al hecho de no disponer de vía paralela. En tal caso lo habitual es que, durante la renovación de una vía, si esta se realiza con desguarnecedora, el desguarnecido sea la primera fase a ejecutar debido a que ello previene el potencial daño ocasionado por la cadena que retira el balasto a las traviesas nuevas ya instaladas. Adicionalmente los esfuerzos introducidos al carril debidos al levantamiento de este por la máquina para poder desguarnecer bajo las traviesas, se consideran indeseables, máxime habida cuenta de que se trata de un carril de reciente instalación. Pese a ello la ventaja económica de realizar el desguarnecido tras la sustitución de traviesas y carril compensa estos efectos, manifestándose en un mayor rendimiento tanto de la desguarnecedora al circular sobre carril y traviesas renovadas, que reducen su probabilidad de atasco, como del tren de cinta de renovación, el cual puede llegar a ser más de dos veces superior al de la desguarnecedora, pudiendo quedar grandes longitudes de vía tras el tren de cinta ya renovadas a la espera de la renovación del balasto.

En nuestro caso, debido al estado tan precario de la vía, sus traviesas y en especial de sus sujeciones, es posible que, al realizar el levantamiento de la vía con la desguarnecedora, muchas traviesas se desprendan parcial o totalmente de la vía levantada, por lo que es desaconsejable el empleo de esta máquina, así como tampoco lo es emplear tren de renovación. En ambos casos las dos máquinas sufrirían constantes atascos e interrupciones en el proceso de renovación que bajarían los rendimientos, encareciendo la operación; rendimientos que *a priori* habrían sido el motivo capital por el que se habría optado por este sistema de renovación.

Por otra parte el rendimiento del empleo de un sistema de pórticos sería *a priori* excesivo, ya que las vaicares que ejecutarían en este caso el reemplazo del balasto usado por nuevo, no podrían rendir a un nivel semejante, por lo que no podrían renovar el balasto al mismo ritmo que los pórticos harían lo propio con el carril y traviesas.

Por todo lo anterior se descarta el sistema con tren de renovación, así como el empleo de desguarnecedora. Sí se empleará bateadora para el bateo de la vía. Dado que no es

necesariamente imprescindible garantizar un gran rendimiento de renovación en este tramo, debido a su escaso tráfico y relativamente baja importancia comparativa de la línea, se puede emplear y se propondrá el sistema de renovación por parejas y renovación de balasto, ambos mediante retroexcavadora bivial (vaicar).

Como se ha comentado la escasa presión comercial existente en la línea y el bajo rendimiento requerido, favorecen el empleo de este sistema, el cual ha sido empleado en renovaciones como la línea entre Barcelona y Gerona.

Entre las ventajas del sistema por vaicares se encontraría que, al no disponer de vía paralela en el tramo de estudio, no hay necesidad de tener que asegurar la estabilidad de ésta al retirar el balasto. Una ventaja adicional a este sistema es que al retirar el balasto es posible comprobar el estado del terreno bajo este, así como de los sistemas de drenaje, por si hubiera que realizar limpieza o reparaciones en los mismos.

Al igual que en otros sistemas persiste la necesidad de solicitar corte de vía para realizar los trabajos tras lo que, tras finalizar cada jornada, se restaurará el tráfico ferroviario.

El aspecto más negativo del empleo de este sistema es, como ya se ha dicho, el bajo rendimiento del mismo, el cual se estima entre 36 y 54 metros por hora (dos o tres tramos premontados de 18 m).

#### 4.1.2. Montaje de tramos premontados (parejas)

Siguiendo la norma NAV 3-1-2.1 de ADIF las traviesas monobloque se separarán 60 cm, lo que arroja un total aproximado de 21.848 traviesas a emplear en la renovación.

Las traviesas a emplear serán monobloque de hormigón pretensado, con las siguientes características técnicas:

- Peso: 300 kg
- Longitud: 2,60 m
- Anchura: 0,30 m
- Altura: 0,24 m bajo patín de carril
- Fijación al carril mediante sujeciones elásticas con clip SKL-1, tirafondo nº 9 y vaina Sdü21 para PR-90 o tornillo T-2 y vaina V-2 para PR-01. En la actualidad se está utilizando un sistema para las PR-01 (sujeción AV1) compuesto por Clip SKL-1, tirafondo AV-1, Vaina antigiro extraíble, placa elástica de asiento PAE de 7 mm de espesor, placas acodadas ligeras A2.
- En ancho nacional soporta 22,5 t/eje.

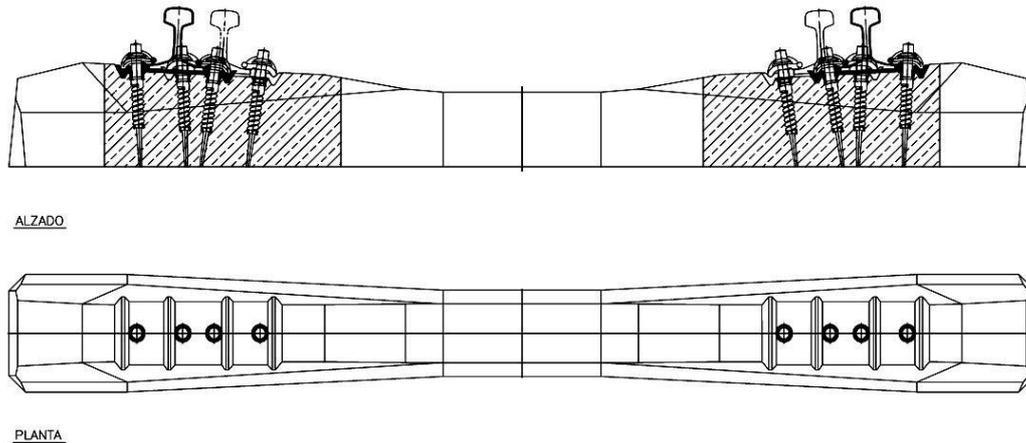


Figura 71. Dibujo esquemático de traviesa monbloque

Dado que existe un importante acopio de estas traviesas en la estación de Utiel no se prevé el uso de traviesas adicionales a las ya existentes.

La pareja una vez montada consistirá en dos cupones de carril paralelos, de 18 m de longitud, sobre los que se colocarán 20 traviesas de unión, separadas 0,6 m entre ellas y 0,3 m de los extremos del cupón. De esta manera al conectar dos parejas la distancia entre traviesas consecutivas en la unión mantendrá los 0,6 m de separación.

#### 4.1.3. Retirada de carril y traviesas por parejas

Las distintas fases del proceso constructivo serán por tanto como sigue y se ilustra en las figuras a continuación:

En primer lugar se montarán en la estación de Utiel los tramos premontados de vía de 18 m de longitud, aprovechando el espacio disponible y las traviesas monoblock existentes en la propia estación.

Ya en la traza se comenzará la renovación en sentido Utiel-Camporrobles (sentido contrario al avance de los P.K.). Esto se debe a la ubicación de los lugares de acopio existentes y a la mejor accesibilidad a la obra que se generará con la propia renovación para el avance de esta.

Tras el necesario corte de tráfico concedido por ADIF cada jornada, se comenzará cortando el carril manualmente mediante soplete, en cupones de 18 m de longitud (parejas), los cuales serán izados por sendas vaicares ubicadas en sus extremos. Cualquier traviesa o elemento de sujeción desprendido durante la operación será recogido manualmente por los operarios o con ayuda de las propias vaicares. La pareja retirada será transportada al vagón plataforma para su retirada.

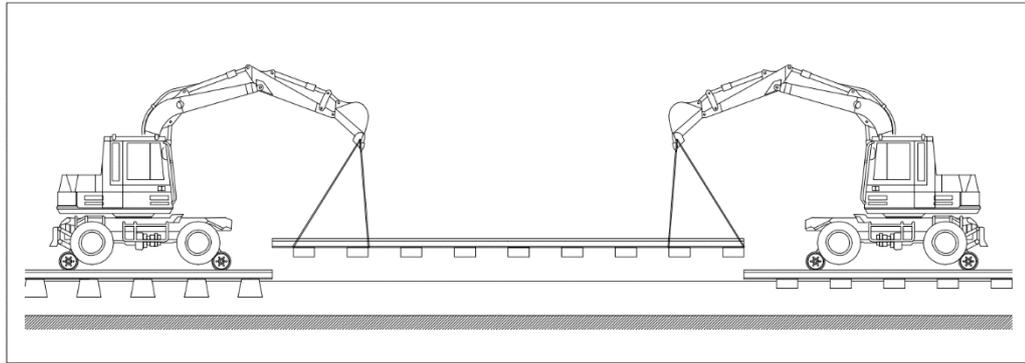


Figura 72. Izado de vía existente por parejas con vaiacar [Fuente: elaboración propia]

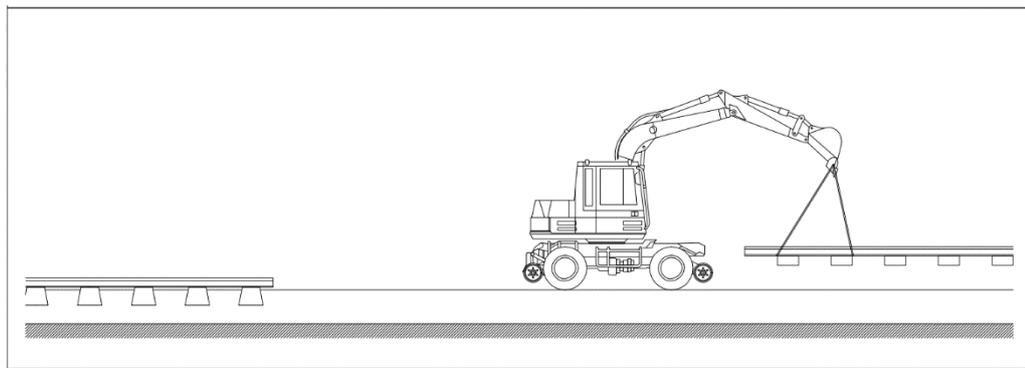


Figura 73. Izado de vía existente por parejas con vaiacar 2 [Fuente: elaboración propia]

#### 4.1.4. Desguarnecido de vía

Cuando se hayan levantado un total de 4 parejas la plataforma se retirará, mientras las vaicar comienzan a retirar el balasto, el cual se cargará en camiones volquete para su retirada a acopio de obra. Alternativamente, donde esto no pueda ser realizado se empleará pala cargadora y tolvin con diploris para retirar el balasto y dejar la plataforma limpia, llana y lista para recibir el nuevo balasto.

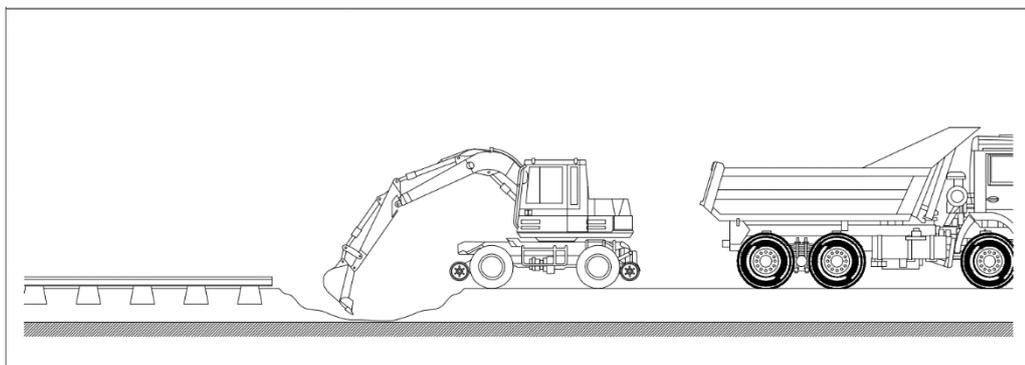


Figura 74. Retirada de balasto a renovar por vaiacar [Fuente: elaboración propia]

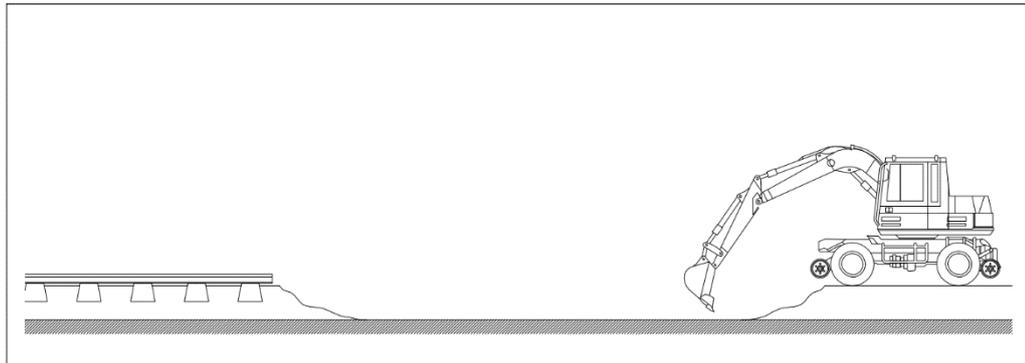


Figura 75. Retirada de balasto a renovar por vaiacar 2 [Fuente: elaboración propia]

#### 4.1.5. Primer vertido y extendido de nuevo balasto

A continuación se dispondrá la lámina de fieltro anticontaminación de material geotextil y se verterá el balasto nuevo mediante tolvas de vertido lateral, extendiéndose con pala cargadora. Dado que no se reaprovechará el balasto retirado debido a su estado de gran deterioro, se repondrá el volumen completo de la traza a renovar, cuya cubicación es de 49.806,33 m<sup>3</sup> incluido el segundo vertido, descrito en el apartado 4.1.7 *Segundo vertido de balasto*.

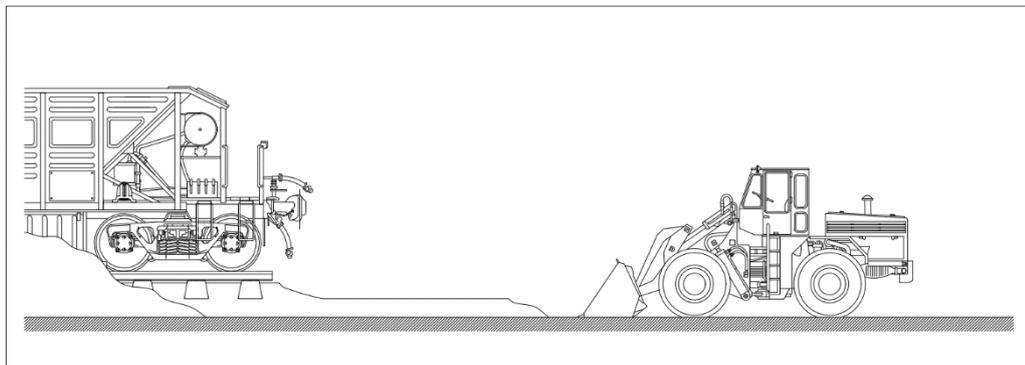


Figura 76. Vertido primera capa nuevo balasto y extendido [Fuente: elaboración propia]

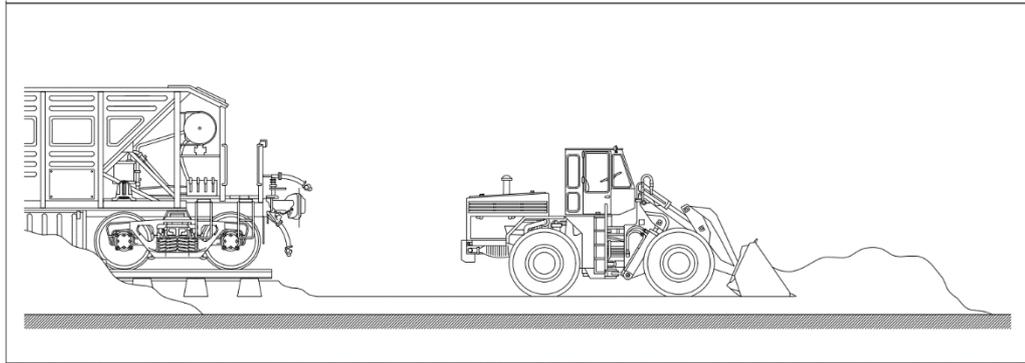


Figura 77. Extendido de nuevo balasto [Fuente: elaboración propia]

#### 4.1.6. Montaje de vía por parejas

Tras el extendido del balasto se procederá al transporte a obra de las nuevas parejas a colocar, las cuales serán colocadas por las vaicar.

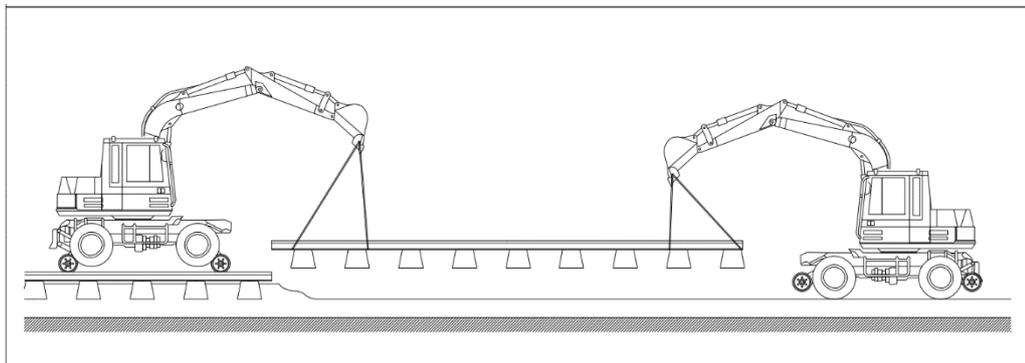


Figura 78. Colocación vía nueva por parejas [Fuente: elaboración propia]

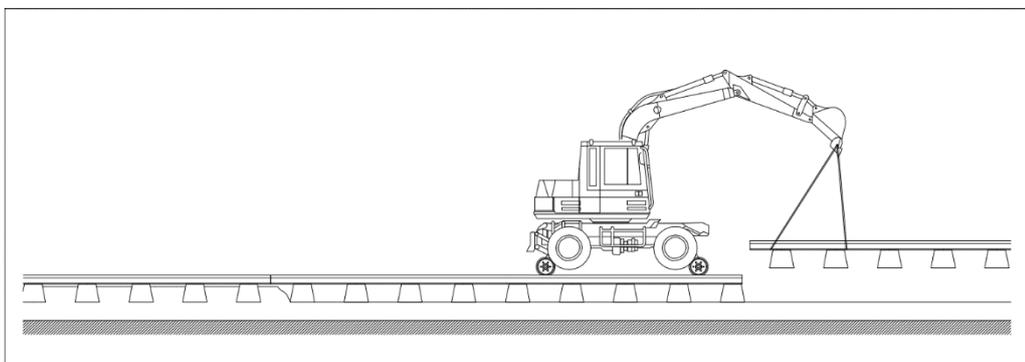


Figura 79. Colocación vía nueva por parejas 2 [Fuente: elaboración propia]

Con los carriles correctamente alineados, se colocarán bridas de unión entre estos provisionales, para más adelante realizar las soldaduras en las juntas.

#### 4.1.7. Segundo vertido de balasto

Tras el soldado de los carriles se realizará el segundo vertido de balasto desde tolvas, de manera que las traviesas queden adecuadamente cubiertas a la espera del bateo posterior.

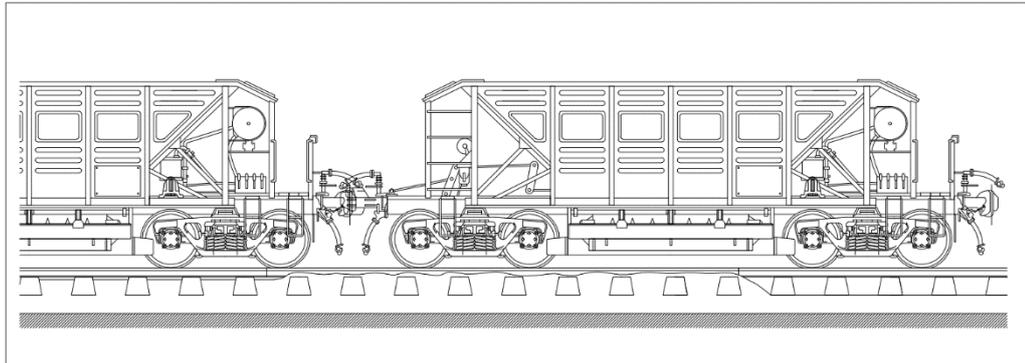


Figura 80. Vertido segunda capa de balasto nuevo desde tolva [Fuente: elaboración propia]

#### 4.1.8. Alineación, bateo y reperfilado de vía

y las posteriores neutralizaciones, bateo, alineación y reperfilado.

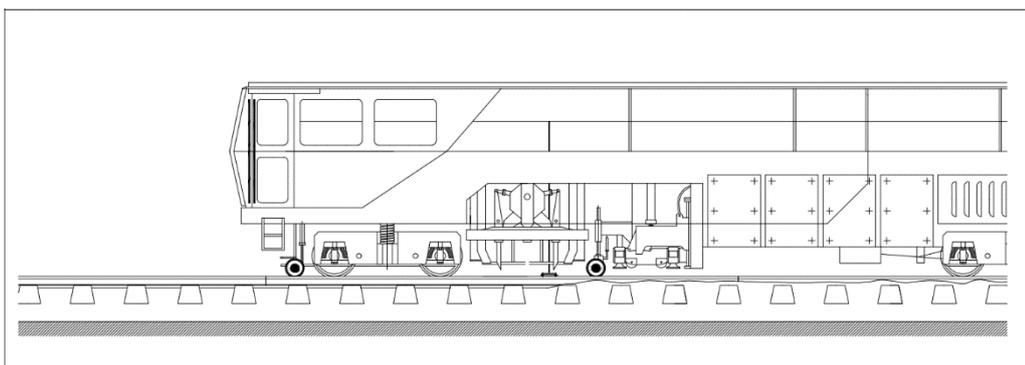


Figura 81. Bateo, perfilado y alineado de balasto y vía [Fuente: elaboración propia]

No se prevé realizar ampliación de plataforma a lo largo del trazado; únicamente la creación de nueva desde el P.K. 2+900 al 6+782 E.A.M.

#### 4.1.9. Zonas auxiliares de almacenamiento y acopio

Para esta obra por fortuna se dispone de amplias zonas susceptibles de ser empleadas como áreas de acopio de materiales tales como balasto nuevo y viejo, parejas de vía usadas y nuevas, estacionamiento de maquinaria, etc. Lamentablemente la ubicación no es la más óptima, ya que se encuentran lejos de la zona central de la obra, lo que obligará a realizar largos desplazamientos de la maquinaria y materiales al lugar de empleo en obra.

En Utiel se contaría con las dos áreas siguientes:

Estación de Utiel: (11.900 m<sup>2</sup>)



Figura 82. Zona auxiliar de acopio 1

Zona auxiliar de acopio 2: (30.900 m<sup>2</sup>)



Figura 83. Zona auxiliar de acopio 2

Tal y como se ha indicado en el apartado 4.1.1 *Justificación del sistema elegido*, en caso de ser necesario se podrá disponer de la vía de apartado de la estación de Camporrobles previa restitución de al menos uno de los dos desvíos de la misma.

## 5. Modificación del trazado zona norte

El trazado por el que discurre actualmente la vía en el tramo de estudio es en general adecuado; no obstante se propone la modificación en planta de las dos grandes curvas ubicadas al norte, siendo sus números 4 y 12 según estado de alineaciones original, con el objetivo de ampliar la velocidad de la vía hasta los 160 km/h.

### 5.1. Mejora del trazado en planta

Debido a las particulares características de las curvas nº 4 y 12 según estado de alineaciones original (ver *Anexo 1: Cálculos*), ubicadas en los P.K. 4+419,95 y 5+861.82 E.A.O. respectivamente, se hace imprescindible su modificación para adecuarlas a una velocidad máxima de circulación de 160 km/h. Ello se ha diseñado unificándolas en una única curva de radio mucho mayor (1.990 m frente a 985 y 960 m de las originales), de manera que se cumple la limitación impuesta por la norma de ADIF NAV 0-2-0.0. donde se especifica un radio mínimo de 1.300 m para velocidad de circulación máxima de 160 km/h.



Figura 84. Planta trazado original curvas nº 4 y 12 a adaptar [Elaboración propia]

El resultado es una gran curva a la que se ha dotado de clotoides de longitud muy dispar. El motivo de ello obedece a la intención de preservar siempre que fuera posible los dos pasos elevados ubicados en los P.K. 5+344 (5+285 del trazado modificado) y 6+303 (6+229 del trazado modificado), objetivo que se ha logrado con la modificación propuesta.



Figura 85. Planta trazado modificado curva única [Elaboración propia]



Figura 86. Detalle modificación a realizar en planta [Elaboración propia]

A continuación se muestran los mencionados pasos elevados, los cuales no sufren alteración alguna con la modificación del trazado:



Figura 87. Paso elevado P.K. 5+344 (5+285 del trazado modificado).



Figura 88. Paso elevado P.K. 6+303 (6+229 del trazado modificado)

Tanto esta curva (nº 4 del estado de alineaciones del trazado modificado), como la número 6 cumplen con todas las limitaciones impuestas por la norma NAV 0-2-0.0 de ADIF, tal y como se muestra en el apartado 3 del Anexo 1: Cálculos.

Como consecuencia de lo anterior ha sido necesario modificar múltiples pequeñas curvas del trazado original próximas a las dos curvas modificadas, suprimiéndolas en su mayoría para dejar un trazado lo más recto posible o ampliando sus radios aparentes. De esta manera se ha modificado el subtramo hasta la curva nº30 del Estado de Alineaciones del trazado original, sin incluir esta, ubicada en el P.K. 6+982.31, la cual pasa a ser la alineación nº 10 en el P.K. 6+909.69 en el Estado de Alineaciones del trazado modificado.

## 5.2. Mejora del perfil longitudinal

La mejora en el perfil longitudinal consistirá en dotar a todo el tramo modificado en planta (entendiendo este como el entorno de las curvas nº 4 y 12) de pendientes y acuerdos verticales que cumplan con lo prescrito en la normativa. Únicamente se modificará el perfil longitudinal del P.K. de obra 2+900 al 6+782, quedando el resto del trazado en el estado actual en que se encuentra.

Se ha comprobado que con la modificación del trazado en alzado las cota bajos los siguientes pasos elevados sufren las siguientes modificaciones:

- P.K. 5+344 (5+285 del trazado modificado) asciende únicamente 40 cm respecto a la cota original.

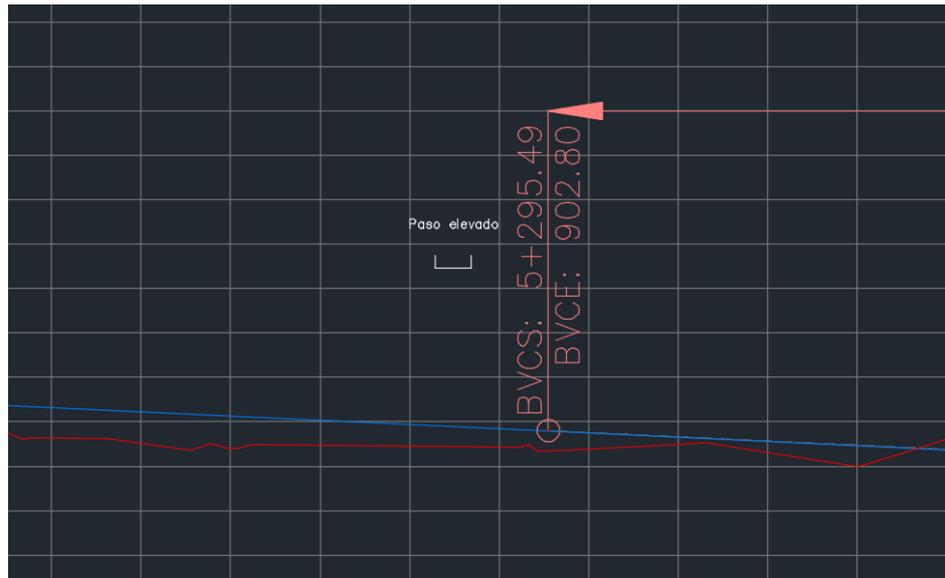


Figura 89. Aumento de cota bajo paso elevado en P.K. 5+344 por modificación trazado en alzado

- P.K. 6+303 (6+229 del trazado modificado) la cota del trazado modificado queda ligeramente por debajo del nivel de la rasante original. Nota: la falsa y súbita elevación mostrada en el relieve del perfil original se debe a la detección del radar topográfico del propio paso elevado, por lo que debe considerarse como cota original la del entorno de dicha elevación.

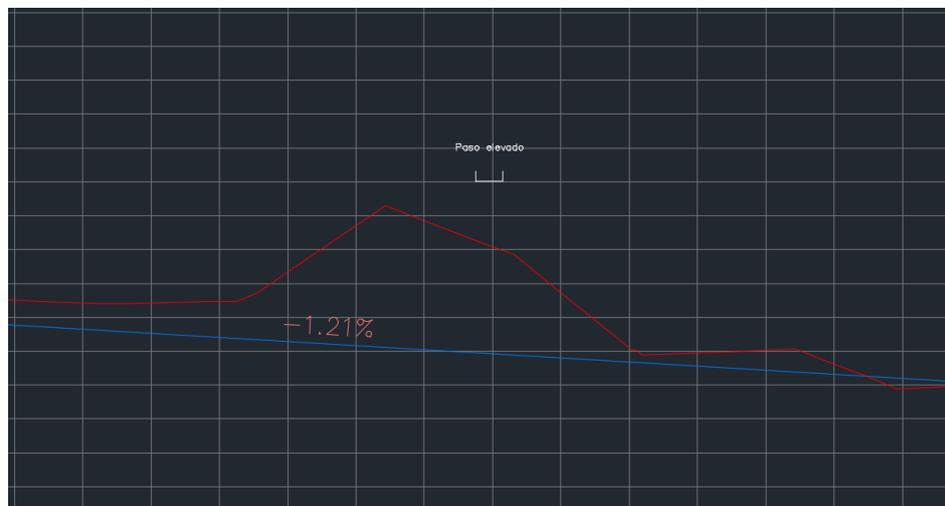


Figura 90. Aumento de cota bajo paso elevado en P.K. 6+303 por modificación trazado en alzado

- Las dos obras de drenaje ubicadas en los P.K. 6+125 y 6+329 del trazado modificado tampoco se ven afectados, dado que la cota de la nueva vía en el

caso de la primera es superior a la original y en la segunda apenas reduce su cota en 30 cm.

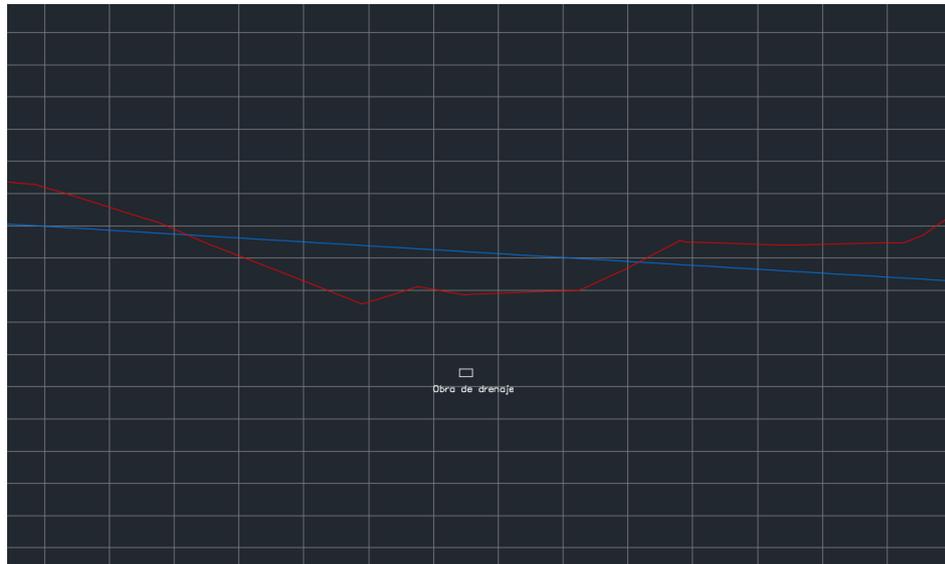


Figura 91. Cota obra de drenaje en P.K. 6+125 (E.A.M.)

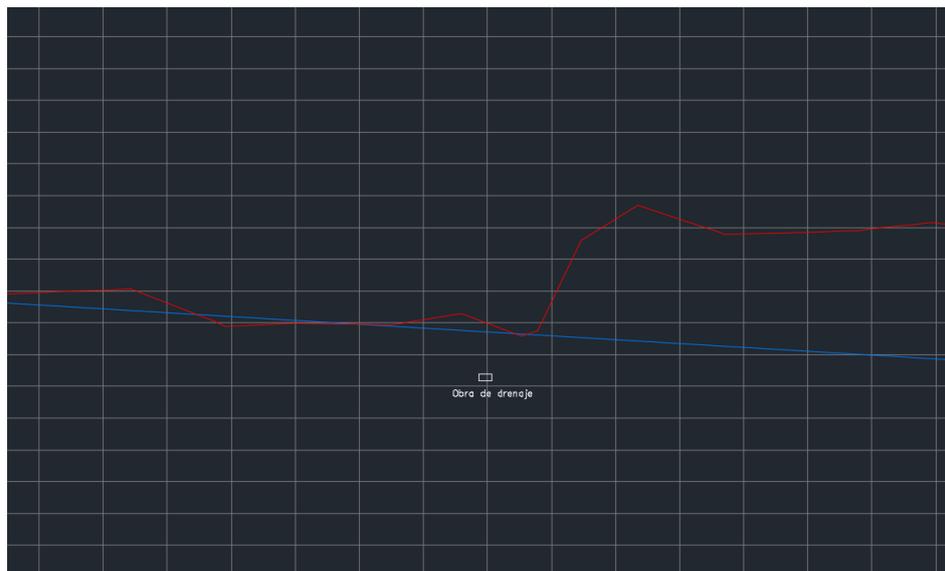


Figura 92. Cota obra de drenaje en P.K. 6+329 (E.A.M.)

Por todo lo anterior no será necesario realizar modificaciones en ninguna de las obras de drenaje o pasos elevados o inferiores presentes en la zona a modificar en alzado.

### 5.2.1. Construcción obra drenaje transversal

Dado que existe una forma tipo cauce con pendiente hacia el norte y que desemboca en la obra de drenaje del P.K. 5+966 E.A.O. se ha previsto la construcción de una pequeña obra de drenaje en el P.K. 5+895 E.A.M. de manera que emboque a la ya existente y que no se demolerá en la presente actuación.

La obra de drenaje tendrá las siguientes características y dimensiones, derivadas de su predimensionamiento:

- Acero B500S para armaduras.
- Hormigón de limpieza HL-150P/20.
- Hormigón HA-25/P/IIa.
- 9,5 m de largo x 3,5 de ancho x 2,5 m de alto.
- Sección hidráulica de 8,75 m<sup>2</sup>.

El motivo de dotarla de las dimensiones anteriores obedece a la intención de que posea una sección hidráulica similar a la ya existente, con mayor ancho para permitir un mayor caudal con cada incremento de cota en el nivel de la lámina de agua a fin de evitar una potencial acumulación de agua al sur de la obra. También la reducida cota final de la vía ha contribuido a orientar la mayor dimensión en sentido horizontal, ya que de otra manera habría sido necesario realizar una excavación mayor en el terreno. Adicionalmente y, pese a no ser su objetivo ni fin, las dimensiones seleccionadas permitirían cruzar la vía a un vehículo turismo tipo en caso de ser absolutamente imprescindible.

El cálculo definitivo y detallado de las dimensiones de esta obra se llevará a cabo en proyecto, por lo que ésta se encuentra sujeta a las eventuales modificaciones que en ella puedan producirse. Igualmente si se estima oportuno por valoración coste-beneficio podría sustituirse dicha obra por un marco prefabricado de hormigón con similares dimensiones.

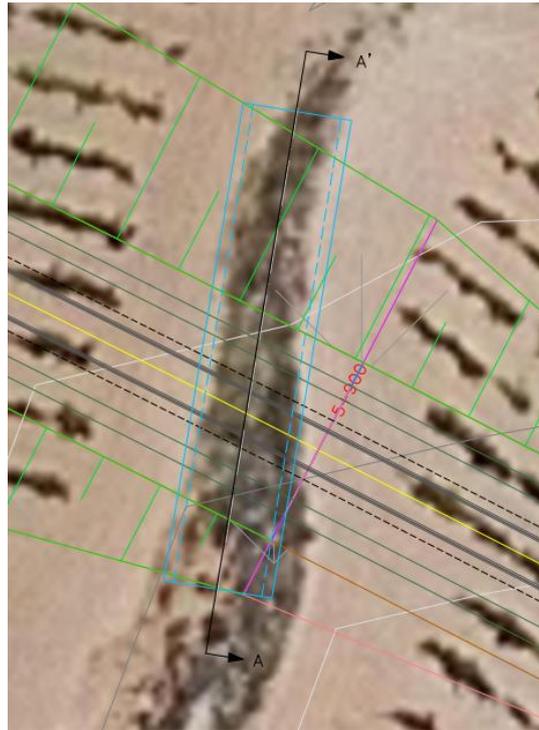


Figura 93. Vista en planta obra drenaje P.K. 5+895

Vista sección A-A':

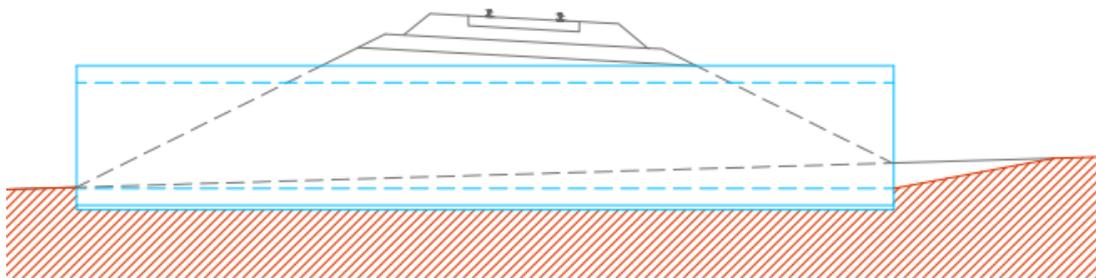


Figura 94. Vista sección A-A' obra drenaje P.K. 5+895

Vista en perfil:

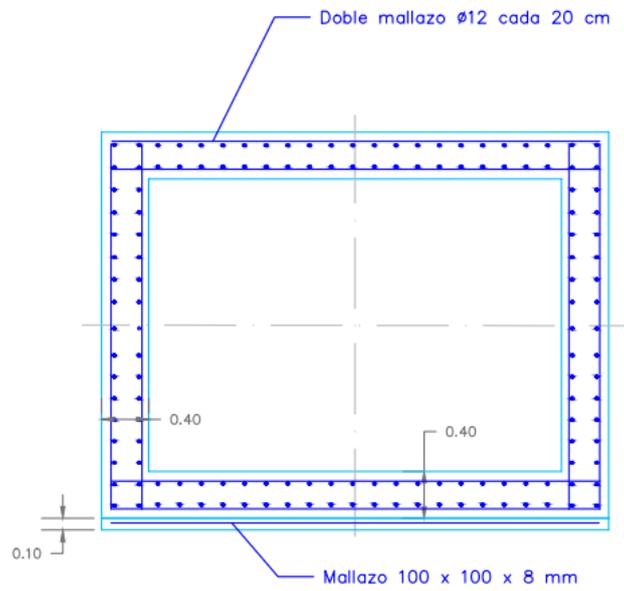


Figura 95. Vista perfil obra drenaje P.K. 5+895

Vista en planta:



Figura 96. Vista en planta obra drenaje P.K. 5+895

Vista en alzado:



Figura 97. Vista en alzado obra drenaje P.K. 5+895

El volumen de excavación resultante a realizar será de 71,86 m<sup>3</sup>:

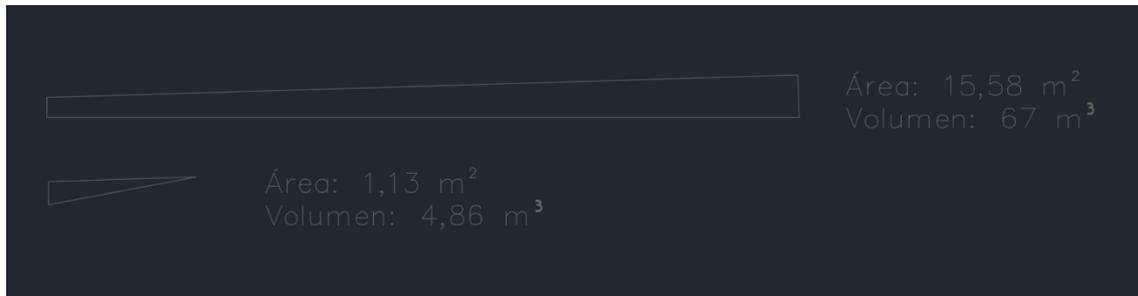


Figura 98. Volumen de excavación a realizar obra drenaje P.K. 5+895

### 5.3. Modificaciones de la sección transversal

Según la norma NAV 0-2-0.0 de ADIF la plataforma a proporcionar a la parte del trazado que será modificada en planta debe contar con un ancho de 9,0 m en el caso de ejecutarse en trinchera y de 7,9 m en terraplén. El balasto a emplear será de tipo A y debe contar con las siguientes dimensiones: anchura de hombro lateral de banqueta de 90 cm, pendiente de banqueta de 5/4, espesor mínimo bajo traviesa de 25 cm y de subbalasto de 25 cm igualmente. Se deberá dejar una banda lateral donde sea posible de 3 m de ancho para caminos de servicio y otras construcciones.

#### 5.3.1. Espesores de la capa de asiento

Atendiendo a la *Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3* y en base a lo indicado en el apartado 3.1 *Estudio geológico y de suelos*, el tipo de plataforma del tramo de estudio sería QS2 excepto las zonas con códigos 9 y 21 en la cartografía geológica, las cuales son susceptibles de ser clase QS1 e incluso QS0 en el caso de la 9, zona ubicada en la curva nº 4 del estado de alineaciones del trazado modificado. Ello se conocerá con el resultado de los ensayos geotécnicos previstos en el apartado 3.2 *Estudio geotécnico*. A falta del resultado de dichos ensayos se propone como hipótesis la adopción de las categorías QS2 para la mayoría del trazado y QS1 para las zonas anteriormente expuestas.

Para la plataforma se ha supuesto una categoría P2, esto es, de capacidad portante media.

Empleando el procedimiento de cálculo establecido en la IF-3 se ha obtenido un tráfico potencial futuro de la línea de 4.280 t/día, por lo que esta formaría del grupo 6 que establece la IF-3.

Los espesores de la capa de asiento quedarán por tanto como se muestra en la siguiente tabla, pudiendo comprobarse su cálculo en el *Anejo 1: Cálculos*.

	Espesor (m)
Balasto	0,30
Sub-balasto	0,35

Tabla 2. Espesores capa de asiento

El sub-balasto, siguiendo las prescripciones de la norma NAV 2-1-0.1, se formará con una capa de grava arenosa obtenida de los materiales de la propia traza, ya que posee ambos tipos de material. En caso de ser necesario se procedería al machaqueo de gravas para obtener la granulometría prescrita, así como el aporte de arena de suministrador en caso de no encontrarse la necesaria.

Tal y como indica la norma se tratará de que los parámetros del sub-balasto obtenido se aproximen lo máximo posible a los siguientes, para lo que se realizarán los oportunos ensayos:

- Deval seco > 12.
- Deval húmedo > 6.
- Coeficiente Los Angeles < 28.
- Se compactará capa de sub-balasto al 105 por 100 de la densidad del ensayo Proctor normal.

No se dispondrá capa anticontaminante al no tener plataforma de tipo P1, como prescribe la norma.

Sí se dotará de fieltro anticontaminante entre las capas de explanada y asiento, el cual será de material geotextil y espesor de 2 cm. Esta protección se aplicará a la traza al completo (19.663 m.l. E.A.M.)

### 5.3.2. Capa de forma

A tenor de lo descrito en el apartado anterior y atendiendo a la *Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3* no se hará necesario disponer de capa de forma en el trazado de nueva construcción.

### 5.3.3. Secciones-tipo

Quedarán por tanto las secciones transversales en la zona a modificar (P.K. 2+900 a 6+782 E.A.M.) como sigue, quedando el resto de la traza con los espesores de balasto especificados en el apartado anterior, pero sin sufrir modificación alguna la plataforma:

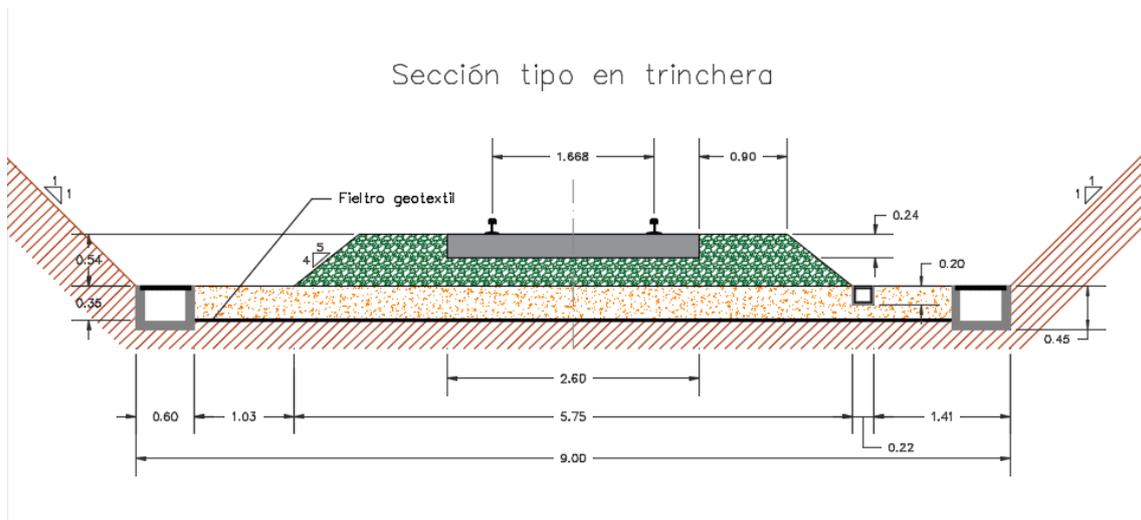


Figura 99. Sección tipo en trinchera

Obsérvese que se han dispuesto dos canaletas de drenaje de hormigón prefabricado con rejilla tipo *tramex*, en la capa de subbalasto, en los arranques de los taludes laterales. El objetivo es el de evacuar las aguas que, previsiblemente, descenderán por los taludes laterales del terreno. Nótese que la correspondiente al lateral izquierdo presenta una separación de un metro con respecto al pie del balasto; esta separación obedece a lo especificado en la norma NAV 0-2-0.0 y consiste en el espaciamiento de que se dota a la plataforma para poder albergar en un futuro los postes de catenaria cuando el trazado sea electrificado. También se ha dotado a la sección de una canaleta de vía convencional para cableado eléctrico.



Figura 100. Canaleta cableado servicios [Fuente: Adymar]



Figura 101. Canaleta de drenaje tipo tramex [Fuente: Adymar]

En cuanto a la sección en terraplén estas son sus características geométricas. Nótese que al tratarse de terraplén no son *a priori* necesarias las canaletas de drenaje, pudiendo además reducirse el ancho de la sección:

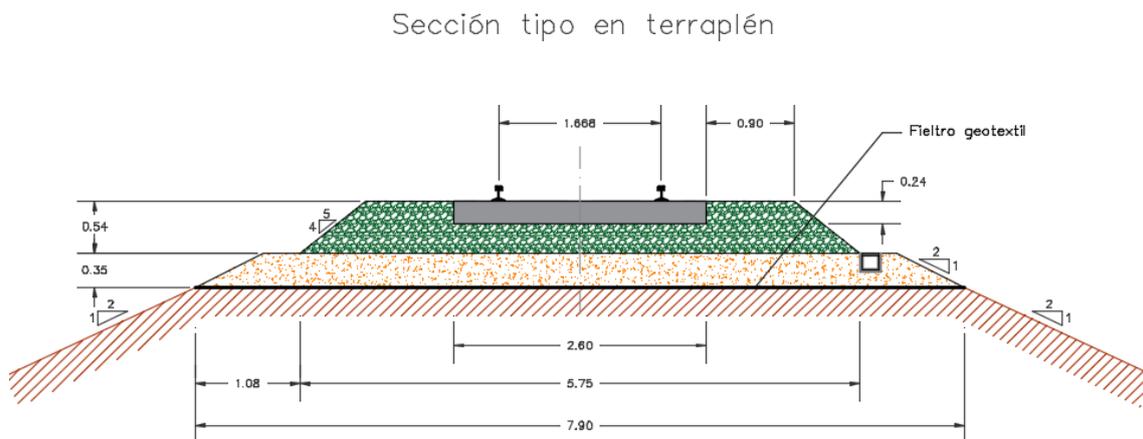


Figura 102. Sección tipo en terraplén

Se ha elaborado con mayor detalle ambas secciones-tipo, así como el conjunto de secciones transversales de la zona a modificar, cada 20 m, las cuales pueden consultarse en el *Documento 2: Planos*.

### 5.3.4. Peralte en curvas

En el tramo modificado en planta se ha dotado al trazado de peralte adecuado en curvas, eligiendo un valor dentro del intervalo establecido por la fórmula de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC):

$$D_{pr\acute{a}ctico} = a \frac{V_{max}^2}{R}$$

[V]=km/h; [R]=m y [D]=mm

Para líneas de tráfico mixto  $6,5 < a < 8$

Para líneas exclusivas de viajeros  $8 < a < 10$

Alineación	Intervalo peraltes UIC (mm)	Aceleración del viajero ( $< 1 \text{ m/s}^2$ )	Peralte teórico (mm)	Peralte seleccionado (mm)
Curva nº 2 (80 km/h)	84,90 (a = 6,5)	0,586 (s = 0,2)	178,94	92,0
	104,49 (a = 8,0)	0,781 (s = 0,6)		
Curva nº 4	83,62 (a = 6,5)	0,581 (s = 0,2)	176,24	90,0
	102,91 (a = 8,0)	0,775 (s = 0,6)		
Curva nº 6	20,80 (a = 6,5)	0,127 (s = 0,2)	43,84	25,0
	25,60 (a = 8,0)	0,169 (s = 0,6)		

Tabla 3. Peraltes curvas trazado modificado

Se ha comprobado para las curvas 4 y 6 del estado de alineaciones del trazado modificado que se cumplan todas las limitaciones prescritas por la norma NAV 0-2-0.0 de ADIF al tener velocidad de diseño máxima de 160 km/h, entre las cuales se encuentra la aceleración máxima percibida por el viajero ( $< 1 \text{ m/s}^2$ ), la aceleración máxima de elevación por el peralte, la variación máxima de peralte entre dos secciones del trazado consecutivas, la aceleración sin compensar, la máxima variación de dicha aceleración, la insuficiencia de peralte, así como la máxima variación en dicha insuficiencia de peralte. Ambas curvas se encontraban dentro de los límites para cada uno de los parámetros, como puede verse en el *Anexo 1: Cálculos*.

Alineación	Insuficiencia de peralte (mm)	Máxima insuficiencia de peralte (mm)	Aceleración sin compensar ( $< 0,65 \text{ m/s}^2$ )
Curva nº 2 (80 km/h)	86,94	115	0,488
Curva nº 4	86,24	176,24	0,484
Curva nº 6	18,48	43,84	0,106

Tabla 4. Cumplimiento limitaciones NAV 0-2-0.0



Figura 103. Curva nº4 estado alineaciones trazado modificado



Figura 104. Curva nº6 estado alineaciones trazado modificado

Las clotoides de que se han dotado tanto la curva nº4, como la 6 cumplen con las longitudes mínimas especificadas en la norma como se puede ver a continuación:

Curva nº4, clotoide 1ª:

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)		Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)
Longitud normal	$L_{norm1}$	107,86	2.050,45
	$L_{norm2}$	127,78	
Longitud mínima	$L_{mín1}$	88,99	
	$L_{mín2}$	109,56	
		2.020,00	

Tabla 5. Limitaciones longitud curva nº 4, clotoide 1ª

Curva nº4, clotoide 2ª:

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)			Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)
Longitud normal	L <sub>norm1</sub>	107,85	157,59	560,00
	L <sub>norm2</sub>	127,77		
Longitud mínima	L <sub>mín1</sub>	88,99		
	L <sub>mín2</sub>	109,56		

Tabla 6. Limitaciones longitud curva nº 4, clotoide 2ª

Curva nº6, clotoides 1ª y 2ª:

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)			Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)
Longitud normal	L <sub>norm1</sub>	29,96	52,81	650
	L <sub>norm2</sub>	27,91		
Longitud mínima	L <sub>mín1</sub>	24,72		
	L <sub>mín2</sub>	31,76		

Tabla 7. Limitaciones longitud curva nº 6, clotoides 1ª y 2ª

El resto de cálculos y cumplimiento de restricciones pueden consultarse, como ya se ha indicado, en el *Anexo 1: Cálculos*.

## 5.4. Proceso constructivo

Con objeto de impedir el paso de convoyes el menor tiempo posible, se ha previsto que la construcción de la nueva curva que sustituirá las originales nº4 y 12 del estado de alineaciones original, se inicie en el P.K. 6+280 (E.A.O.) al mismo tiempo que la renovación de la vía haga lo propio en el P.K. de obra 19+736,56 (E.A.O.)

Tras la retirada de cubierta vegetal, desbrozado, explanación y disposición de capas de forma, lámina de fieltro geotextil y capas de asiento, se ubicarán en su posición definitiva con vaiacares, las 46 parejas necesarias para completar la porción oriental de la curva, a excepción de los 4 últimos cupones del extremo (P.K. 6+280 a 6+352 E.A.O.), los cuales se dejarán en espera para ser soldados posteriormente al cupón de la prolongación de trazado original en dicho P.K. 6+280, en una única operación. En el extremo izquierdo de esta curva (P.K. 5+448 E.A.O.) se dejará del mismo modo una longitud de 72 m (4 parejas) para montar simultáneamente en la misma operación que se lleve a cabo el extremo derecho.

De esta forma está previsto poder devolver la circulación al trazado tras la jornada de corte nocturno, lográndose que el servicio no se vea interrumpido.

Para un correcto cierre de la curva y su clotoide de transición, será necesario ubicar la vía renovada en los P.K. posteriores al 6+280 en la posición definitiva, lo que originará

inicialmente un bajo confort de marcha debido a los desplazamientos horizontales originados. Para mitigarlos se limitará a 40 km/h la velocidad en el tramo afectado hasta que se consume la unión de la nueva curva con el trazado renovado.



Figura 105. Modificación parte curva nº 12

La porción occidental de la curva se ejecutará de manera análoga: en primer lugar se colocarán las 106 parejas que conformarán la sección de curva y tras el montaje de la plataforma y capas de forma. A continuación, se repetirá el procedimiento empleado en la sección oriental, en ambos extremos: el derecho (P.K. 5+088 a 5+160 E.A.O.) verá montadas sus 4 parejas finales en una única operación conjuntamente con el extremo izquierdo (P.K. 3+107 a 3+179 E.A.O.) De nuevo se prevé poder restablecer el tráfico al finalizar la jornada nocturna.



Figura 106. Modificación parte curva nº 4

Tras la construcción de la curva completa se procederá a la demolición del trazado inutilizado para eliminar el efecto barrera que este genera en el entorno.

## 5.5. Movimiento de tierras

Se ha previsto un movimiento de tierras a lo largo del trazado a modificar en planta y alzado (de P.K. 2+900 a P.K. 6+782 E.A.M.) tal como se muestra en la tabla a continuación:

	Volumen terraplén (m <sup>3</sup> )	Volumen desmonte (m <sup>3</sup> )
TOTAL	3.552,01	55.079,33

Tabla 8. Volumen de desmonte y terraplén

Se observa que la actuación implica un volumen de extracción de tierras muy superior al de aporte, por lo que no será necesario traer tierras de otros lugares. Será, eso sí, necesario trasladar a vertedero el excedente resultado de restar el volumen de desmonte menos del de terraplén, quedando un volumen final a llevar a vertedero de 51.527,32 m<sup>3</sup>. Dado que es un volumen que haría necesario el empleo de aproximadamente 2.450 camiones bañera de 21 m<sup>3</sup> de capacidad para su traslado a vertedero, se propone su almacenamiento en el área de acopio n<sup>o</sup>2 para su uso futuro en las sucesivas modificaciones de vía a partir de la estación de Camporrobles. Se ha previsto acopiar dicho material en un espesor de 3 m, de manera que ocupará 17.175,77 m<sup>2</sup> de un total de 30.855,16 m<sup>2</sup> que posee la mencionada área de acopio.

En el *Documento 2: Planos* se adjunta tabla con las cubicaciones obtenidas con el software informático Civil3D.

## 5.6. Afecciones a otras infraestructuras

La modificación de las curvas anteriormente mencionadas se ha diseñado de manera tal que evite la afección a otras infraestructuras tales como carreteras, vías verdes, vías pecuarias, pasos elevados y otros. Pese a ello en el P.K. 4+850 del estado de alineaciones de la mejora la vía discurrirá tangente al camino asfaltado CV-4702 existente, por lo que será necesario retranquear ligeramente este de manera que se permita la ubicación de la plataforma de vía. Del mismo modo se reubicará la actual barrera de seguridad metálica existente en el camino, de 80 m de longitud, al punto de tangencia entre ambas infraestructuras. Dado que el camino presenta un ensanchamiento importante en la zona de tangencia, que posee otras curvas similares sin sobreancho y que tras la ubicación del talud de desmonte de la traza este conserva el ancho anterior y posterior a la curva, no será necesario *a priori* aglomerar para dotar de anchura suficiente al camino tras la reubicación de la traza ferroviaria.



Figura 107. Tangencia trazado ferroviario - camino CV-4702 existente en P.K. 4+850 del trazado modificado [Elaboración propia]



Figura 108. Vista de Google StreetView CV-4702 en punto de tangencia [Fuente: Google StreetView]



Figura 109. Barrera de seguridad metálica existente en CV-4702 [Fuente: Google Maps]

A continuación se muestra como quedará el camino (azul claro) y el talud de desmonte de la traza ferroviaria (rojo). También la barrera de seguridad metálica original reubicada.



Figura 110. Ocupación y retranqueo camino CV-4702 [Elaboración propia]

En cualquier caso de ser necesario dotar al camino de un nuevo sobrecancho por un eventual tráfico elevado de pesados este sería sencillo de realizar.

Adicionalmente se ha observado la necesidad de dotar de una obra de drenaje al talud de terraplén del P.K. 5+900 E.A.M., para el paso de agua por la vaguada transversal a la traza. Ello se propone se realice con tubería de hormigón prefabricado de 1 m de diámetro y 18 m de longitud.



Figura 111. Obra de drenaje a ejecutaren P.K. 5+900 [Elaboración propia]

## 5.7. Expropiaciones previstas

Las siguientes propiedades podrían verse sujetas a fenómenos expropiatorios en razón de interés público, con el fin de variarse el trazado de la vía en las curvas previstas:

- Parcelas de la 100 a la 66, 438, 437, 425, 375, 456, 412, 411, 407 del Polígono 9, LAVAJOS. CAMPORROBLES (VALENCIA)

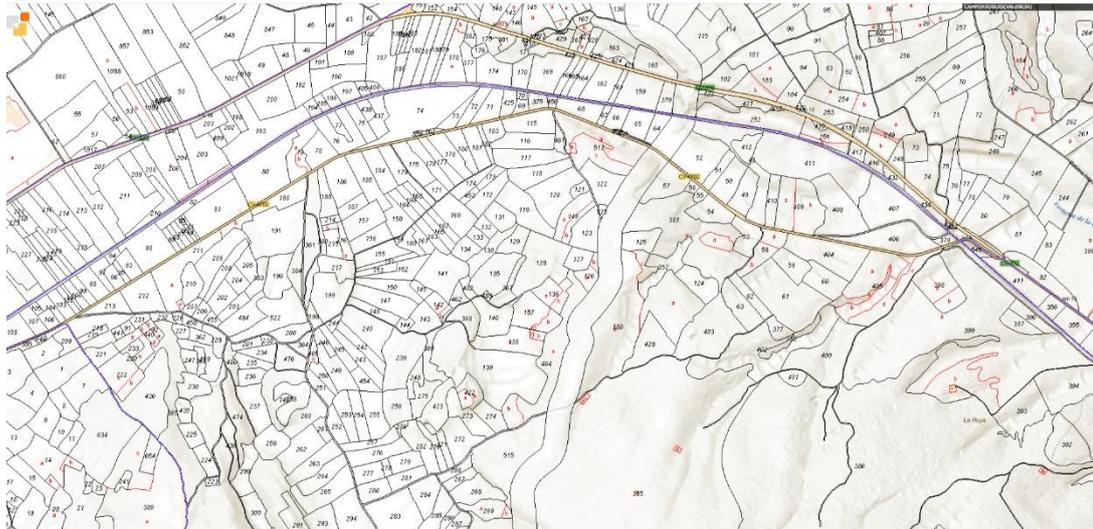


Figura 112. Parcelas sujetas a posible expropiación por modificación del trazado [Fuente: Catastro]

Se ha estimado la superficie a expropiar en Civil3D, siendo ésta de 24.346 m<sup>2</sup>. Consultada la cartografía SIOSE 2.015 del *Institut Cartogràfic Valencià* se comprueba como la superficie a expropiar consta de los siguientes tipos: mosaico de cultivos (10%), viñedo (70%), pastizal (15%), matorral (5%).

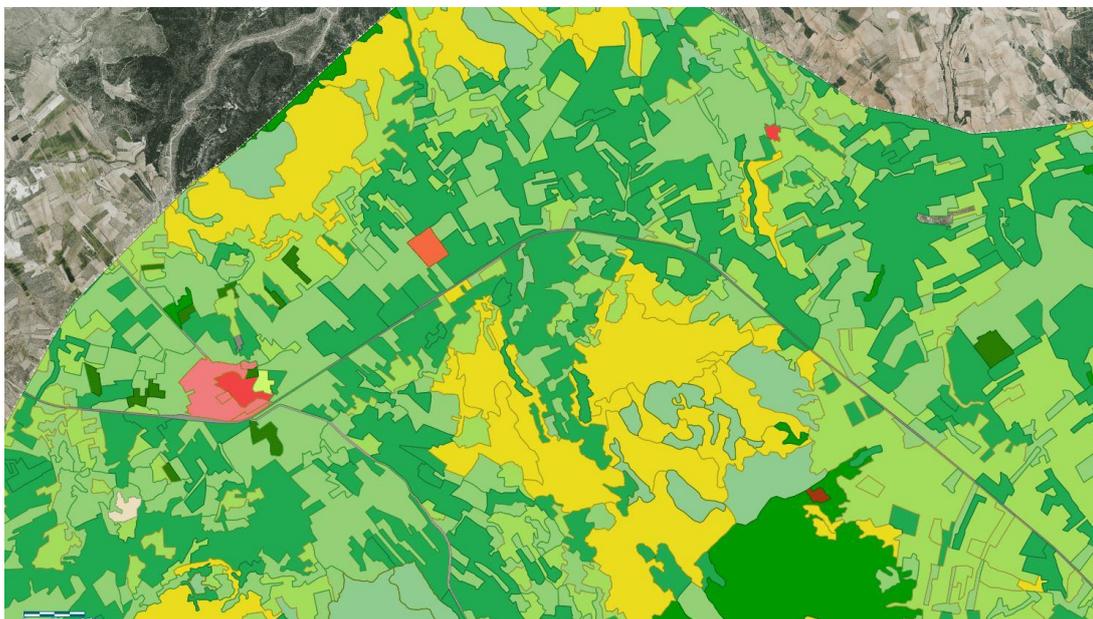


Figura 113. Mapa de usos del suelo SIOSE 2.015 [Fuente: Institut Cartogràfic Valencià]

Atendiendo a los precios unitarios según uso del suelo presentes en la siguiente tabla, se obtiene el importe de expropiación aproximado de la *Tabla 9*.

	PRECIO UNITARIO (€/m2)
Arrozales	4,0 (€/m2)
Bosques de coníferas	1,5 (€/m2)
Frutales	8,0 (€/m2)
Instalaciones deportivas y recreativas	75,0 (€/m2)
Matorral boscoso de transición	1,0 (€/m2)
Matorrales esclerófilos	1,0 (€/m2)
Mosaico de cultivos	3,0 (€/m2)
Pastizales naturales	1,5 (€/m2)
Redes viarias, ferroviarias	0,0 (€/m2)
Tejido urbano continuo	150 (€/m2)
Tejido urbano discontinuo	75,0 (€/m2)
Terrenos agrícolas, con vegetación natural	2,0 (€/m2)
Terrenos regados permanentemente	6,0 (€/m2)
Viñedos	3,0 (€/m2)
Zonas de extracción minera	75,0 (€/m2)
Zonas en construcción	75,0 (€/m2)
Zonas industriales o comerciales	100 (€/m2)

Figura 114. Cuadro precios usos del suelo [Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana]

	Porcentaje	Superficie (m <sup>2</sup> )	P. unitario (€/m <sup>2</sup> )	Precio (€)
Mosaico de cultivos	10%	2.434,60	3,00	7.303,80
Viñedo	70%	17.042,20	3,00	51.126,60
Pastizal	15%	3.651,90	1,50	5.477,85
Matorral	5%	1.217,30	1,00	1.217,30
	100%	24.346,00	<b>TOTAL</b>	<b>65.125,55</b>

Tabla 9. Usos suelos susceptibles de expropiación

Por tanto el importe estimado correspondiente a expropiaciones será de **SESENTA Y CINCO MIL CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS**, el cual será incorporado al presupuesto correspondiente en el apartado 9 *Valoración económica*.

## 6. Instalación sistema de Bloqueo Automático de Vía Única, sistema ASFA y C.T.C.

Aprovechando la actuación a realizar se propone la actualización del sistema de bloqueo telefónico existente en el tramo de estudio por un sistema de Bloqueo de Liberación Automática de vía Única (BLAU) más moderno, seguro y que requiere de menor nivel de intervención humana; además posee la ventaja adicional de que permite el envío de varios convoyes en un mismo sentido separados por al menos un cantón de diferencia. Asimismo se dotará de sistema de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) a los enclavamientos de la estación de Camporrobles y Las Cuevas y de sistema ASFA a todo el tramo de estudio.

Estos sistemas se encuentran ya presentes en la estación de Utiel, pero únicamente en el lado Valencia, ya que fueron incorporados en la actuación previa Buñol – Utiel, cuyo Proyecto Preliminar figura en las referencias del presente trabajo bajo el título: “*Instalación de Bloqueo de Liberación Automática en Vía Única en el Tramo Buñol - Utiel. Línea Aranjuez – Valencia Font De Sant Lluís*”, por lo que será necesario dotarla de todos los elementos y señalización de dichos sistemas en el lado Aranjuez. Se verificará el cumplimiento de los parámetros RAMS (fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad) previos a su puesta en servicio.

Se instalará por tanto en las estaciones de Camporrobles, en el apeadero de la localidad de Las Cuevas y en la estación de Utiel, lado Aranjuez, los contadores de ejes que verificarán que el convoy al completo que parte de una estación arriba íntegro al siguiente punto de comprobación. Estos contadores de ejes serán capaces además de determinar también el sentido de circulación. De esta manera el tramo de estudio quedará dividido en dos cantones, siendo posible el lanzamiento de dos convoyes cuando el primero de ellos supere el apeadero de Las Cuevas. Además, debido a la elevada longitud de cada cantón la distancia de frenado de un convoy está asegurada ante la aparición de un semáforo en rojo por cantón ocupado, incluso aunque circule con pendiente favorable.

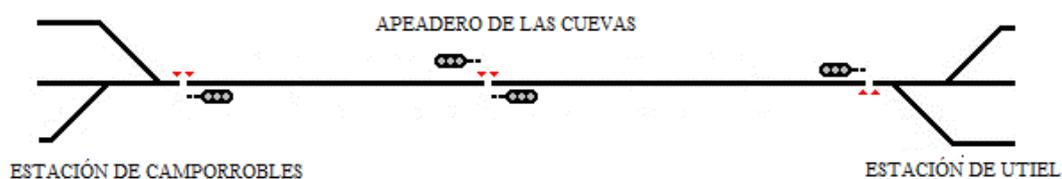


Figura 115. Esquema ubicación contadores de ejes BLAU

El sistema contador de ejes se compone de una unidad de procesado central y de los correspondientes sensores o puntos de detección de ejes. Todos estos elementos contarán con homologación de ADIF (especificación técnica nº 03.365.310.6 sobre suministro de sistemas contadores electrónicos de ejes).



Figura 116. Pedal electromagnético contador de ejes, estación de Utiel [imagen tomada en visita a vía]

## 6.1. Señalización

Se parte de la hipótesis de que esta se encuentra instalada y es adecuada en la estación de Utiel, pero únicamente en el lado Valencia, por lo que habrá de instalarse en el lado Aranjuez. En la estación de Camporrobles se modernizará parte de ella, mientras que en el apeadero de Las Cuevas se habrá de retirar la señalización de velocidad existente e instalar la nueva señalización luminosa, hasta el momento ausente en este enclave.

Se dispondrá por tanto señalización alta en ambos sentidos en los siguientes P.K.:

- 11+200 E.A.M. sentido Camporrobles – Utiel, correspondiente a señal de avance del apeadero de Las Cuevas.
- 12+700 E.A.M. sentido Camporrobles – Utiel, correspondiente al apeadero de Las Cuevas.
- 12+745 E.A.M. sentido Utiel – Camporrobles, correspondiente al apeadero de Las Cuevas.
- 14+245 E.A.M. sentido Utiel – Camporrobles, correspondiente a señal de avance del apeadero de Las Cuevas.
- En estación de Utiel y correspondiente señal de avance.

Se retirará toda señalización de velocidad existente en el tramo de estudio salvo la correspondiente a la curva de entrada a la estación de Camporrobles, de limitación a 80 km/h.

## 6.2. Cantones

Se procederá a dividir el tramo de estudio en dos cantones, encontrándose la divisoria entre ambos en el apeadero de Las Cuevas. De esta manera será posible lanzar una segunda circulación en el mismo sentido cuando el primer convoy rebase dicho apeadero.

## 6.3. Enclavamientos

El enclavamiento presente en la estación de Camporrobles en la actualidad es de tipo mecánico, al igual que parcialmente en la estación de Utiel, por lo que habrán de ser actualizados a tipo electrónico. Idéntica operación se realizará en el apeadero de Las Cuevas.

## 6.4. Aparatos de vía

Los desvíos de la estación de Camporrobles, lado Valencia, serán actualizados reemplazándolos por desvíos modernos motorizados con control automatizado. Los dos desvíos retirados serán almacenados en la estación para un eventual uso en la línea muerta sur de la estación.

## 6.5. Edificios técnicos

Se prevé la construcción de dos casetas técnicas en ladrillo de 60 y 30 m<sup>2</sup> respectivamente, la primera de ellas ubicada en la estación de Camporrobles y la segunda en el apeadero de Las Cuevas. Ambas se emplearán para el almacenamiento de equipos tanto del sistema de bloqueo automático, como del C.T.C. y telecomunicaciones. El proyecto de ambas se encuentra incluido en el presupuesto de ejecución, quedando pendiente su realización para el Proyecto definitivo.



Figura 117. Emplazamiento caseta técnica 60 m2 estación Camporrobles

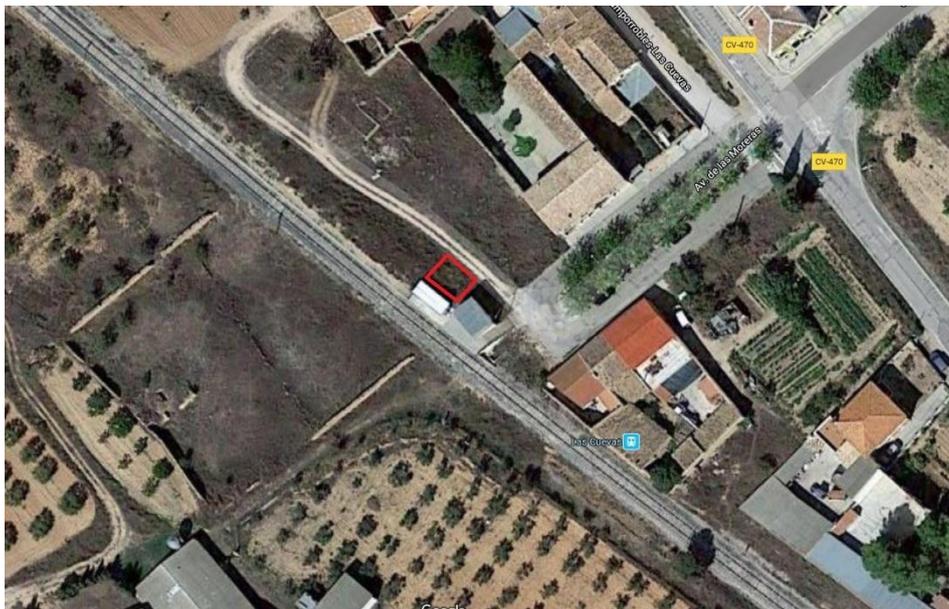


Figura 118. Emplazamiento caseta técnica 30 m2 estación Las Cuevas

## 6.6. Control del Tráfico Centralizado (C.T.C.)

De nuevo se parte de la hipótesis de que la estación de Utiel recibió toda la infraestructura necesaria en la actuación Buñol – Utiel, por lo que únicamente se instalará este sistema en Las Cuevas y Camporrobles.

Se integrarán por tanto los enclavamientos de ambos emplazamientos en la red C.T.C.; no obstante únicamente Camporrobles poseerá puesto de operador.

De nuevo se comprobará previo a la puesta en servicio del sistema, el cumplimiento de los parámetros RAMS de la misma.

## 6.7. Sistema ASFA

Las balizas del sistema ASFA se instalarán a una distancia determinada por la fórmula del *Anejo n°7* de la *ET 03.365.003.7* de ADIF:

$$d (m) = 1,112 \cdot V (km/h)$$

Por lo que en todo el tramo, salvo en la curva de entrada a la estación de Camporrobles en la que se ubicarán a una distancia de 89 m, se dispondrán a una separación de 178 m.

Adicionalmente se instalarán a la distancia prescrita en la anterior Especificación Técnica antes de cada señal de limitación de velocidad.

## 6.8. Suministro de energía

Para el suministro de energía eléctrica a las instalaciones previstas en el Proyecto, se tenderá una línea de distribución monofásica 2.200V en canalización y canaleta en vía según proceda. Estará constituida por cable de 2 conductores de aluminio de 35 mm<sup>2</sup> de sección, sin coeficiente de reducción tipo RRFVV.

Se aprovechará para esta línea el centro transformador elevador de Utiel, el cual dispone de remota para la conexión al telemando de energía de Valencia.

En Camporrobles se instalará un centro de transformación reductor y otro elevador, ambos a la intemperie, en terreno de la propia estación, y por tanto titularidad de ADIF, así como un cuadro de conmutación de energía de alta tensión a baja.

En ambas localidades se realizará conexión a la red de baja tensión pública como respaldo del sistema.



Figura 119. Ubicación prevista CTs reductor y elevador Camporrobles

## 7. Señalización y balizamiento

Se instalarán nuevas señales de velocidad FVM2A de limitación 160 km/h, así como FVM1B y FVM2B provisionales de limitación a 60 km/h a lo largo de la zona recién renovada, conforme a las especificaciones de la norma NAV 5-0-1.1+M1. Esto es: se dispondrá una señal de FVM1B de limitación de velocidad a 60 km/h 400 m antes de la correspondiente señal FVM2B de nuevo con limitación a 60 km/h, ubicándose al finalizar el tramo en renovación una señal FVL4A, junto con la correspondiente FVM2A sobre ella, para indicar el fin de la limitación temporal de velocidad. Se anularán cubriéndolas las posibles señales de limitación intermedias existentes.

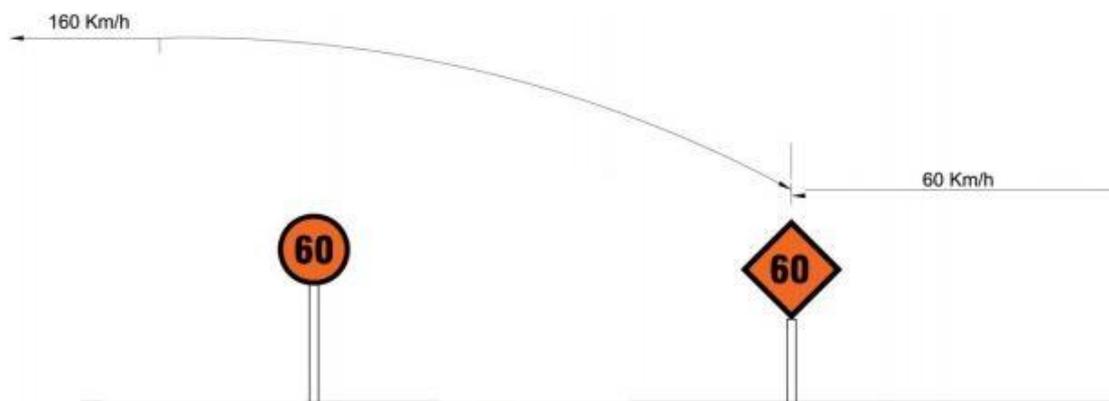


Figura 120. Esquema disposición señales limitación velocidad provisional

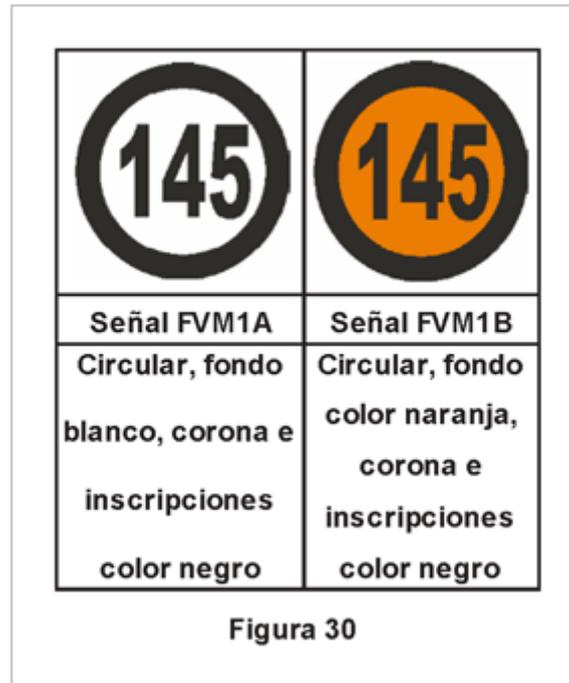


Figura 121. Señal de limitación de velocidad FVM1X [Fuente: R.D. 664/2015, de 17 de julio B.O.E.]

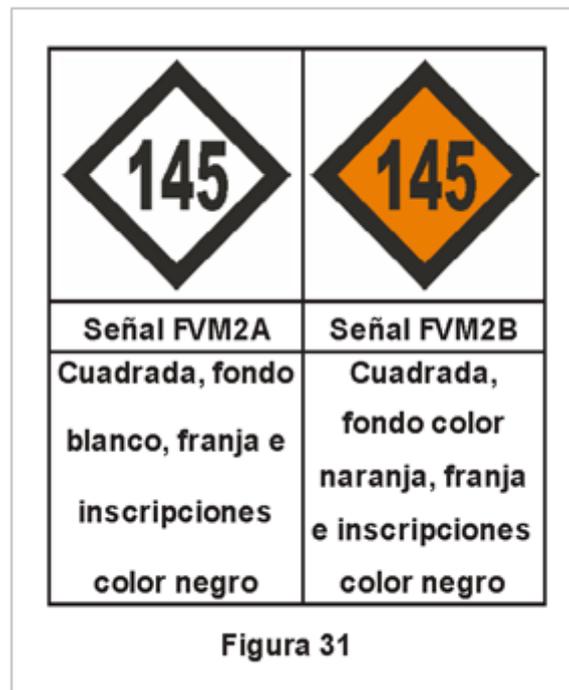


Figura 122. Señal de limitación de velocidad FVM2X [Fuente: R.D. 664/2015, de 17 de julio B.O.E.]

FVL4A		<p>Fin de limitación temporal de velocidad máxima. Ordena reanudar la marcha normal, si nada se opone, a la velocidad máxima indicada en la señal situada sobre ella, cuando el último vehículo del tren la haya rebasado. El Maquinista reanudará la marcha normal a la velocidad máxima indicada sobre ella, si nada se opone, una vez rebasada por el primer vehículo cuando el AI así lo indique. Sobre esta señal será colocada la señal FVM2A o FVM2B con la velocidad máxima admisible a partir de ese punto.</p>
-------	---	--

Figura 123. Señal de fin de limitación temporal de velocidad FVL4AX [Fuente: norma NAV 5-0-1.1+M1.]

La ubicación de las nuevas señales fijas definitivas será en los P.K. siguientes:

- 1+000 sentido Camporrobles – Utiel: señal FVM2A 160 km/h.
- 6+450 ambos sentidos: señal FVM2A 160 km/h.
- 19+600 sentido Utiel – Camporrobles: señal FVM2A 160 km/h.

Se retirarán del trazado las señales existentes de limitación de velocidad a excepción de las de limitación 80 km/h en la curva de entrada a la estación de Camporrobles.

## 8. Planificación trabajos

### 8.1. Plan de Obra

#### 8.1.1. Trabajos previos

##### 8.1.1.1. Instalaciones generales

En primer lugar se dispondrán en la zona de acopio de la estación de Utiel las siguientes instalaciones de obra:

- Oficina de obra
- 4 aseos químicos
- Almacén residuos
- Vestuario
- Botiquín

Se prevé su instalación y adecuación de la mencionada zona auxiliar la primera semana de obra.

### 8.1.1.2. Lugares de acopios

En la zona auxiliar de acopio nº2 se ubicará el balasto nuevo a emplear, como ya se hiciera en el pasado. Prueba de ello es la imagen de Google Maps a continuación, fechada en agosto de 2.008:



Figura 124. Acopio de balasto en zona auxiliar nº2 [Fuente: Google Maps]

### 8.1.1.3. Cortes de vía

Los cortes de vía para la realización de los trabajos se llevarán a cabo conforme a las pautas y directrices establecidas en el apartado 3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Con el objetivo de permitir el paso de convoyes el máximo tiempo posible y lograr la menor interrupción del servicio alcanzable, se cortará el tráfico por el trazado de las curvas antiguas una vez se encuentre completamente finalizado el trazado nuevo a falta de colocar los últimos metros de los extremos finales. Todo ello se describe con detalle en el apartado 5.4 *Proceso constructivo* del presente anteproyecto.

#### 8.1.1.4. Geometría de la vía

Uno de las primeras operaciones a llevar a cabo será determinar la geometría actual de la vía. Esto se realizará con coche de registro, cada 300 m y se medirán los siguientes parámetros:

- Geometría vertical
- Geometría lateral
- Geometría de carril de onda corta

Además se obtendrán los datos de la infraestructura y su historia de conservación.

Una vez finalizada la renovación de la vía y tras el paso de la bateadora se procederá a comprobar que la nueva geometría de la vía es adecuada y acorde a los objetivos establecidos.

#### 8.1.2. Trabajos topográficos

Está previsto realizar un primer replanteo topográfico, previo a la realización de ninguna actuación, para conocer la geometría de la vía y poder realizar un correcto mapeado de la misma. Del mismo modo, se realizará levantamiento topográfico del área a ocupar por la nueva curva que sustituirá a las curvas nº 4 y 12 según estado de alineaciones original.

#### 8.1.3. Abastecimiento de agua

No se prevé utilización de agua en la presente obra, salvo para el riego de caminos y ocasionalmente para el lavado de balasto o riego de áreas susceptibles de incendio. Será por tanto el subcontratista que aporte los camiones cisterna de riego el que deba aportar los certificados de origen del agua empleada y, en su caso, los oportunos permisos o autorizaciones exigibles por la legislación vigente.

#### 8.1.4. Medidas preventivas contra incendio

En el futuro proyecto se prevé la inclusión, tal y como se especifica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de un Plan de Prevención y Extinción de Incendios, que deberá contar, entre otros con los siguientes aspectos:

- Dotación y ubicación de extintores tanto manuales, como de carro en casetas de obra, junto a actividades que entrañen un riesgo potencial de incendio o ignición y en vehículos (ej: soldadura o corte de carriles, grupos electrógenos, etc.)

- Definición de actuaciones a llevar a cabo en operaciones que entrañen riesgo de incendio, en especial en condiciones de viento de intensidad considerable.
- Planificación de actuaciones en caso de incendio.
- Definición de equipos de respuesta y responsables de coordinación.
- Ubicación de parques de bomberos más próximos, así como la colocación en diferentes puntos de la obra, de cartelería con los teléfonos de contacto de los distintos servicios de emergencia y parques de bomberos.
- Se llevarán a cabo desbrozados o riegos puntuales en áreas aledañas a la vía susceptibles de incendio.
- El contratista comunicará en reunión con todo el personal asignado en obra las medidas preventivas a tomar, así como cualesquiera adicionales que considere implementar. Entregará acta firmada por el Jefe de Obra y resto de empresas subcontratistas que realicen trabajos de riesgo, a la Dirección Ambiental de la Obra, tal y como se establece en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## 8.2. Diagrama de Gantt

Se ha elaborado el correspondiente diagrama de Gantt con las principales operaciones a llevar a cabo en la obra, el cual puede consultarse en el *Anejo 1: Cálculos*.

## 9. Valoración económica

A continuación se adjunta cuadro resumen con la valoración económica de la obra.

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

#### Renovación vía línea 310, tramo Utiel – Camporrobles

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	Descarga y acopio de materiales.....	973,091.26	6.06
C02	Ensamblaje de tramos premontados en base.....	88,318.20	0.55
C03	Movimiento de tierras y formación de explanada.....	1,698,153.24	10.58
C04	Sustitución carril y traviesas.....	1,701,425.52	10.60
C05	Formación capa de asiento.....	4,453,933.33	27.74
C06	Cunetas y drenajes.....	330,819.95	2.06
C07	Remates de obra.....	24,100.00	0.15
C08	Integración Ambiental y Gestión de Residuos.....	1,159,244.99	7.22
C09	Seguridad y Salud.....	241,794.50	1.51
C10	Señalización, sistema BLAU, C.T.C., ASFA.....	5,256,413.46	32.74
C11	Expropiaciones.....	65,125.55	0.41
C12	Documentación general.....	61,904.00	0.39
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>16,054,324.00</b>	
	15.00 % Gastos generales.....	2,408,148.60	
	19.00 % Beneficio industrial.....	3,050,321.56	
	SUMA DE G.G. y B.I.	5,458,470.16	
	CONTROL DE CALIDAD.....	15,000.00	
	SUMA	15,000.00	
	21.00 % I.V.A.....	4,520,836.77	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>26,048,630.93</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>26,048,630.93</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **VEINTISEIS MILLONES CUARENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.**

No obstante cabe señalar que la partida correspondiente al aprovisionamiento de traviesas es obvia desde el punto de vista del coste para el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) dado que posee un stock más que suficiente de traviesa monobloque de hormigón en la estación de Utiel para la renovación que se plantea, lo que supondría una reducción de 25.562,16€ en el presupuesto.

## 10. Conclusiones

En un mundo cada vez más concienciado con la ecología, el mantenimiento del medioambiente y el cambio climático parece un contrasentido emplear líneas de mayor longitud o recorrido si se dispone de una más directa que puede unir Madrid con Valencia. Es evidente además que el eje de unión Valencia-Madrid en el tráfico de mercancías es de gran importancia y en el futuro tenderá a serlo todavía más.

Se hace evidente que, si se pretende explotar comercialmente la línea 310, en especial con transporte de mercancías, tanto por parte de empresas públicas, como privadas, es requisito

indispensable renovar sus 354,8 km, actualizar sus sistemas de bloqueo, seguridad y señalización, y dotarla de la necesaria electrificación para poder emplear tracción eléctrica que abarate los costes de explotación. Realizar todo ello en una única operación supone un elevado coste, por lo que resultaría difícilmente asumible y justificable; sirva de ejemplo el presupuesto del presente anteproyecto, el cual no incluye electrificación de la línea como ya se ha visto. Por ello la opción más razonable pasa por renovar tramo a tramo la vía en primer lugar, actualizando sus sistemas de bloqueo, seguridad y señalización, incrementando su velocidad de operación, etc. y posteriormente electrificar la línea y mejorar si cabe sus sistemas de seguridad a los estándares europeos con idéntico procedimiento o en una única operación. En el presente tramo no ha sido especialmente desfavorable el relieve orográfico, pero existen otros de la línea que requerirán, además de lo propuesto en el presente anteproyecto para el tramo Utiel – Camporrobles, de un suavizado en las pendientes existentes que evite el obligado uso de doble material de tracción en algunas zonas. Para ello es posible utilizar el material retirado de la traza y acopiado según el presente anteproyecto, para su futuro uso, de manera que se abaraten costes de aporte de material.

Resta por tanto realizar en futuras actuaciones en el tramo de estudio la electrificación completa del tramo y la instalación del sistema ERTMS, para una completa modernización y adaptación de la vía a los estándares de competitividad y seguridad actuales.

En cuanto al presupuesto del presente anteproyecto este equivale a 1,32 M €/km, cantidad que se encuentra dentro de la horquilla de precios esperable, pero a la que restaría adicionar el importe correspondiente a las potenciales actuaciones futuras anteriormente descritas.

Por último cabe señalar que, si bien es esperable que transcurra un gran número de años hasta poder ver la línea completa con un nivel de competitividad y tráfico similar al de sus competidoras, la renovación por partes de esta puede llevar a la generación de sinergias que faciliten o aceleren el proceso. Desde el punto de vista ecológico y económico se hace evidente que en un futuro y con la línea ya completamente modernizada, podría ser más rentable realizar el trayecto Madrid – Valencia a través de esta línea frente a la línea 300 por Albacete.

## 11. Referencias

- “Declaración sobre la Red 2019 V.1” [en línea]. ADIF. Disponible en: [http://www.adif.es/va\\_ES/conoceradif/doc/DR-19\\_V0\\_Mapas.pdf](http://www.adif.es/va_ES/conoceradif/doc/DR-19_V0_Mapas.pdf) (visitada el 07 de febrero de 2020)
- Gimeno Aribau, S. – “Tesina Final de Carrera: Una Nueva Problemática: La renovación de líneas en Alta Velocidad” [en línea]. UPCommons, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelonatech. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3336/34082-1.pdf>  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3336/34082-3.pdf>  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3336/34082-5.pdf>  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3336/34082-6.pdf> (visitadas el 07 de febrero de 2020)
- “Línea 48 (Media Distancia)” [en línea]. Wikipedia. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea\\_48\\_\(Media\\_Distancia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_48_(Media_Distancia)) (visitada el 07 de febrero de 2020)
- “Plan de revitalización de la línea ferroviaria Cuenca – Utiel y recuperación de sus apeaderos” [en línea]. Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla la Mancha. Disponible en: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/aed5109c-b76a-4961-95c4-0ba765e79f77/DOC20180727084304Memoria+y+Fichas+COMPLETO+JUL2017.pdf?MOD=AJPERES> (visitada el 10 de abril de 2020)
- Línea Aranjuez–Valencia [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea\\_Aranjuez-Valencia](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_Aranjuez-Valencia)
- “Líneas de ferrocarril. Línea 310 Aranjuez a Valencia-Estació del Nord” [en línea]. Federación Castellano Manchega de Amigos del Ferrocarril. Disponible en: <http://www.fcmaf.es/Ferrocarriles/310.htm> (visitada el 13 de febrero de 2020)
- “Diccionario Ferroviario” [en línea]. Federación Castellano Manchega de Amigos del Ferrocarril. Disponible en: <http://www.fcmaf.es/Diccionario/T.htm> (visitada el 20 de febrero de 2020)
- “Ley de Bases de Ferrocarriles del 2 de julio de 1870” [en línea]. Ferropedia.es. Disponible en: [http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Ley\\_de\\_Bases\\_de\\_Ferrocarriles\\_del\\_2\\_de\\_julio\\_de\\_1870](http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Ley_de_Bases_de_Ferrocarriles_del_2_de_julio_de_1870) (visitada el 26 de febrero de 2020)
- Álvarez Mántaras, Daniel y Luque Rodríguez, Pablo – “Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. Ferrocarriles” [en línea]. Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://books.google.es/books?id=NUrk7YGSDBQC&pg=PA479&lpg=PA479&dq=criterio+%22peralte+pr%C3%A1ctico%22&source=bl&ots=oADBdKwTTI&sig=ACfU3U1JBMn4rb17gi6Dq7s7mpanyZ7jvQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjFscuNI\\_LnAhXMzoUKHWatBYIQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q=criterio%20%22peralte%20pr%C3%A1ctico%22&f=false](https://books.google.es/books?id=NUrk7YGSDBQC&pg=PA479&lpg=PA479&dq=criterio+%22peralte+pr%C3%A1ctico%22&source=bl&ots=oADBdKwTTI&sig=ACfU3U1JBMn4rb17gi6Dq7s7mpanyZ7jvQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjFscuNI_LnAhXMzoUKHWatBYIQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q=criterio%20%22peralte%20pr%C3%A1ctico%22&f=false) (visitada el 10 de abril de 2020)
- “Línea Valencia–Cuenca” [en línea]. Forotrenes. Disponible en: <https://www.forotrenes.com/foro/viewtopic.php?f=9&t=22343&start=1700> (visitada el 16 de marzo de 2020)
- “Montaje de vía en balasto para obra nueva” [en línea]. ADIF. Disponible en: [http://www.seguridadferroviaria.es/recursos\\_aesf/89564F66-5BCE-43A9-933E-2E027F2BC5F2/144030/014NAV3430.pdf](http://www.seguridadferroviaria.es/recursos_aesf/89564F66-5BCE-43A9-933E-2E027F2BC5F2/144030/014NAV3430.pdf) (visitada el 13 de abril de 2020)
- “Operario de sustitución de traviesas” [en línea]. Lineaprevencion.com. Disponible en: <http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS33/html/cap-1/punto6-19.htm>

- “Tendencias en el diseño de líneas de alta velocidad – Tipología de traviesas” [en línea]. UPCommons, Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6363/07.pdf?sequence=8&isAllowed=y> (visitada el 13 de abril de 2020)
- “Informe 2017” [en línea]. Observatorio del Ferrocarril en España. Disponible en: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/comodin/recursos/ofe\\_2017\\_31\\_01\\_2019\\_v4.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/ofe_2017_31_01_2019_v4.pdf) (visitada el 16 de marzo de 2020)
- “Certificados” [en línea]. Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. Disponible en: <http://www.seguridadferroviaria.es/actividades/personal-ferroviario/personal-de-conduccion/certificados> (visitada el 16 de marzo de 2020)
- Pascual, Sonia [2.015] – “Cómo trabajar en sector ferroviario” [en línea]. Formazion. Disponible en: [https://www.formazion.com/noticias\\_formacion/como-trabajar-en-sector-ferroviario-org-3655.html](https://www.formazion.com/noticias_formacion/como-trabajar-en-sector-ferroviario-org-3655.html) (visitada el 16 de marzo de 2020)
- Ejemplo de patinazo [en línea]. Blog Mundo Tren. Disponible en: <https://mundotren.blogspot.com/2011/03/esto-si-que-es-un-patinazo-y-lo-demas.html> (visitada el 20 de marzo de 2020)
- “La línea ferroviaria a Valencia logra captar 15.000 toneladas a la semana” [en línea]. Diario Heraldo, edición digital. Disponible en: <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/teruel/2018/05/13/la-linea-ferroviaria-valencia-logra-captar-000-toneladas-semana-1243551-2261128.html> (visitada el 05 de abril de 2020)
- Ballester Valencia, Laura [2.010] – “La línea por Cuenca precisa 319 millones para poder transportar mercancías” [en línea] Periódico Levante EMV, edición digital. Disponible en: <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2010/02/12/linea-cuenca-precisa-319-millones-transportar-mercancias/678172.html> (visitada el 06 de abril de 2020)
- Montaner Valencia, Rafael [2.010] – “Valencia-Cuenca, una línea en el aire” [en línea]. Periódico Levante EMV, edición digital. Disponible en: <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2010/09/16/valencia-cuenca-linea-aire/739447.html> (visitada el 06 de abril de 2020)
- “La línea Barcelona-Zaragoza supera a la de Madrid-Valencia en tráfico ferroviario de mercancías” [en línea]. Diario El Vigía, edición digital. Disponible en: <http://elvigia.com/la-linea-barcelona-zaragoza-supera-a-la-de-madrid-valencia-en-trafico-ferroviario-de-mercancias/> (visitada el 13 de abril de 2020)
- Gascón Trillo, Manuel [2.017] – “Trabajo Final de Máster - Análisis de eficiencia y rendimiento de maquinaria, herramientas y mano de obra para el mantenimiento de vía férrea sobre balasto” [en línea]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad Pontificia de Comillas. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/123196/retrieve> (visitada el 13 de abril de 2020)
- “Ordenación Adif de líneas ferroviarias españolas” [en línea]. Ferropedia.es. Disponible en: [http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Ordenaci%C3%B3n\\_Adif\\_de\\_l%C3%A9neas\\_ferrovias\\_espa%C3%B1olas](http://www.ferropedia.es/mediawiki/index.php/Ordenaci%C3%B3n_Adif_de_l%C3%A9neas_ferrovias_espa%C3%B1olas) (visitada el 10 de abril de 2020)
- “Normas Técnicas NAV 3-1-2.1 – Traviesas, Traviesas monobloque de hormigón” (1ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en: [http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/260E1B7F6303BDF9C12573AA003E7E97/\\$FILE/NAV%203121.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/260E1B7F6303BDF9C12573AA003E7E97/$FILE/NAV%203121.pdf?OpenElement) (visitada el 16 de abril de 2020)

- “*Normas Técnicas NAV 3-4-0.1 - Balasto, Canteras suministradoras, prescripciones geotécnicas y de instalaciones de fabricación*” (2ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/93AFFF6A9CA28AEC12573AA003E9EF7/\\$FILE/NAV%203401.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/93AFFF6A9CA28AEC12573AA003E9EF7/$FILE/NAV%203401.pdf?OpenElement) (visitada el 13 de abril de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 0-2-0.0 – Geometría de la Vía, Parámetros Geométricos*” (1ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/0ED3AA617E39F278C12573AA003E5E15/\\$FILE/NAV%200200.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/0ED3AA617E39F278C12573AA003E5E15/$FILE/NAV%200200.pdf?OpenElement) (visitada el 29 de abril de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 0-2-3.0 – Geometría de la Vía, Determinación de las Velocidades Máximas Admisibles por Trazado. Ancho Nominal 1668 mm y Velocidades Hasta 220 km/h*” (1ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/941CDA5171A74F51C12573AA003E5FE8/\\$FILE/NAV%200230.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/941CDA5171A74F51C12573AA003E5FE8/$FILE/NAV%200230.pdf?OpenElement) (visitada el 29 de abril de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 3-4-1.0 – Balasto. Dimensionado de la Banqueta*” (1ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/BE93435D9A818D9AC12573AA003EA42F/\\$FILE/NAV%203410.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/BE93435D9A818D9AC12573AA003EA42F/$FILE/NAV%203410.pdf?OpenElement) (visitada el 11 de mayo de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 2-1-0.0 – Obras de Tierra. Capas de Asiento Ferroviarias*” (1ª edición) [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/809852034D3489B4C12573AA003E6CEC/\\$FILE/NAV%202101.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/809852034D3489B4C12573AA003E6CEC/$FILE/NAV%202101.pdf?OpenElement) (visitada el 11 de mayo de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 7-1-4.1 – Montaje de Vía. Neutralización y Homogeneización de Tensiones del Carril en la Vía sin Juntas*” [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/5F78336FD48B7B9EC1257545005E34BE/\\$FILE/NAV%207141.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/5F78336FD48B7B9EC1257545005E34BE/$FILE/NAV%207141.pdf?OpenElement) (visitada el 10 de junio de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 5-0-1.1+M1 – Señalización Fija Relativa a la Infraestructura y Vía*” [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/1526AD5D932B1623C1258155003F58E4/\\$FILE/NAV%205-0-1.1+M1\\_Se%C3%B1alizacion%20fija.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/1526AD5D932B1623C1258155003F58E4/$FILE/NAV%205-0-1.1+M1_Se%C3%B1alizacion%20fija.pdf?OpenElement) (visitada el 18 de junio de 2020)
- “*Normas Técnicas NAV 1-0-2.0 – Hidrología*” [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/E7CD85E145D70826C1257EA4002BC532/\\$FILE/NAV%201020.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/E7CD85E145D70826C1257EA4002BC532/$FILE/NAV%201020.pdf?OpenElement) (visitada el 10 de julio de 2020)
- “*Anejo nº7. Reglas para la ubicación de balizas ASFA en vía. Especificación Técnica ET 03.365.003.7 (2ª edición) [Borrador]*” [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://www.adif.es/es\\_ES/empresas\\_servicios/normativa\\_tecnica/doc/ET033650037Anejo7.pdf](http://www.adif.es/es_ES/empresas_servicios/normativa_tecnica/doc/ET033650037Anejo7.pdf) (visitada el 10 de julio de 2020)
- “*Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vías sobre Balasto. Cálculo de Espesores de Capas de la Sección Transversal*” [en línea]. Ministerio de Fomento. Disponible en:

- <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=FE0002> (visitada el 11 de mayo de 2020)
- “Anejo 10. Proceso Constructivo y Plan de Obra. Proyecto Constructivo para la Adaptación de la Línea Sagunt-Teruel-Zaragoza para la Circulación de Trenes de Mercancías de 750 m de Longitud: Navajas. Barracas y Puebla de Valverde” [en línea]. Ministerio de Fomento. Disponible en:  
[https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/9d17cb4b-094c-4a5a-98f9-7d6919356e88/001\\_0000539246\\_An10\\_procesoConstructivoYPla.PDF?MOD=AJPERES](https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/9d17cb4b-094c-4a5a-98f9-7d6919356e88/001_0000539246_An10_procesoConstructivoYPla.PDF?MOD=AJPERES) (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - “Traviesas Polivalentes” [en línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://www.adif.es/es\\_ES/ocio\\_y\\_cultura/fichas\\_informativas/ficha\\_informativa\\_00037.shtml](http://www.adif.es/es_ES/ocio_y_cultura/fichas_informativas/ficha_informativa_00037.shtml) (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - De San Dámaso Martín, Ruth – “La vía de tres carriles. Situación Actual y Perspectivas” [en línea]. Dirección General de Operaciones e Ingeniería, ADIF. Disponible en: <http://cip.org.pt/wp-content/uploads/2017/01/Ref-33.pdf> (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - “Anexo: Pendientes ferroviarias más pronunciadas” [en línea]. Wikipedia. Disponible en:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pendientes\\_ferrovias\\_m%C3%A1s\\_pronunciadas](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pendientes_ferrovias_m%C3%A1s_pronunciadas) (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - “Tema 1” [en línea]. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en:  
[https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/13032/mod\\_resource/content/1/B2Tema1.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/13032/mod_resource/content/1/B2Tema1.pdf) (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - “MAGNA 50 – Hoja 693 (Utiel)” [en línea]. Instituto Geológico y Minero de España. Disponible en:  
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?Id=693&language=es> (visitada el 08 de mayo de 2020)
  - “Visor Cartográfico del Catastro” [En línea]. Sede Electrónica del Catastro. Disponible en:  
<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=urbana&from=OVCBusqueda&ZV=NO&ZR=NO&RCCompleta=&via=&tipoVia=&numero=&kilometro=&blaque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=VALENCIA&prov=46&muni=251&DescMuni=UTIEL&TipUR=U&codvia=&comVia=&tc=U&del=46&mun=251> (visitada el 08 de mayo de 2020)
  - “4. Residuos de construcción y demolición” [En línea]. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Disponible en:  
<http://www.agroambient.gva.es/documents/20549779/161513659/04.+Residuos+de+construcci%C3%B3n+y+demolici%C3%B3n/cd0c54ba-eb55-4515-87bd-3040b7df313b> (visitada el 11 de mayo de 2020)
  - “Avance Climatológico del Invierno 2019-2020 en la Comunidad Valenciana” [En línea]. AEMET. Disponible en:  
<http://www.meteovinaros.com/resumen%20Invierno.pdf> (visitada el 18 de mayo de 2020)
  - “Archivo meteorológico Utiel” [En línea]. Meteoblue. Disponible en:  
[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/utiel\\_espa%c3%b1a\\_2510075?fcstlength=1m&year=2019&month=1](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/utiel_espa%c3%b1a_2510075?fcstlength=1m&year=2019&month=1)
  - “Anejo N° 8. Plataforma y Superestructura. Estudio Informativo Red Arterial Ferroviaria de Elche: Variante de Conexión de la Nueva Estación de Alta Velocidad Con el Centro Urbano. Fase II” [En línea]. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Disponible en:

- [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/paginabasica/recursos/a-08\\_plataforma-superestruc.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/a-08_plataforma-superestruc.pdf) (visitada el 10 de junio de 2020)
- “Índice de Heladas” [En línea]. Foros Tutiempo. Disponible en: <https://www.tutiempo.net/Foro/viewtopic.php?t=60> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Pliego de prescripciones técnicas particulares. Proyecto constructivo del Desdoblamiento ferroviario Maresme Norte” UPCommons, Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26513/Documento%20n%C2%BA%203%20-%20Pliego%20de%20condiciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Pliego de Prescripciones Técnicas Obras de Ejecución del Proyecto Constructivo de Remodelación de la Terminal Ferroviaria de Mercancías de Madrid-Vicálvaro. Fase I. Subfase 1.1 (1a) N° 3.18/23603.0037” [En línea]. ADIF. Disponible en: <https://contrataciondeestado.es/wps/wcm/connect/f6612223-89ec-49ae-85d0-15023b127746/DOC20190220124154PliegoDePrescripcionesTecnicas.PDF?MOD=AJPERES> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Redacción del Proyecto de Construcción para el Incremento de Capacidad del Tramo: Nudo de Pinar de las Rozas-Estación de las Matas, en la Línea Madrid - Hendaya. Vía y Electrificación. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares” [En línea]. ADIF. Disponible en: <https://contrataciondeestado.es/wps/wcm/connect/f35c901a-3a54-48e7-9910-28ea3793c0ab/DOC20180706101119PliegoDePrescripcionesTecnicas.PDF?MOD=AJPERES> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Proyecto Constructivo de Mejora de Superestructura de Vía Para la Atenuación de la Afección Acústico Vibratoria en el Término Municipal de Balmaseda. Documento 1 – Memoria y Anejos” [En línea]. ADIF. Disponible en: [https://contrataciondeestado.es/wps/wcm/connect/32bc8cbb-eee8-4421-867a-c0cf3d8b75b6/001\\_0000560034\\_Proyecto\\_parte\\_1\\_balmasedaPdf.PDF?MOD=AJPERES](https://contrataciondeestado.es/wps/wcm/connect/32bc8cbb-eee8-4421-867a-c0cf3d8b75b6/001_0000560034_Proyecto_parte_1_balmasedaPdf.PDF?MOD=AJPERES) (visitada el 10 de junio de 2020)
  - Catálogo canaletas de Adymar. [En línea]. Adymar. Disponible en: <https://www.adymar.com/es/productos/canaletas/canaleta-drenaje-600-450-tramex/> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Precios de venta de materiales 1er trimestre 2018” [En línea]. Emfesa. Disponible en: <http://www.emfesa.es/documents/24408/322503/PRECIOS+de+VENTA+de+MATS.+1er+TRIMESTRE+2018.pdf/36cd66a2-0965-484d-b144-b48ba24f917a> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Bloqueo (ferrocarril)” [En línea]. Wikipedia. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Bloqueo\\_\(ferrocarril\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Bloqueo_(ferrocarril)) (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “Bloqueo” [En línea]. Ferropedia. Disponible en: <http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Bloqueo#:~:text=Bloqueo%20Autom%C3%A1tico%20en%20V%C3%ADa%20%20C3%A9nica,para%20ambos%20sentidos%20de%20circulaci%C3%B3n.&text=Cada%20v%C3%ADa%20posee%20se%C3%B1alizaci%C3%B3n%20en.al%20de%20dos%20BAUs%20paralelos.> (visitada el 10 de junio de 2020)
  - “¿Cómo funcionan los trenes? Bloqueos modernos” [En línea]. Blogspot.com. Disponible en: [http://comofuncionanlostrenes.blogspot.com/2012/11/bloqueos-modernos\\_15.html](http://comofuncionanlostrenes.blogspot.com/2012/11/bloqueos-modernos_15.html) (visitada el 10 de junio de 2020)
  - Araque, Francisco Javier [2.017] – “Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para la Contratación de la Redacción de Proyecto e Instalación de la Obra: Instalación De Bloqueo Por Liberación Automática en Vía Única en el Tramo Buñol - Utiel. Línea

Aranjuez - Valencia Font de Sant Lluís” [En línea]. Disponible en:

<https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/52173c73-5c3f-4e1b-bcca-851b2bd85d3a/DOC20170726092237PliegoDePrescripcionesTecnicas.PDF?MOD=AJPERES> (visitada el 10 de junio de 2020)

- “Estudio Informativo de la Línea Ferroviaria Valencia – Alicante (Tren de la Costa). Fase II” [En línea]. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Disponible en:  
[https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/ferrocarriles/ESTUDIO18/00\\_Memoria.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/ferrocarriles/ESTUDIO18/00_Memoria.pdf) (visitada el 22 de junio de 2020)
- Araque, Francisco Javier [2.017] – “Proyecto Preliminar de la Obra: Instalación de Bloqueo por Liberación Automática en Vía Única Del Tramo Buñol-Utiel. Línea: Aranjuez-Valencia Font De Sant Lluís” [En línea]. ADIF. Disponible en:  
[http://www.adif.es/AdifWeb/descargas/descargarDocumentacion.jsp?file\\_id=001A64F624441EE79CBA401FF9EF279E&noLogin=true&expediente=3.17/27507.0205](http://www.adif.es/AdifWeb/descargas/descargarDocumentacion.jsp?file_id=001A64F624441EE79CBA401FF9EF279E&noLogin=true&expediente=3.17/27507.0205) (visitada el 22 de junio de 2020)
- “Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.” [En línea]. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-8042&tn=1&p=20160716> (visitada el 22 de junio de 2020)
- “Documento nº 4 – Presupuesto” [En línea]. Tragsa, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en:  
[https://www.chcantabrico.es/documents/20143/113479/mediciones\\_presupuesto.pdf/6ef18680-cea9-977c-770f-2060ce1e7828](https://www.chcantabrico.es/documents/20143/113479/mediciones_presupuesto.pdf/6ef18680-cea9-977c-770f-2060ce1e7828) (visitada el 23 de junio de 2020)



# **ANEJO 1:** **CÁLCULOS**

Autor: Jacobo Biosca Gómez-Ferrer

Tutor: Pablo Salvador Zuriaga



## Índice

1. Estado de alineaciones trazado original .....	3
2. Estado de alineaciones trazado modificado .....	6
2.1. Planta .....	6
2.1. Alzado .....	8
3. Diseño peraltes y cumplimiento norma NAV 0-2-0.0 .....	9
3.1. Comprobación parámetros curva nº 4, clotoide 1ª .....	10
3.1. Comprobación parámetros curva nº 4, clotoide 2ª .....	21
3.1. Comprobación parámetros curva nº 6, clotoides 1ª y 2ª .....	23
4. Cálculo espesores capa de asiento.....	23



## 1. Estado de alineaciones trazado original

Nº	Tipo	Longitud (m)	Radio (m)	A	Sentido	P.K. inicial	P.K. final	1/R
1	Recta	587.454m				0+000.00m	0+587.45m	
2.1	Clotoide	64.800m		178.191m		0+587.45m	0+652.25m	
2.2	Círculo	263.336m	490.000m		A izquierdas	0+652.25m	0+915.59m	-0,00204082
2.3	Clotoide	64.800m		178.191m		0+915.59m	0+980.39m	
3	Recta	2988.395m				0+980.39m	3+968.78m	
4.1	Clotoide	163.265m		401.019m		3+968.78m	4+132.05m	
4.2	Círculo	560.194m	985.000m		A derechas	4+132.05m	4+692.24m	0,00101523
4.3	Clotoide	163.265m		401.019m		4+692.24m	4+855.51m	
5	Recta	483.867m				4+855.51m	5+339.38m	
6	Círculo	9.413m	1000.000m		A derechas	5+339.38m	5+348.79m	0,001
7	Recta	80.597m				5+348.79m	5+429.39m	
8	Círculo	15.467m	600.000m		A izquierdas	5+429.39m	5+444.85m	-0,00166667
9	Recta	15.966m				5+444.85m	5+460.82m	
10	Círculo	6.920m	400.000m		A derechas	5+460.82m	5+467.74m	0,0025
11	Recta	31.266m				5+467.74m	5+499.00m	
12.1	Clotoide	166.667m		400.000m		5+499.00m	5+665.67m	
12.2	Círculo	386.976m	960.000m		A derechas	5+665.67m	6+052.65m	0,00104167
12.3	Clotoide	81.667m		280.000m		6+052.65m	6+134.31m	
13	Recta	4.398m				6+134.31m	6+138.71m	
14	Círculo	25.714m	2000.000m		A derechas	6+138.71m	6+164.43m	0,0005
15	Recta	22.351m				6+164.43m	6+186.78m	
16	Círculo	16.087m	800.000m		A derechas	6+186.78m	6+202.86m	0,00125
17	Recta	31.561m				6+202.86m	6+234.42m	
18	Círculo	18.824m	1000.000m		A izquierdas	6+234.42m	6+253.25m	-0,001
19	Recta	34.373m				6+253.25m	6+287.62m	
20	Círculo	36.725m	5000.000m		A derechas	6+287.62m	6+324.35m	0,0002
21	Recta	145.895m				6+324.35m	6+470.24m	
22	Círculo	132.790m	50000.000m		A derechas	6+470.24m	6+603.03m	0,00002
23	Recta	132.909m				6+603.03m	6+735.94m	
24	Círculo	51.783m	5000.000m		A izquierdas	6+735.94m	6+787.72m	-0,0002
25	Recta	11.489m				6+787.72m	6+799.21m	
26	Círculo	26.449m	2000.000m		A izquierdas	6+799.21m	6+825.66m	-0,0005
27	Recta	79.760m				6+825.66m	6+905.42m	
28	Círculo	3.462m	15000.000m		A derechas	6+905.42m	6+908.88m	6,6667E-05
29	Recta	62.553m				6+908.88m	6+971.44m	
30	Círculo	21.738m	5000.000m		A derechas	6+971.44m	6+993.17m	0,0002
31	Recta	365.761m				6+993.17m	7+358.94m	

32	Círculo	28.904m	2000.000m		A izquierdas	7+358.94m	7+387.84m	-0,0005
33	Recta	44.263m				7+387.84m	7+432.10m	
34	Círculo	40.103m	2000.000m		A izquierdas	7+432.10m	7+472.21m	-0,0005
35	Recta	42.915m				7+472.21m	7+515.12m	
36	Círculo	19.728m	3000.000m		A izquierdas	7+515.12m	7+534.85m	-0,00033333
37	Recta	306.484m				7+534.85m	7+841.33m	
38	Círculo	66.660m	40000.000m		A derechas	7+841.33m	7+907.99m	0,000025
39	Recta	413.185m				7+907.99m	8+321.18m	
40	Círculo	8.890m	10000.000m		A izquierdas	8+321.18m	8+330.07m	-0,0001
41	Recta	389.829m				8+330.07m	8+719.90m	
42	Círculo	10.222m	5000.000m		A derechas	8+719.90m	8+730.12m	0,0002
43	Recta	93.652m				8+730.12m	8+823.77m	
44	Círculo	31.243m	2500.000m		A izquierdas	8+823.77m	8+855.01m	-0,0004
45	Recta	25.344m				8+855.01m	8+880.36m	
46	Círculo	25.107m	2500.000m		A derechas	8+880.36m	8+905.46m	0,0004
47	Recta	64.790m				8+905.46m	8+970.25m	
48	Círculo	138.258m	5000.000m		A derechas	8+970.25m	9+108.51m	0,0002
49	Recta	390.766m				9+108.51m	9+499.28m	
50	Círculo	32.890m	3000.000m		A izquierdas	9+499.28m	9+532.17m	-0,00033333
51	Recta	7.730m				9+532.17m	9+539.90m	
52	Círculo	35.445m	5000.000m		A derechas	9+539.90m	9+575.34m	0,0002
53	Recta	35.681m				9+575.34m	9+611.02m	
54	Círculo	8.101m	5000.000m		A derechas	9+611.02m	9+619.13m	0,0002
55	Recta	175.512m				9+619.13m	9+794.64m	
56	Círculo	5.932m	5000.000m		A derechas	9+794.64m	9+800.57m	0,0002
57	Recta	216.750m				9+800.57m	10+017.32m	
58	Círculo	1.715m	3000.000m		A izquierdas	10+017.32m	10+019.03m	-0,00033333
59	Recta	405.138m				10+019.03m	10+424.17m	
60	Círculo	6.878m	5000.000m		A izquierdas	10+424.17m	10+431.05m	-0,0002
61	Recta	54.514m				10+431.05m	10+485.56m	
62	Círculo	44.710m	2000.000m		A derechas	10+485.56m	10+530.27m	0,0005
63	Recta	17.283m				10+530.27m	10+547.56m	
64.1	Clotoide	17.308m		150.000m		10+547.56m	10+564.86m	
64.2	Círculo	71.507m	1300.000m		A izquierdas	10+564.86m	10+636.37m	-0,00076923
64.3	Clotoide	17.308m		150.000m		10+636.37m	10+653.68m	
65	Recta	37.864m				10+653.68m	10+691.54m	
66	Círculo	28.207m	5000.000m		A derechas	10+691.54m	10+719.75m	0,0002
67	Recta	72.887m				10+719.75m	10+792.64m	



68	Círculo	24.411m	10000.000m		A izquierdas	10+792.64m	10+817.05m	-0,0001
69	Recta	83.841m				10+817.05m	10+900.89m	
70	Círculo	8.319m	5000.000m		A derechas	10+900.89m	10+909.21m	0,0002
71	Recta	46.844m				10+909.21m	10+956.05m	
72	Círculo	17.090m	20000.000m		A izquierdas	10+956.05m	10+973.14m	-0,00005
73	Recta	31.296m				10+973.14m	11+004.44m	
74	Círculo	29.257m	10000.000m		A izquierdas	11+004.44m	11+033.70m	-0,0001
75	Recta	27.617m				11+033.70m	11+061.31m	
76	Círculo	12.397m	8000.000m		A derechas	11+061.31m	11+073.71m	0,000125
77	Recta	127.145m				11+073.71m	11+200.86m	
78	Círculo	4.467m	5000.000m		A derechas	11+200.86m	11+205.32m	0,0002
79	Recta	202.489m				11+205.32m	11+407.81m	
80	Círculo	9.661m	5000.000m		A izquierdas	11+407.81m	11+417.47m	-0,0002
81	Recta	197.874m				11+417.47m	11+615.35m	
82	Círculo	149.435m	2000.000m		A izquierdas	11+615.35m	11+764.78m	-0,0005
83	Recta	131.825m				11+764.78m	11+896.61m	
84	Círculo	6.231m	5000.000m		A izquierdas	11+896.61m	11+902.84m	-0,0002
85	Recta	239.692m				11+902.84m	12+142.53m	
86	Círculo	4.130m	50000.000m		A derechas	12+142.53m	12+146.66m	0,00002
87	Recta	466.118m				12+146.66m	12+612.78m	
88	Círculo	35.844m	5000.000m		A derechas	12+612.78m	12+648.62m	0,0002
89	Recta	14.562m				12+648.62m	12+663.18m	
90	Círculo	35.293m	2000.000m		A izquierdas	12+663.18m	12+698.48m	-0,0005
91	Recta	65.332m				12+698.48m	12+763.81m	
92	Círculo	44.717m	1300.000m		A izquierdas	12+763.81m	12+808.52m	-0,00076923
93	Recta	12.851m				12+808.52m	12+821.38m	
94	Círculo	33.942m	2000.000m		A izquierdas	12+821.38m	12+855.32m	-0,0005
95	Recta	40.234m				12+855.32m	12+895.55m	
96	Círculo	15.347m	2000.000m		A izquierdas	12+895.55m	12+910.90m	-0,0005
97	Recta	93.224m				12+910.90m	13+004.12m	
98	Círculo	12.562m	50000.000m		A derechas	13+004.12m	13+016.68m	0,00002
99	Recta	196.239m				13+016.68m	13+212.92m	
100	Círculo	36.892m	20000.000m		A izquierdas	13+212.92m	13+249.81m	-0,00005
101	Recta	49.853m				13+249.81m	13+299.67m	
102	Círculo	87.492m	20000.000m		A derechas	13+299.67m	13+387.16m	0,00005
103	Recta	58.397m				13+387.16m	13+445.56m	
104	Círculo	39.855m	40000.000m		A izquierdas	13+445.56m	13+485.41m	-0,000025
105	Recta	54.489m				13+485.41m	13+539.90m	
106	Círculo	16.714m	10000.000m		A izquierdas	13+539.90m	13+556.61m	-0,0001
107	Recta	65.809m				13+556.61m	13+622.42m	
108	Círculo	25.382m	5000.000m		A izquierdas	13+622.42m	13+647.81m	-0,0002

109	Recta	26.610m						
110	Círculo	87.312m	20000.000m		A derechas	13+647.81m	13+674.42m	
111	Recta	30.678m				13+674.42m	13+761.73m	0,00005
112	Círculo	24.222m	20000.000m		A derechas	13+761.73m	13+792.41m	
113	Recta	76.375m				13+792.41m	13+816.63m	0,00005
114	Círculo	30.515m	10000.000m		A izquierdas	13+816.63m	13+893.00m	
115	Recta	83.890m				13+893.00m	13+923.52m	-0,0001
116	Círculo	33.138m	5000.000m		A derechas	13+923.52m	14+007.41m	
117	Recta	52.788m				14+007.41m	14+040.55m	0,0002
118	Círculo	21.120m	10000.000m		A derechas	14+040.55m	14+093.33m	
119	Recta	88.616m				14+093.33m	14+114.45m	0,0001
120	Círculo	51.071m	5000.000m		A izquierdas	14+114.45m	14+203.07m	
121	Recta	67.469m				14+203.07m	14+254.14m	-0,0002
122	Círculo	156.994m	50000.000m		A derechas	14+254.14m	14+321.61m	
123	Recta	215.310m				14+321.61m	14+478.61m	0,00002
124	Círculo	10.683m	50000.000m		A derechas	14+478.61m	14+693.92m	
125	Recta	78.675m				14+693.92m	14+704.60m	0,00002
126	Círculo	2.281m	6000.000m		A derechas	14+704.60m	14+783.27m	
127	Recta	112.656m				14+783.27m	14+785.55m	0,00016667
128	Círculo	19.423m	420000.000m		A derechas	14+785.55m	14+898.21m	
129	Recta	65.465m				14+898.21m	14+917.63m	2,381E-06
130	Círculo	43.384m	40000.000m		A derechas	14+917.63m	14+983.10m	
131	Recta	52.394m				14+983.10m	15+026.48m	0,000025
132	Círculo	43.305m	20000.000m		A derechas	15+026.48m	15+078.88m	
133	Recta	69.545m				15+078.88m	15+122.18m	0,00005
134	Círculo	36.865m	5000.000m		A izquierdas	15+122.18m	15+191.73m	
135	Recta	38.374m				15+191.73m	15+228.59m	-0,0002
136	Círculo	23.072m	5000.000m		A derechas	15+228.59m	15+266.96m	
137	Recta	196.915m				15+266.96m	15+290.04m	0,0002
138	Círculo	19.645m	100000.000m		A derechas	15+290.04m	15+486.95m	
139	Recta	1468.088m				15+486.95m	15+506.60m	0,00001
140	Círculo	50.839m	40000.000m		A derechas	15+506.60m	16+974.69m	
141	Recta	108.455m				16+974.69m	17+025.52m	0,000025
142	Círculo	58.142m	20000.000m		A izquierdas	17+025.52m	17+133.98m	
143	Recta	178.013m				17+133.98m	17+192.12m	-0,00005
144	Círculo	27.998m	20000.000m		A derechas	17+192.12m	17+370.13m	
145	Recta	89.504m				17+370.13m	17+398.13m	0,00005
146	Círculo	45.702m	20000.000m		A derechas	17+398.13m	17+487.64m	
147	Recta	29.193m				17+487.64m	17+533.34m	0,00005
148	Círculo	67.736m	10000.000m		A izquierdas	17+533.34m	17+562.53m	
149	Recta	164.061m				17+562.53m	17+630.27m	-0,0001



150	Círculo	16.613m	10000.000m		A izquierdas	17+794.33m	17+810.94m	-0,0001
151	Recta	118.025m				17+810.94m	17+928.97m	
152	Círculo	30.735m	3000.000m		A derechas	17+928.97m	17+959.70m	0,00033333
153	Recta	6.510m				17+959.70m	17+966.21m	
154	Círculo	16.411m	3000.000m		A izquierdas	17+966.21m	17+982.62m	-0,00033333
155	Recta	17.661m				17+982.62m	18+000.28m	
156	Círculo	10.270m	3000.000m		A izquierdas	18+000.28m	18+010.55m	-0,00033333
157	Recta	39.034m				18+010.55m	18+049.59m	
158	Círculo	46.055m	10000.000m		A derechas	18+049.59m	18+095.64m	0,0001
159	Recta	145.477m				18+095.64m	18+241.12m	
160	Círculo	39.723m	10000.000m		A derechas	18+241.12m	18+280.84m	0,0001
161	Recta	142.747m				18+280.84m	18+423.59m	
162	Círculo	55.113m	5000.000m		A izquierdas	18+423.59m	18+478.70m	-0,0002
163	Recta	81.341m				18+478.70m	18+560.04m	
164	Círculo	68.323m	8000.000m		A derechas	18+560.04m	18+628.37m	0,000125
165	Recta	43.225m				18+628.37m	18+671.59m	
166	Círculo	43.030m	40000.000m		A izquierdas	18+671.59m	18+714.62m	-0,000025
167	Recta	26.499m				18+714.62m	18+741.12m	
168	Círculo	91.299m	12000.000m		A izquierdas	18+741.12m	18+832.42m	-8,3333E-05
169	Recta	5.007m				18+832.42m	18+837.43m	
170	Círculo	79.479m	8000.000m		A derechas	18+837.43m	18+916.91m	0,000125
171	Recta	34.442m				18+916.91m	18+951.35m	
172	Círculo	77.827m	20000.000m		A izquierdas	18+951.35m	19+029.18m	-0,00005
173	Recta	54.574m				19+029.18m	19+083.75m	
174	Círculo	8.415m	5000.000m		A izquierdas	19+083.75m	19+092.16m	-0,0002
175	Recta	62.946m				19+092.16m	19+155.11m	
176	Círculo	12.410m	80000.000m		A derechas	19+155.11m	19+167.52m	0,0000125
177	Recta	24.337m				19+167.52m	19+191.86m	
178	Círculo	67.598m	40000.000m		A derechas	19+191.86m	19+259.45m	0,000025
179	Recta	168.259m				19+259.45m	19+427.71m	
180	Círculo	49.944m	40000.000m		A derechas	19+427.71m	19+477.66m	0,000025
181	Recta	258.901m				19+477.66m	19+736.56m	



## 2. Estado de alineaciones trazado modificado

### 2.1. Planta

Nº	Tipo	Longitud (m)	Radio (m)	A	Sentido	P.K. inicial	P.K. final	1/R
1	Recta	587.452m				0+000.00m	0+587.45m	
2.1	Clotoide	64.800m		178.191m		0+587.45m	0+652.25m	
2.2	Círculo	263.338m	490.000m		A izquierdas	0+652.25m	0+915.59m	-0,00204082
2.3	Clotoide	64.800m		178.191m		0+915.59m	0+980.39m	
3	Recta	1764.306m				0+980.39m	2+744.70m	
4.1	Clotoide	2050.452m		2020.000m		2+744.70m	4+795.15m	
4.2	Círculo	1469.043m	1990.000m		A derechas	4+795.15m	6+264.19m	0,00050251
4.3	Clotoide	157.588m		560.000m		6+264.19m	6+421.78m	
5	Recta	244.232m				6+421.78m	6+666.01m	
6.1	Clotoide	52.812m		650.000m		6+666.01m	6+718.82m	
6.2	Círculo	10.529m	8000.000m		A izquierdas	6+718.82m	6+729.35m	-0,000125
6.3	Clotoide	52.812m		650.000m		6+729.35m	6+782.17m	
7	Recta	44.655m				6+782.17m	6+826.82m	
8	Círculo	15.429m	15000.000m		A izquierdas	6+826.82m	6+842.25m	-6,6667E-05
9	Recta	56.570m				6+842.25m	6+898.82m	
10	Círculo	21.738m	5000.000m		A derechas	6+898.82m	6+920.56m	0,0002
11	Recta	365.761m				6+920.56m	7+286.32m	
12	Círculo	28.904m	2000.000m		A izquierdas	7+286.32m	7+315.22m	-0,0005
13	Recta	44.263m				7+315.22m	7+359.49m	
14	Círculo	40.103m	2000.000m		A izquierdas	7+359.49m	7+399.59m	-0,0005
15	Recta	42.915m				7+399.59m	7+442.50m	
16	Círculo	19.728m	3000.000m		A izquierdas	7+442.50m	7+462.23m	-0,00033333
17	Recta	306.484m				7+462.23m	7+768.72m	
18	Círculo	66.660m	40000.000m		A derechas	7+768.72m	7+835.38m	0,000025
19	Recta	413.185m				7+835.38m	8+248.56m	
20	Círculo	8.890m	10000.000m		A izquierdas	8+248.56m	8+257.45m	-0,0001
21	Recta	389.829m				8+257.45m	8+647.28m	
22	Círculo	10.222m	5000.000m		A derechas	8+647.28m	8+657.50m	0,0002
23	Recta	93.652m				8+657.50m	8+751.15m	
24	Círculo	31.243m	2500.000m		A izquierdas	8+751.15m	8+782.40m	-0,0004
25	Recta	25.344m				8+782.40m	8+807.74m	
26	Círculo	25.107m	2500.000m		A derechas	8+807.74m	8+832.85m	0,0004

27	Recta	64.790m						8+832.85m	8+897.64m		
28	Círculo	138.258m	5000.000m					A derechas	8+897.64m	9+035.90m	0,0002
29	Recta	390.766m							9+035.90m	9+426.66m	
30	Círculo	32.890m	3000.000m					A izquierdas	9+426.66m	9+459.55m	-0,00033333
31	Recta	7.730m							9+459.55m	9+467.28m	
32	Círculo	35.445m	5000.000m					A derechas	9+467.28m	9+502.73m	0,0002
33	Recta	35.681m							9+502.73m	9+538.41m	
34	Círculo	8.101m	5000.000m					A derechas	9+538.41m	9+546.51m	0,0002
35	Recta	175.512m							9+546.51m	9+722.02m	
36	Círculo	5.932m	5000.000m					A derechas	9+722.02m	9+727.95m	0,0002
37	Recta	216.750m							9+727.95m	9+944.70m	
38	Círculo	1.715m	3000.000m					A izquierdas	9+944.70m	9+946.42m	-0,00033333
39	Recta	405.138m							9+946.42m	10+351.56m	
40	Círculo	6.878m	5000.000m					A izquierdas	10+351.56m	10+358.43m	-0,0002
41	Recta	50.199m							10+358.43m	10+408.63m	
42	Círculo	53.339m	2000.000m					A derechas	10+408.63m	10+461.97m	0,0005
43	Recta	21.560m							10+461.97m	10+483.53m	
44.1	Clotoide	17.308m		150.000m					10+483.53m	10+500.84m	
44.2	Círculo	65.244m	1300.000m					A derechas	10+500.84m	10+566.08m	0,00076923
44.3	Clotoide	17.308m		150.000m					10+566.08m	10+583.39m	
45	Recta	34.268m							10+583.39m	10+617.66m	
46	Círculo	30.722m	5000.000m					A derechas	10+617.66m	10+648.38m	0,0002
47	Recta	71.630m							10+648.38m	10+720.01m	
48	Círculo	24.411m	10000.000m					A izquierdas	10+720.01m	10+744.42m	-0,0001
49	Recta	83.841m							10+744.42m	10+828.26m	
50	Círculo	8.319m	5000.000m					A derechas	10+828.26m	10+836.58m	0,0002
51	Recta	46.844m							10+836.58m	10+883.43m	
52	Círculo	17.090m	20000.000m					A izquierdas	10+883.43m	10+900.52m	-0,00005
53	Recta	31.296m							10+900.52m	10+931.81m	
54	Círculo	29.257m	10000.000m					A izquierdas	10+931.81m	10+961.07m	-0,0001
55	Recta	27.617m							10+961.07m	10+988.69m	
56	Círculo	12.397m	8000.000m					A derechas	10+988.69m	11+001.08m	0,000125
57	Recta	127.145m							11+001.08m	11+128.23m	



Anteproyecto de mejora del tramo ferroviario Utiel – Camporrobles, perteneciente a la línea Aranjuez -Valencia (P.K. 243,6 a P.K. 264,9)

58	Círculo	4.467m	5000.000m		A derechas	11+128.23m	11+132.70m	0,0002
59	Recta	202.489m				11+132.70m	11+335.18m	
60	Círculo	9.661m	5000.000m		A izquierdas	11+335.18m	11+344.85m	-0,0002
61	Recta	197.874m				11+344.85m	11+542.72m	
62	Círculo	149.435m	2000.000m		A izquierdas	11+542.72m	11+692.15m	-0,0005
63	Recta	131.825m				11+692.15m	11+823.98m	
64	Círculo	6.231m	5000.000m		A izquierdas	11+823.98m	11+830.21m	-0,0002
65	Recta	239.692m				11+830.21m	12+069.90m	
66	Círculo	4.130m	50000.000m		A derechas	12+069.90m	12+074.03m	0,00002
67	Recta	466.118m				12+074.03m	12+540.15m	
68	Círculo	35.844m	5000.000m		A derechas	12+540.15m	12+575.99m	0,0002
69	Recta	14.562m				12+575.99m	12+590.56m	
70	Círculo	35.293m	2000.000m		A izquierdas	12+590.56m	12+625.85m	-0,0005
71	Recta	65.332m				12+625.85m	12+691.18m	
72	Círculo	44.717m	1300.000m		A izquierdas	12+691.18m	12+735.90m	-0,00076923
73	Recta	12.851m				12+735.90m	12+748.75m	
74	Círculo	33.942m	2000.000m		A izquierdas	12+748.75m	12+782.69m	-0,0005
75	Recta	40.234m				12+782.69m	12+822.92m	
76	Círculo	15.347m	2000.000m		A izquierdas	12+822.92m	12+838.27m	-0,0005
77	Recta	93.224m				12+838.27m	12+931.49m	
78	Círculo	12.562m	50000.000m		A derechas	12+931.49m	12+944.06m	0,00002
79	Recta	196.239m				12+944.06m	13+140.30m	
80	Círculo	36.892m	20000.000m		A izquierdas	13+140.30m	13+177.19m	-0,00005
81	Recta	49.853m				13+177.19m	13+227.04m	
82	Círculo	87.492m	20000.000m		A derechas	13+227.04m	13+314.53m	0,00005
83	Recta	58.397m				13+314.53m	13+372.93m	
84	Círculo	39.855m	40000.000m		A izquierdas	13+372.93m	13+412.79m	-0,000025
85	Recta	54.489m				13+412.79m	13+467.27m	
86	Círculo	16.714m	10000.000m		A izquierdas	13+467.27m	13+483.99m	-0,0001
87	Recta	65.809m				13+483.99m	13+549.80m	
88	Círculo	25.382m	5000.000m		A izquierdas	13+549.80m	13+575.18m	-0,0002
89	Recta	26.610m				13+575.18m	13+601.79m	
90	Círculo	87.312m	20000.000m		A derechas	13+601.79m	13+689.10m	0,00005
91	Recta	30.678m				13+689.10m	13+719.78m	
92	Círculo	24.222m	20000.000m		A derechas	13+719.78m	13+744.00m	0,00005
93	Recta	76.375m				13+744.00m	13+820.38m	
94	Círculo	30.515m	10000.000m		A izquierdas	13+820.38m	13+850.89m	-0,0001
95	Recta	83.890m				13+850.89m	13+934.78m	
96	Círculo	33.138m	5000.000m		A derechas	13+934.78m	13+967.92m	0,0002
97	Recta	52.788m				13+967.92m	14+020.71m	
98	Círculo	21.120m	10000.000m		A derechas	14+020.71m	14+041.83m	0,0001

99	Recta	88.616m							14+041.83m	14+130.44m	
100	Círculo	51.071m	5000.000m		A izquierdas				14+130.44m	14+181.51m	-0,0002
101	Recta	67.469m							14+181.51m	14+248.98m	
102	Círculo	156.994m	50000.000m		A derechas				14+248.98m	14+405.98m	0,00002
103	Recta	215.310m							14+405.98m	14+621.29m	
104	Círculo	10.683m	50000.000m		A derechas				14+621.29m	14+631.97m	0,00002
105	Recta	78.675m							14+631.97m	14+710.65m	
106	Círculo	2.281m	6000.000m		A derechas				14+710.65m	14+712.93m	0,00016667
107	Recta	112.656m							14+712.93m	14+825.58m	
108	Círculo	19.423m	420000.000m		A derechas				14+825.58m	14+845.01m	2,381E-06
109	Recta	65.465m							14+845.01m	14+910.47m	
110	Círculo	43.384m	40000.000m		A derechas				14+910.47m	14+953.85m	0,000025
111	Recta	52.394m							14+953.85m	15+006.25m	
112	Círculo	43.305m	20000.000m		A derechas				15+006.25m	15+049.55m	0,00005
113	Recta	69.545m							15+049.55m	15+119.10m	
114	Círculo	36.865m	5000.000m		A izquierdas				15+119.10m	15+155.96m	-0,0002
115	Recta	38.374m							15+155.96m	15+194.34m	
116	Círculo	23.072m	5000.000m		A derechas				15+194.34m	15+217.41m	0,0002
117	Recta	196.915m							15+217.41m	15+414.32m	
118	Círculo	19.645m	100000.000m		A derechas				15+414.32m	15+433.97m	0,00001
119	Recta	1468.088m							15+433.97m	16+902.06m	
120	Círculo	50.839m	40000.000m		A derechas				16+902.06m	16+952.90m	0,000025
121	Recta	108.455m							16+952.90m	17+061.35m	
122	Círculo	58.142m	20000.000m		A izquierdas				17+061.35m	17+119.49m	-0,00005
123	Recta	178.013m							17+119.49m	17+297.51m	
124	Círculo	27.998m	20000.000m		A derechas				17+297.51m	17+325.51m	0,00005
125	Recta	89.504m							17+325.51m	17+415.01m	
126	Círculo	45.702m	20000.000m		A derechas				17+415.01m	17+460.71m	0,00005
127	Recta	29.193m							17+460.71m	17+489.90m	
128	Círculo	67.736m	10000.000m		A izquierdas				17+489.90m	17+557.64m	-0,0001
129	Recta	164.061m							17+557.64m	17+721.70m	
130	Círculo	16.613m	10000.000m		A izquierdas				17+721.70m	17+738.31m	-0,0001
131	Recta	118.025m							17+738.31m	17+856.34m	
132	Círculo	30.735m	3000.000m		A derechas				17+856.34m	17+887.07m	0,00033333
133	Recta	6.510m							17+887.07m	17+893.58m	
134	Círculo	16.411m	3000.000m		A izquierdas				17+893.58m	17+909.99m	-0,00033333
135	Recta	17.661m							17+909.99m	17+927.66m	
136	Círculo	10.270m	3000.000m		A izquierdas				17+927.66m	17+937.93m	-0,00033333
137	Recta	39.034m							17+937.93m	17+976.96m	
138	Círculo	46.055m	10000.000m		A derechas				17+976.96m	18+023.01m	0,0001
139	Recta	145.477m							18+023.01m	18+168.49m	



140	Círculo	39.723m	10000.000m		A derechas	18+168.49m	18+208.22m	0,0001
141	Recta	142.747m				18+208.22m	18+350.96m	
142	Círculo	55.113m	5000.000m		A izquierdas	18+350.96m	18+406.07m	-0,0002
143	Recta	81.341m				18+406.07m	18+487.42m	
144	Círculo	68.323m	8000.000m		A derechas	18+487.42m	18+555.74m	0,000125
145	Recta	43.225m				18+555.74m	18+598.96m	
146	Círculo	43.030m	40000.000m		A izquierdas	18+598.96m	18+641.99m	-0,000025
147	Recta	26.499m				18+641.99m	18+668.49m	
148	Círculo	91.299m	12000.000m		A izquierdas	18+668.49m	18+759.79m	-8,3333E-05
149	Recta	5.007m				18+759.79m	18+764.80m	
150	Círculo	79.479m	8000.000m		A derechas	18+764.80m	18+844.28m	0,000125

151	Recta	34.442m					18+844.28m	18+878.72m	
152	Círculo	77.827m	20000.000m		A izquierdas		18+878.72m	18+956.55m	-0,00005
153	Recta	54.574m					18+956.55m	19+011.12m	
154	Círculo	8.415m	5000.000m		A izquierdas		19+011.12m	19+019.54m	-0,0002
155	Recta	62.946m					19+019.54m	19+082.48m	
156	Círculo	12.410m	80000.000m		A derechas		19+082.48m	19+094.89m	0,0000125
157	Recta	24.337m					19+094.89m	19+119.23m	
158	Círculo	67.598m	40000.000m		A derechas		19+119.23m	19+186.83m	0,000025
159	Recta	168.259m					19+186.83m	19+355.09m	
160	Círculo	49.944m	40000.000m		A derechas		19+355.09m	19+405.03m	0,000025
161	Recta	258.901m					19+405.03m	19+663.93m	

## 2.1. Alzado

Nº	Tipo	Longitud (m)	Radio (m)	Pendiente (%)	Kv (m)	Curvatura	P.K. inicial	P.K. vértice	P.K. final	Elevación vértice (m)	Velocidad (km/h)	Aceleración (m/s <sup>2</sup> )	Límite
1	Recta	815,99	-	0,09%	-	-	2+900,00	-	3+715,99	-	160,00	-	-
2	Parábolas simétricas	1.296,12	125.000,00	-	125.000,00	Convexo	3+715,99	4+364,05	5+012,11	911,60	160,00	0,20	0,20
3	Recta	283,38	-	-0,94%	-	-	5+012,11	-	5+295,49	-	160,00	-	-
4	Parábolas simétricas	333,93	125.000,00	-	125.000,00	Convexo	5+295,49	5+462,45	5+629,41	901,22	160,00	0,20	0,20
5	Recta	1.098,59	-	-1,21%	-	-	5+629,41	-	6+728,00	-	160,00	-	-

### 3. Diseño peraltes y cumplimiento norma NAV 0-2-0.0

Se ha dotado a la totalidad del trazado de peralte adecuado en curvas, el cual ha sido seleccionado tomando en consideración el intervalo establecido por la fórmula de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) para líneas con tráfico mixto:

$$D_{práctico} = a \frac{V_{max}^2}{R}$$

[V]=km/h; [R]=m y [D]=mm

Para líneas de tráfico mixto  $6,5 < a < 8$

Para líneas exclusivas de viajeros  $8 < a < 10$

Adicionalmente para las curvas 4 y 6 del estado de alineaciones del trazado modificado, por pertenecer a la zona que se modificará en planta, se ha calculado el peralte teórico y tenido en cuenta la insuficiencia de peralte y su limitación, así como la aceleración de confort del pasajero prescrita por ADIF y resto de parámetros especificados en la norma NAV 0-2-0.0.

$$a_{viaj} = a_q(1 + s)$$

ADIF :  $a_{viaj} < 1 \text{ m/s}^2$

Coches antiguos:  $s=0,6$

Coches modernos:  $s=0,2$

En cuanto a la curva 2, debido a que será la única del trazado con limitación a 80 km/h se ha comprobado no supere la aceleración de confort del pasajero anteriormente mencionada; también que su aceleración sin compensar

no sea superior a  $0,65 \text{ m/s}^2$  pese a que no sería de aplicación por no tener velocidad de diseño de 160 km/h, obteniéndose los siguientes resultados:

Alineación	Intervalo peraltes UIC (mm)	Aceleración del viajero ( $< 1 \text{ m/s}^2$ )	Peralte teórico (mm)	Peralte seleccionado (mm)
Curva nº 2 (80 km/h)	84,90 (a = 6,5)	0,586 (s = 0,2)	178,94	92,0
	104,49 (a = 8,0)	0,781 (s = 0,6)		
Curva nº 4	83,62 (a = 6,5)	0,581 (s = 0,2)	176,24	90,0
	102,91 (a = 8,0)	0,775 (s = 0,6)		
Curva nº 6	20,80 (a = 6,5)	0,127 (s = 0,2)	43,84	25,0
	25,60 (a = 8,0)	0,169 (s = 0,6)		

Tabla 1. Selección de peraltes curvas 2, 4 y 6 trazado modificado

Alineación	Insuficiencia de peralte (mm)	Máxima insuficiencia de peralte (mm)	Aceleración sin compensar ( $< 0,65 \text{ m/s}^2$ )
Curva nº 2 (80 km/h)	86,94	115	0,488
Curva nº 4	86,24	176,24	0,484
Curva nº 6	18,48	43,84	0,106

Tabla 2. Insuficiencia de peralte y aceleración sin compensar curvas 2, 4 y 6 trazado modificado

### 3.1. Comprobación parámetros curva nº 4, clotoide 1ª

A continuación se muestra el cálculo realizado de la longitud de la clotoide 1 (o clotoide de entrada) de la curva nº 4, con arreglo a lo especificado en la norma NAV 0-2-0.0:

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)		Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)	
Longitud normal	L <sub>norm1</sub>	107,86	2.050,45	2.020,00
	L <sub>norm2</sub>	127,78		
Longitud mínima	L <sub>min1</sub>	88,99		
	L <sub>min2</sub>	109,56		

Como se puede observar se ha seleccionado una longitud excesiva y muy superior a la requerida por la norma. El motivo de ello, tal y como se explica en la Memoria, obedece a la intención de preservar siempre que fuera posible los dos pasos elevados ubicados en los P.K. 5+344 (5+285 del trazado modificado) y 6+303 (6+229 del trazado modificado).



0,65	Normal: 0,80 mm/m Máxima: 1,00 mm/m	Normal: 35 Máximo: 45	Normal: 30 Máximo: 35	Normal: 0,17 Máxima: 0,20	Normal: 65 Máxima: 80	Normal: 0,09 Mínimo: 0,11
------	--	--------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------

Longitud (m)	Peralte (mm)	Radio (m)	Acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima pendiente diagrama de peraltes (mm/m)	Peralte teórico (mm)	Máx. var. peralte (mm/s)	Insuf. de peralte (mm)	Máx. var. insuf. Peralte (mm/s)	Máx. variac. acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima variación de H + H <sub>i</sub> con el tiempo (mm/s)	Máxima aceleración vertical de elevación (m/s <sup>5</sup> )
0,00	0,00	Infinito	0,000	0,000	0,00	-	0,00	-	-	-	0,000
5,00	0,22	816.080,00	0,001	0,044	0,43	1,951	0,21	1,869	0,010	3,819	0,090
10,00	0,44	408.040,00	0,002	0,044	0,86	1,951	0,42	1,869	0,010	3,819	0,090
15,00	0,66	272.026,67	0,004	0,044	1,29	1,951	0,63	1,869	0,010	3,819	0,090
20,00	0,88	204.020,00	0,005	0,044	1,72	1,951	0,84	1,869	0,010	3,819	0,090
25,00	1,10	163.216,00	0,006	0,044	2,15	1,951	1,05	1,869	0,010	3,819	0,090
30,00	1,32	136.013,33	0,007	0,044	2,58	1,951	1,26	1,869	0,010	3,819	0,090
35,00	1,54	116.582,86	0,008	0,044	3,01	1,951	1,47	1,869	0,010	3,819	0,090
40,00	1,76	102.010,00	0,009	0,044	3,44	1,951	1,68	1,869	0,010	3,819	0,090
45,00	1,98	90.675,56	0,011	0,044	3,87	1,951	1,89	1,869	0,010	3,819	0,090
50,00	2,19	81.608,00	0,012	0,044	4,30	1,951	2,10	1,869	0,010	3,819	0,090
55,00	2,41	74.189,09	0,013	0,044	4,73	1,951	2,31	1,869	0,010	3,819	0,090
60,00	2,63	68.006,67	0,014	0,044	5,16	1,951	2,52	1,869	0,010	3,819	0,090
65,00	2,85	62.775,38	0,015	0,044	5,59	1,951	2,73	1,869	0,010	3,819	0,090
70,00	3,07	58.291,43	0,017	0,044	6,02	1,951	2,94	1,869	0,010	3,819	0,090
75,00	3,29	54.405,33	0,018	0,044	6,45	1,951	3,15	1,869	0,010	3,819	0,090
80,00	3,51	51.005,00	0,019	0,044	6,88	1,951	3,36	1,869	0,010	3,819	0,090
85,00	3,73	48.004,71	0,020	0,044	7,31	1,951	3,58	1,869	0,010	3,819	0,090
90,00	3,95	45.337,78	0,021	0,044	7,74	1,951	3,79	1,869	0,010	3,819	0,090
95,00	4,17	42.951,58	0,022	0,044	8,17	1,951	4,00	1,869	0,010	3,819	0,090
100,00	4,39	40.804,00	0,024	0,044	8,60	1,951	4,21	1,869	0,010	3,819	0,090
105,00	4,61	38.860,95	0,025	0,044	9,02	1,951	4,42	1,869	0,010	3,819	0,090
110,00	4,83	37.094,55	0,026	0,044	9,45	1,951	4,63	1,869	0,010	3,819	0,090
115,00	5,05	35.481,74	0,027	0,044	9,88	1,951	4,84	1,869	0,010	3,819	0,090
120,00	5,27	34.003,33	0,028	0,044	10,31	1,951	5,05	1,869	0,010	3,819	0,090
125,00	5,49	32.643,20	0,030	0,044	10,74	1,951	5,26	1,869	0,010	3,819	0,090
130,00	5,71	31.387,69	0,031	0,044	11,17	1,951	5,47	1,869	0,010	3,819	0,090
135,00	5,93	30.225,19	0,032	0,044	11,60	1,951	5,68	1,869	0,010	3,819	0,090
140,00	6,14	29.145,71	0,033	0,044	12,03	1,951	5,89	1,869	0,010	3,819	0,090
145,00	6,36	28.140,69	0,034	0,044	12,46	1,951	6,10	1,869	0,010	3,819	0,090
150,00	6,58	27.202,67	0,035	0,044	12,89	1,951	6,31	1,869	0,010	3,819	0,090
155,00	6,80	26.325,16	0,037	0,044	13,32	1,951	6,52	1,869	0,010	3,819	0,090
160,00	7,02	25.502,50	0,038	0,044	13,75	1,951	6,73	1,869	0,010	3,819	0,090



165,00	7,24	24.729,70	0,039	0,044	14,18	1,951	6,94	1,869	0,010	3,819	0,090
170,00	7,46	24.002,35	0,040	0,044	14,61	1,951	7,15	1,869	0,010	3,819	0,090
175,00	7,68	23.316,57	0,041	0,044	15,04	1,951	7,36	1,869	0,010	3,819	0,090
180,00	7,90	22.668,89	0,043	0,044	15,47	1,951	7,57	1,869	0,010	3,819	0,090
185,00	8,12	22.056,22	0,044	0,044	15,90	1,951	7,78	1,869	0,010	3,819	0,090
190,00	8,34	21.475,79	0,045	0,044	16,33	1,951	7,99	1,869	0,010	3,819	0,090
195,00	8,56	20.925,13	0,046	0,044	16,76	1,951	8,20	1,869	0,010	3,819	0,090
200,00	8,78	20.402,00	0,047	0,044	17,19	1,951	8,41	1,869	0,010	3,819	0,090
205,00	9,00	19.904,39	0,048	0,044	17,62	1,951	8,62	1,869	0,010	3,819	0,090
210,00	9,22	19.430,48	0,050	0,044	18,05	1,951	8,83	1,869	0,010	3,819	0,090
215,00	9,44	18.978,60	0,051	0,044	18,48	1,951	9,04	1,869	0,010	3,819	0,090
220,00	9,66	18.547,27	0,052	0,044	18,91	1,951	9,25	1,869	0,010	3,819	0,090
225,00	9,88	18.135,11	0,053	0,044	19,34	1,951	9,46	1,869	0,010	3,819	0,090
230,00	10,10	17.740,87	0,054	0,044	19,77	1,951	9,67	1,869	0,010	3,819	0,090
235,00	10,31	17.363,40	0,055	0,044	20,20	1,951	9,88	1,869	0,010	3,819	0,090
240,00	10,53	17.001,67	0,057	0,044	20,63	1,951	10,09	1,869	0,010	3,819	0,090
245,00	10,75	16.654,69	0,058	0,044	21,06	1,951	10,30	1,869	0,010	3,819	0,090
250,00	10,97	16.321,60	0,059	0,044	21,49	1,951	10,51	1,869	0,010	3,819	0,090
255,00	11,19	16.001,57	0,060	0,044	21,92	1,951	10,73	1,869	0,010	3,819	0,090
260,00	11,41	15.693,85	0,061	0,044	22,35	1,951	10,94	1,869	0,010	3,819	0,090
265,00	11,63	15.397,74	0,063	0,044	22,78	1,951	11,15	1,869	0,010	3,819	0,090
270,00	11,85	15.112,59	0,064	0,044	23,21	1,951	11,36	1,869	0,010	3,819	0,090
275,00	12,07	14.837,82	0,065	0,044	23,64	1,951	11,57	1,869	0,010	3,819	0,090
280,00	12,29	14.572,86	0,066	0,044	24,07	1,951	11,78	1,869	0,010	3,819	0,090
285,00	12,51	14.317,19	0,067	0,044	24,50	1,951	11,99	1,869	0,010	3,819	0,090
290,00	12,73	14.070,34	0,068	0,044	24,93	1,951	12,20	1,869	0,010	3,819	0,090
295,00	12,95	13.831,86	0,070	0,044	25,36	1,951	12,41	1,869	0,010	3,819	0,090
300,00	13,17	13.601,33	0,071	0,044	25,79	1,951	12,62	1,869	0,010	3,819	0,090
305,00	13,39	13.378,36	0,072	0,044	26,22	1,951	12,83	1,869	0,010	3,819	0,090
310,00	13,61	13.162,58	0,073	0,044	26,65	1,951	13,04	1,869	0,010	3,819	0,090
315,00	13,83	12.953,65	0,074	0,044	27,07	1,951	13,25	1,869	0,010	3,819	0,090
320,00	14,05	12.751,25	0,076	0,044	27,50	1,951	13,46	1,869	0,010	3,819	0,090
325,00	14,27	12.555,08	0,077	0,044	27,93	1,951	13,67	1,869	0,010	3,819	0,090
330,00	14,48	12.364,85	0,078	0,044	28,36	1,951	13,88	1,869	0,010	3,819	0,090
335,00	14,70	12.180,30	0,079	0,044	28,79	1,951	14,09	1,869	0,010	3,819	0,090
340,00	14,92	12.001,18	0,080	0,044	29,22	1,951	14,30	1,869	0,010	3,819	0,090
345,00	15,14	11.827,25	0,081	0,044	29,65	1,951	14,51	1,869	0,010	3,819	0,090
350,00	15,36	11.658,29	0,083	0,044	30,08	1,951	14,72	1,869	0,010	3,819	0,090
355,00	15,58	11.494,08	0,084	0,044	30,51	1,951	14,93	1,869	0,010	3,819	0,090
360,00	15,80	11.334,44	0,085	0,044	30,94	1,951	15,14	1,869	0,010	3,819	0,090
365,00	16,02	11.179,18	0,086	0,044	31,37	1,951	15,35	1,869	0,010	3,819	0,090



370,00	16,24	11.028,11	0,087	0,044	31,80	1,951	15,56	1,869	0,010	3,819	0,090
375,00	16,46	10.881,07	0,089	0,044	32,23	1,951	15,77	1,869	0,010	3,819	0,090
380,00	16,68	10.737,89	0,090	0,044	32,66	1,951	15,98	1,869	0,010	3,819	0,090
385,00	16,90	10.598,44	0,091	0,044	33,09	1,951	16,19	1,869	0,010	3,819	0,090
390,00	17,12	10.462,56	0,092	0,044	33,52	1,951	16,40	1,869	0,010	3,819	0,090
395,00	17,34	10.330,13	0,093	0,044	33,95	1,951	16,61	1,869	0,010	3,819	0,090
400,00	17,56	10.201,00	0,094	0,044	34,38	1,951	16,82	1,869	0,010	3,819	0,090
405,00	17,78	10.075,06	0,096	0,044	34,81	1,951	17,03	1,869	0,010	3,819	0,090
410,00	18,00	9.952,20	0,097	0,044	35,24	1,951	17,24	1,869	0,010	3,819	0,090
415,00	18,22	9.832,29	0,098	0,044	35,67	1,951	17,45	1,869	0,010	3,819	0,090
420,00	18,43	9.715,24	0,099	0,044	36,10	1,951	17,67	1,869	0,010	3,819	0,090
425,00	18,65	9.600,94	0,100	0,044	36,53	1,951	17,88	1,869	0,010	3,819	0,090
430,00	18,87	9.489,30	0,102	0,044	36,96	1,951	18,09	1,869	0,010	3,819	0,090
435,00	19,09	9.380,23	0,103	0,044	37,39	1,951	18,30	1,869	0,010	3,819	0,090
440,00	19,31	9.273,64	0,104	0,044	37,82	1,951	18,51	1,869	0,010	3,819	0,090
445,00	19,53	9.169,44	0,105	0,044	38,25	1,951	18,72	1,869	0,010	3,819	0,090
450,00	19,75	9.067,56	0,106	0,044	38,68	1,951	18,93	1,869	0,010	3,819	0,090
455,00	19,97	8.967,91	0,107	0,044	39,11	1,951	19,14	1,869	0,010	3,819	0,090
460,00	20,19	8.870,43	0,109	0,044	39,54	1,951	19,35	1,869	0,010	3,819	0,090
465,00	20,41	8.775,05	0,110	0,044	39,97	1,951	19,56	1,869	0,010	3,819	0,090
470,00	20,63	8.681,70	0,111	0,044	40,40	1,951	19,77	1,869	0,010	3,819	0,090
475,00	20,85	8.590,32	0,112	0,044	40,83	1,951	19,98	1,869	0,010	3,819	0,090
480,00	21,07	8.500,83	0,113	0,044	41,26	1,951	20,19	1,869	0,010	3,819	0,090
485,00	21,29	8.413,20	0,115	0,044	41,69	1,951	20,40	1,869	0,010	3,819	0,090
490,00	21,51	8.327,35	0,116	0,044	42,12	1,951	20,61	1,869	0,010	3,819	0,090
495,00	21,73	8.243,23	0,117	0,044	42,55	1,951	20,82	1,869	0,010	3,819	0,090
500,00	21,95	8.160,80	0,118	0,044	42,98	1,951	21,03	1,869	0,010	3,819	0,090
505,00	22,17	8.080,00	0,119	0,044	43,41	1,951	21,24	1,869	0,010	3,819	0,090
510,00	22,39	8.000,78	0,120	0,044	43,84	1,951	21,45	1,869	0,010	3,819	0,090
515,00	22,60	7.923,11	0,122	0,044	44,27	1,951	21,66	1,869	0,010	3,819	0,090
520,00	22,82	7.846,92	0,123	0,044	44,70	1,951	21,87	1,869	0,010	3,819	0,090
525,00	23,04	7.772,19	0,124	0,044	45,12	1,951	22,08	1,869	0,010	3,819	0,090
530,00	23,26	7.698,87	0,125	0,044	45,55	1,951	22,29	1,869	0,010	3,819	0,090
535,00	23,48	7.626,92	0,126	0,044	45,98	1,951	22,50	1,869	0,010	3,819	0,090
540,00	23,70	7.556,30	0,128	0,044	46,41	1,951	22,71	1,869	0,010	3,819	0,090
545,00	23,92	7.486,97	0,129	0,044	46,84	1,951	22,92	1,869	0,010	3,819	0,090
550,00	24,14	7.418,91	0,130	0,044	47,27	1,951	23,13	1,869	0,010	3,819	0,090
555,00	24,36	7.352,07	0,131	0,044	47,70	1,951	23,34	1,869	0,010	3,819	0,090
560,00	24,58	7.286,43	0,132	0,044	48,13	1,951	23,55	1,869	0,010	3,819	0,090
565,00	24,80	7.221,95	0,133	0,044	48,56	1,951	23,76	1,869	0,010	3,819	0,090
570,00	25,02	7.158,60	0,135	0,044	48,99	1,951	23,97	1,869	0,010	3,819	0,090



Anteproyecto de mejora del tramo ferroviario Utiel – Camporrobles, perteneciente a la línea Aranjuez -Valencia (P.K. 243,6 a P.K. 264,9)

575,00	25,24	7.096,35	0,136	0,044	49,42	1,951	24,18	1,869	0,010	3,819	0,090
580,00	25,46	7.035,17	0,137	0,044	49,85	1,951	24,39	1,869	0,010	3,819	0,090
585,00	25,68	6.975,04	0,138	0,044	50,28	1,951	24,60	1,869	0,010	3,819	0,090
590,00	25,90	6.915,93	0,139	0,044	50,71	1,951	24,82	1,869	0,010	3,819	0,090
595,00	26,12	6.857,82	0,140	0,044	51,14	1,951	25,03	1,869	0,010	3,819	0,090
600,00	26,34	6.800,67	0,142	0,044	51,57	1,951	25,24	1,869	0,010	3,819	0,090
605,00	26,56	6.744,46	0,143	0,044	52,00	1,951	25,45	1,869	0,010	3,819	0,090
610,00	26,77	6.689,18	0,144	0,044	52,43	1,951	25,66	1,869	0,010	3,819	0,090
615,00	26,99	6.634,80	0,145	0,044	52,86	1,951	25,87	1,869	0,010	3,819	0,090
620,00	27,21	6.581,29	0,146	0,044	53,29	1,951	26,08	1,869	0,010	3,819	0,090
625,00	27,43	6.528,64	0,148	0,044	53,72	1,951	26,29	1,869	0,010	3,819	0,090
630,00	27,65	6.476,83	0,149	0,044	54,15	1,951	26,50	1,869	0,010	3,819	0,090
635,00	27,87	6.425,83	0,150	0,044	54,58	1,951	26,71	1,869	0,010	3,819	0,090
640,00	28,09	6.375,63	0,151	0,044	55,01	1,951	26,92	1,869	0,010	3,819	0,090
645,00	28,31	6.326,20	0,152	0,044	55,44	1,951	27,13	1,869	0,010	3,819	0,090
650,00	28,53	6.277,54	0,153	0,044	55,87	1,951	27,34	1,869	0,010	3,819	0,090
655,00	28,75	6.229,62	0,155	0,044	56,30	1,951	27,55	1,869	0,010	3,819	0,090
660,00	28,97	6.182,42	0,156	0,044	56,73	1,951	27,76	1,869	0,010	3,819	0,090
665,00	29,19	6.135,94	0,157	0,044	57,16	1,951	27,97	1,869	0,010	3,819	0,090
670,00	29,41	6.090,15	0,158	0,044	57,59	1,951	28,18	1,869	0,010	3,819	0,090
675,00	29,63	6.045,04	0,159	0,044	58,02	1,951	28,39	1,869	0,010	3,819	0,090
680,00	29,85	6.000,59	0,161	0,044	58,45	1,951	28,60	1,869	0,010	3,819	0,090
685,00	30,07	5.956,79	0,162	0,044	58,88	1,951	28,81	1,869	0,010	3,819	0,090
690,00	30,29	5.913,62	0,163	0,044	59,31	1,951	29,02	1,869	0,010	3,819	0,090
695,00	30,51	5.871,08	0,164	0,044	59,74	1,951	29,23	1,869	0,010	3,819	0,090
700,00	30,72	5.829,14	0,165	0,044	60,17	1,951	29,44	1,869	0,010	3,819	0,090
705,00	30,94	5.787,80	0,166	0,044	60,60	1,951	29,65	1,869	0,010	3,819	0,090
710,00	31,16	5.747,04	0,168	0,044	61,03	1,951	29,86	1,869	0,010	3,819	0,090
715,00	31,38	5.706,85	0,169	0,044	61,46	1,951	30,07	1,869	0,010	3,819	0,090
720,00	31,60	5.667,22	0,170	0,044	61,89	1,951	30,28	1,869	0,010	3,819	0,090
725,00	31,82	5.628,14	0,171	0,044	62,32	1,951	30,49	1,869	0,010	3,819	0,090
730,00	32,04	5.589,59	0,172	0,044	62,75	1,951	30,70	1,869	0,010	3,819	0,090
735,00	32,26	5.551,56	0,174	0,044	63,17	1,951	30,91	1,869	0,010	3,819	0,090
740,00	32,48	5.514,05	0,175	0,044	63,60	1,951	31,12	1,869	0,010	3,819	0,090
745,00	32,70	5.477,05	0,176	0,044	64,03	1,951	31,33	1,869	0,010	3,819	0,090
750,00	32,92	5.440,53	0,177	0,044	64,46	1,951	31,54	1,869	0,010	3,819	0,090
755,00	33,14	5.404,50	0,178	0,044	64,89	1,951	31,75	1,869	0,010	3,819	0,090
760,00	33,36	5.368,95	0,179	0,044	65,32	1,951	31,97	1,869	0,010	3,819	0,090
765,00	33,58	5.333,86	0,181	0,044	65,75	1,951	32,18	1,869	0,010	3,819	0,090
770,00	33,80	5.299,22	0,182	0,044	66,18	1,951	32,39	1,869	0,010	3,819	0,090
775,00	34,02	5.265,03	0,183	0,044	66,61	1,951	32,60	1,869	0,010	3,819	0,090



780,00	34,24	5.231,28	0,184	0,044	67,04	1,951	32,81	1,869	0,010	3,819	0,090
785,00	34,46	5.197,96	0,185	0,044	67,47	1,951	33,02	1,869	0,010	3,819	0,090
790,00	34,68	5.165,06	0,187	0,044	67,90	1,951	33,23	1,869	0,010	3,819	0,090
795,00	34,89	5.132,58	0,188	0,044	68,33	1,951	33,44	1,869	0,010	3,819	0,090
800,00	35,11	5.100,50	0,189	0,044	68,76	1,951	33,65	1,869	0,010	3,819	0,090
805,00	35,33	5.068,82	0,190	0,044	69,19	1,951	33,86	1,869	0,010	3,819	0,090
810,00	35,55	5.037,53	0,191	0,044	69,62	1,951	34,07	1,869	0,010	3,819	0,090
815,00	35,77	5.006,63	0,192	0,044	70,05	1,951	34,28	1,869	0,010	3,819	0,090
820,00	35,99	4.976,10	0,194	0,044	70,48	1,951	34,49	1,869	0,010	3,819	0,090
825,00	36,21	4.945,94	0,195	0,044	70,91	1,951	34,70	1,869	0,010	3,819	0,090
830,00	36,43	4.916,14	0,196	0,044	71,34	1,951	34,91	1,869	0,010	3,819	0,090
835,00	36,65	4.886,71	0,197	0,044	71,77	1,951	35,12	1,869	0,010	3,819	0,090
840,00	36,87	4.857,62	0,198	0,044	72,20	1,951	35,33	1,869	0,010	3,819	0,090
845,00	37,09	4.828,88	0,200	0,044	72,63	1,951	35,54	1,869	0,010	3,819	0,090
850,00	37,31	4.800,47	0,201	0,044	73,06	1,951	35,75	1,869	0,010	3,819	0,090
855,00	37,53	4.772,40	0,202	0,044	73,49	1,951	35,96	1,869	0,010	3,819	0,090
860,00	37,75	4.744,65	0,203	0,044	73,92	1,951	36,17	1,869	0,010	3,819	0,090
865,00	37,97	4.717,23	0,204	0,044	74,35	1,951	36,38	1,869	0,010	3,819	0,090
870,00	38,19	4.690,11	0,205	0,044	74,78	1,951	36,59	1,869	0,010	3,819	0,090
875,00	38,41	4.663,31	0,207	0,044	75,21	1,951	36,80	1,869	0,010	3,819	0,090
880,00	38,63	4.636,82	0,208	0,044	75,64	1,951	37,01	1,869	0,010	3,819	0,090
885,00	38,85	4.610,62	0,209	0,044	76,07	1,951	37,22	1,869	0,010	3,819	0,090
890,00	39,06	4.584,72	0,210	0,044	76,50	1,951	37,43	1,869	0,010	3,819	0,090
895,00	39,28	4.559,11	0,211	0,044	76,93	1,951	37,64	1,869	0,010	3,819	0,090
900,00	39,50	4.533,78	0,213	0,044	77,36	1,951	37,85	1,869	0,010	3,819	0,090
905,00	39,72	4.508,73	0,214	0,044	77,79	1,951	38,06	1,869	0,010	3,819	0,090
910,00	39,94	4.483,96	0,215	0,044	78,22	1,951	38,27	1,869	0,010	3,819	0,090
915,00	40,16	4.459,45	0,216	0,044	78,65	1,951	38,48	1,869	0,010	3,819	0,090
920,00	40,38	4.435,22	0,217	0,044	79,08	1,951	38,69	1,869	0,010	3,819	0,090
925,00	40,60	4.411,24	0,218	0,044	79,51	1,951	38,91	1,869	0,010	3,819	0,090
930,00	40,82	4.387,53	0,220	0,044	79,94	1,951	39,12	1,869	0,010	3,819	0,090
935,00	41,04	4.364,06	0,221	0,044	80,37	1,951	39,33	1,869	0,010	3,819	0,090
940,00	41,26	4.340,85	0,222	0,044	80,80	1,951	39,54	1,869	0,010	3,819	0,090
945,00	41,48	4.317,88	0,223	0,044	81,22	1,951	39,75	1,869	0,010	3,819	0,090
950,00	41,70	4.295,16	0,224	0,044	81,65	1,951	39,96	1,869	0,010	3,819	0,090
955,00	41,92	4.272,67	0,225	0,044	82,08	1,951	40,17	1,869	0,010	3,819	0,090
960,00	42,14	4.250,42	0,227	0,044	82,51	1,951	40,38	1,869	0,010	3,819	0,090
965,00	42,36	4.228,39	0,228	0,044	82,94	1,951	40,59	1,869	0,010	3,819	0,090
970,00	42,58	4.206,60	0,229	0,044	83,37	1,951	40,80	1,869	0,010	3,819	0,090
975,00	42,80	4.185,03	0,230	0,044	83,80	1,951	41,01	1,869	0,010	3,819	0,090
980,00	43,01	4.163,67	0,231	0,044	84,23	1,951	41,22	1,869	0,010	3,819	0,090



985,00	43,23	4.142,54	0,233	0,044	84,66	1,951	41,43	1,869	0,010	3,819	0,090
990,00	43,45	4.121,62	0,234	0,044	85,09	1,951	41,64	1,869	0,010	3,819	0,090
995,00	43,67	4.100,90	0,235	0,044	85,52	1,951	41,85	1,869	0,010	3,819	0,090
1.000,00	43,89	4.080,40	0,236	0,044	85,95	1,951	42,06	1,869	0,010	3,819	0,090
1.005,00	44,11	4.060,10	0,237	0,044	86,38	1,951	42,27	1,869	0,010	3,819	0,090
1.010,00	44,33	4.040,00	0,238	0,044	86,81	1,951	42,48	1,869	0,010	3,819	0,090
1.015,00	44,55	4.020,10	0,240	0,044	87,24	1,951	42,69	1,869	0,010	3,819	0,090
1.020,00	44,77	4.000,39	0,241	0,044	87,67	1,951	42,90	1,869	0,010	3,819	0,090
1.025,00	44,99	3.980,88	0,242	0,044	88,10	1,951	43,11	1,869	0,010	3,819	0,090
1.030,00	45,21	3.961,55	0,243	0,044	88,53	1,951	43,32	1,869	0,010	3,819	0,090
1.035,00	45,43	3.942,42	0,244	0,044	88,96	1,951	43,53	1,869	0,010	3,819	0,090
1.040,00	45,65	3.923,46	0,246	0,044	89,39	1,951	43,74	1,869	0,010	3,819	0,090
1.045,00	45,87	3.904,69	0,247	0,044	89,82	1,951	43,95	1,869	0,010	3,819	0,090
1.050,00	46,09	3.886,10	0,248	0,044	90,25	1,951	44,16	1,869	0,010	3,819	0,090
1.055,00	46,31	3.867,68	0,249	0,044	90,68	1,951	44,37	1,869	0,010	3,819	0,090
1.060,00	46,53	3.849,43	0,250	0,044	91,11	1,951	44,58	1,869	0,010	3,819	0,090
1.065,00	46,75	3.831,36	0,251	0,044	91,54	1,951	44,79	1,869	0,010	3,819	0,090
1.070,00	46,97	3.813,46	0,253	0,044	91,97	1,951	45,00	1,869	0,010	3,819	0,090
1.075,00	47,18	3.795,72	0,254	0,044	92,40	1,951	45,21	1,869	0,010	3,819	0,090
1.080,00	47,40	3.778,15	0,255	0,044	92,83	1,951	45,42	1,869	0,010	3,819	0,090
1.085,00	47,62	3.760,74	0,256	0,044	93,26	1,951	45,63	1,869	0,010	3,819	0,090
1.090,00	47,84	3.743,49	0,257	0,044	93,69	1,951	45,84	1,869	0,010	3,819	0,090
1.095,00	48,06	3.726,39	0,259	0,044	94,12	1,951	46,06	1,869	0,010	3,819	0,090
1.100,00	48,28	3.709,45	0,260	0,044	94,55	1,951	46,27	1,869	0,010	3,819	0,090
1.105,00	48,50	3.692,67	0,261	0,044	94,98	1,951	46,48	1,869	0,010	3,819	0,090
1.110,00	48,72	3.676,04	0,262	0,044	95,41	1,951	46,69	1,869	0,010	3,819	0,090
1.115,00	48,94	3.659,55	0,263	0,044	95,84	1,951	46,90	1,869	0,010	3,819	0,090
1.120,00	49,16	3.643,21	0,264	0,044	96,27	1,951	47,11	1,869	0,010	3,819	0,090
1.125,00	49,38	3.627,02	0,266	0,044	96,70	1,951	47,32	1,869	0,010	3,819	0,090
1.130,00	49,60	3.610,97	0,267	0,044	97,13	1,951	47,53	1,869	0,010	3,819	0,090
1.135,00	49,82	3.595,07	0,268	0,044	97,56	1,951	47,74	1,869	0,010	3,819	0,090
1.140,00	50,04	3.579,30	0,269	0,044	97,99	1,951	47,95	1,869	0,010	3,819	0,090
1.145,00	50,26	3.563,67	0,270	0,044	98,42	1,951	48,16	1,869	0,010	3,819	0,090
1.150,00	50,48	3.548,17	0,272	0,044	98,85	1,951	48,37	1,869	0,010	3,819	0,090
1.155,00	50,70	3.532,81	0,273	0,044	99,27	1,951	48,58	1,869	0,010	3,819	0,090
1.160,00	50,92	3.517,59	0,274	0,044	99,70	1,951	48,79	1,869	0,010	3,819	0,090
1.165,00	51,14	3.502,49	0,275	0,044	100,13	1,951	49,00	1,869	0,010	3,819	0,090
1.170,00	51,35	3.487,52	0,276	0,044	100,56	1,951	49,21	1,869	0,010	3,819	0,090
1.175,00	51,57	3.472,68	0,277	0,044	100,99	1,951	49,42	1,869	0,010	3,819	0,090
1.180,00	51,79	3.457,97	0,279	0,044	101,42	1,951	49,63	1,869	0,010	3,819	0,090
1.185,00	52,01	3.443,38	0,280	0,044	101,85	1,951	49,84	1,869	0,010	3,819	0,090



1.190,00	52,23	3.428,91	0,281	0,044	102,28	1,951	50,05	1,869	0,010	3,819	0,090
1.195,00	52,45	3.414,56	0,282	0,044	102,71	1,951	50,26	1,869	0,010	3,819	0,090
1.200,00	52,67	3.400,33	0,283	0,044	103,14	1,951	50,47	1,869	0,010	3,819	0,090
1.205,00	52,89	3.386,22	0,285	0,044	103,57	1,951	50,68	1,869	0,010	3,819	0,090
1.210,00	53,11	3.372,23	0,286	0,044	104,00	1,951	50,89	1,869	0,010	3,819	0,090
1.215,00	53,33	3.358,35	0,287	0,044	104,43	1,951	51,10	1,869	0,010	3,819	0,090
1.220,00	53,55	3.344,59	0,288	0,044	104,86	1,951	51,31	1,869	0,010	3,819	0,090
1.225,00	53,77	3.330,94	0,289	0,044	105,29	1,951	51,52	1,869	0,010	3,819	0,090
1.230,00	53,99	3.317,40	0,290	0,044	105,72	1,951	51,73	1,869	0,010	3,819	0,090
1.235,00	54,21	3.303,97	0,292	0,044	106,15	1,951	51,94	1,869	0,010	3,819	0,090
1.240,00	54,43	3.290,65	0,293	0,044	106,58	1,951	52,15	1,869	0,010	3,819	0,090
1.245,00	54,65	3.277,43	0,294	0,044	107,01	1,951	52,36	1,869	0,010	3,819	0,090
1.250,00	54,87	3.264,32	0,295	0,044	107,44	1,951	52,57	1,869	0,010	3,819	0,090
1.255,00	55,09	3.251,31	0,296	0,044	107,87	1,951	52,78	1,869	0,010	3,819	0,090
1.260,00	55,30	3.238,41	0,298	0,044	108,30	1,951	53,00	1,869	0,010	3,819	0,090
1.265,00	55,52	3.225,61	0,299	0,044	108,73	1,951	53,21	1,869	0,010	3,819	0,090
1.270,00	55,74	3.212,91	0,300	0,044	109,16	1,951	53,42	1,869	0,010	3,819	0,090
1.275,00	55,96	3.200,31	0,301	0,044	109,59	1,951	53,63	1,869	0,010	3,819	0,090
1.280,00	56,18	3.187,81	0,302	0,044	110,02	1,951	53,84	1,869	0,010	3,819	0,090
1.285,00	56,40	3.175,41	0,303	0,044	110,45	1,951	54,05	1,869	0,010	3,819	0,090
1.290,00	56,62	3.163,10	0,305	0,044	110,88	1,951	54,26	1,869	0,010	3,819	0,090
1.295,00	56,84	3.150,89	0,306	0,044	111,31	1,951	54,47	1,869	0,010	3,819	0,090
1.300,00	57,06	3.138,77	0,307	0,044	111,74	1,951	54,68	1,869	0,010	3,819	0,090
1.305,00	57,28	3.126,74	0,308	0,044	112,17	1,951	54,89	1,869	0,010	3,819	0,090
1.310,00	57,50	3.114,81	0,309	0,044	112,60	1,951	55,10	1,869	0,010	3,819	0,090
1.315,00	57,72	3.102,97	0,310	0,044	113,03	1,951	55,31	1,869	0,010	3,819	0,090
1.320,00	57,94	3.091,21	0,312	0,044	113,46	1,951	55,52	1,869	0,010	3,819	0,090
1.325,00	58,16	3.079,55	0,313	0,044	113,89	1,951	55,73	1,869	0,010	3,819	0,090
1.330,00	58,38	3.067,97	0,314	0,044	114,32	1,951	55,94	1,869	0,010	3,819	0,090
1.335,00	58,60	3.056,48	0,315	0,044	114,75	1,951	56,15	1,869	0,010	3,819	0,090
1.340,00	58,82	3.045,07	0,316	0,044	115,18	1,951	56,36	1,869	0,010	3,819	0,090
1.345,00	59,04	3.033,75	0,318	0,044	115,61	1,951	56,57	1,869	0,010	3,819	0,090
1.350,00	59,26	3.022,52	0,319	0,044	116,04	1,951	56,78	1,869	0,010	3,819	0,090
1.355,00	59,47	3.011,37	0,320	0,044	116,47	1,951	56,99	1,869	0,010	3,819	0,090
1.360,00	59,69	3.000,29	0,321	0,044	116,90	1,951	57,20	1,869	0,010	3,819	0,090
1.365,00	59,91	2.989,30	0,322	0,044	117,32	1,951	57,41	1,869	0,010	3,819	0,090
1.370,00	60,13	2.978,39	0,323	0,044	117,75	1,951	57,62	1,869	0,010	3,819	0,090
1.375,00	60,35	2.967,56	0,325	0,044	118,18	1,951	57,83	1,869	0,010	3,819	0,090
1.380,00	60,57	2.956,81	0,326	0,044	118,61	1,951	58,04	1,869	0,010	3,819	0,090
1.385,00	60,79	2.946,14	0,327	0,044	119,04	1,951	58,25	1,869	0,010	3,819	0,090
1.390,00	61,01	2.935,54	0,328	0,044	119,47	1,951	58,46	1,869	0,010	3,819	0,090



1.395,00	61,23	2.925,02	0,329	0,044	119,90	1,951	58,67	1,869	0,010	3,819	0,090
1.400,00	61,45	2.914,57	0,331	0,044	120,33	1,951	58,88	1,869	0,010	3,819	0,090
1.405,00	61,67	2.904,20	0,332	0,044	120,76	1,951	59,09	1,869	0,010	3,819	0,090
1.410,00	61,89	2.893,90	0,333	0,044	121,19	1,951	59,30	1,869	0,010	3,819	0,090
1.415,00	62,11	2.883,67	0,334	0,044	121,62	1,951	59,51	1,869	0,010	3,819	0,090
1.420,00	62,33	2.873,52	0,335	0,044	122,05	1,951	59,72	1,869	0,010	3,819	0,090
1.425,00	62,55	2.863,44	0,336	0,044	122,48	1,951	59,93	1,869	0,010	3,819	0,090
1.430,00	62,77	2.853,43	0,338	0,044	122,91	1,951	60,15	1,869	0,010	3,819	0,090
1.435,00	62,99	2.843,48	0,339	0,044	123,34	1,951	60,36	1,869	0,010	3,819	0,090
1.440,00	63,21	2.833,61	0,340	0,044	123,77	1,951	60,57	1,869	0,010	3,819	0,090
1.445,00	63,43	2.823,81	0,341	0,044	124,20	1,951	60,78	1,869	0,010	3,819	0,090
1.450,00	63,64	2.814,07	0,342	0,044	124,63	1,951	60,99	1,869	0,010	3,819	0,090
1.455,00	63,86	2.804,40	0,344	0,044	125,06	1,951	61,20	1,869	0,010	3,819	0,090
1.460,00	64,08	2.794,79	0,345	0,044	125,49	1,951	61,41	1,869	0,010	3,819	0,090
1.465,00	64,30	2.785,26	0,346	0,044	125,92	1,951	61,62	1,869	0,010	3,819	0,090
1.470,00	64,52	2.775,78	0,347	0,044	126,35	1,951	61,83	1,869	0,010	3,819	0,090
1.475,00	64,74	2.766,37	0,348	0,044	126,78	1,951	62,04	1,869	0,010	3,819	0,090
1.480,00	64,96	2.757,03	0,349	0,044	127,21	1,951	62,25	1,869	0,010	3,819	0,090
1.485,00	65,18	2.747,74	0,351	0,044	127,64	1,951	62,46	1,869	0,010	3,819	0,090
1.490,00	65,40	2.738,52	0,352	0,044	128,07	1,951	62,67	1,869	0,010	3,819	0,090
1.495,00	65,62	2.729,36	0,353	0,044	128,50	1,951	62,88	1,869	0,010	3,819	0,090
1.500,00	65,84	2.720,27	0,354	0,044	128,93	1,951	63,09	1,869	0,010	3,819	0,090
1.505,00	66,06	2.711,23	0,355	0,044	129,36	1,951	63,30	1,869	0,010	3,819	0,090
1.510,00	66,28	2.702,25	0,357	0,044	129,79	1,951	63,51	1,869	0,010	3,819	0,090
1.515,00	66,50	2.693,33	0,358	0,044	130,22	1,951	63,72	1,869	0,010	3,819	0,090
1.520,00	66,72	2.684,47	0,359	0,044	130,65	1,951	63,93	1,869	0,010	3,819	0,090
1.525,00	66,94	2.675,67	0,360	0,044	131,08	1,951	64,14	1,869	0,010	3,819	0,090
1.530,00	67,16	2.666,93	0,361	0,044	131,51	1,951	64,35	1,869	0,010	3,819	0,090
1.535,00	67,38	2.658,24	0,362	0,044	131,94	1,951	64,56	1,869	0,010	3,819	0,090
1.540,00	67,59	2.649,61	0,364	0,044	132,37	1,951	64,77	1,869	0,010	3,819	0,090
1.545,00	67,81	2.641,04	0,365	0,044	132,80	1,951	64,98	1,869	0,010	3,819	0,090
1.550,00	68,03	2.632,52	0,366	0,044	133,23	1,951	65,19	1,869	0,010	3,819	0,090
1.555,00	68,25	2.624,05	0,367	0,044	133,66	1,951	65,40	1,869	0,010	3,819	0,090
1.560,00	68,47	2.615,64	0,368	0,044	134,09	1,951	65,61	1,869	0,010	3,819	0,090
1.565,00	68,69	2.607,28	0,370	0,044	134,52	1,951	65,82	1,869	0,010	3,819	0,090
1.570,00	68,91	2.598,98	0,371	0,044	134,95	1,951	66,03	1,869	0,010	3,819	0,090
1.575,00	69,13	2.590,73	0,372	0,044	135,37	1,951	66,24	1,869	0,010	3,819	0,090
1.580,00	69,35	2.582,53	0,373	0,044	135,80	1,951	66,45	1,869	0,010	3,819	0,090
1.585,00	69,57	2.574,38	0,374	0,044	136,23	1,951	66,66	1,869	0,010	3,819	0,090
1.590,00	69,79	2.566,29	0,375	0,044	136,66	1,951	66,87	1,869	0,010	3,819	0,090
1.595,00	70,01	2.558,24	0,377	0,044	137,09	1,951	67,08	1,869	0,010	3,819	0,090



Anteproyecto de mejora del tramo ferroviario Utiel – Camporrobles, perteneciente a la línea Aranjuez -Valencia (P.K. 243,6 a P.K. 264,9)

1.600,00	70,23	2.550,25	0,378	0,044	137,52	1,951	67,30	1,869	0,010	3,819	0,090
1.605,00	70,45	2.542,31	0,379	0,044	137,95	1,951	67,51	1,869	0,010	3,819	0,090
1.610,00	70,67	2.534,41	0,380	0,044	138,38	1,951	67,72	1,869	0,010	3,819	0,090
1.615,00	70,89	2.526,56	0,381	0,044	138,81	1,951	67,93	1,869	0,010	3,819	0,090
1.620,00	71,11	2.518,77	0,383	0,044	139,24	1,951	68,14	1,869	0,010	3,819	0,090
1.625,00	71,33	2.511,02	0,384	0,044	139,67	1,951	68,35	1,869	0,010	3,819	0,090
1.630,00	71,55	2.503,31	0,385	0,044	140,10	1,951	68,56	1,869	0,010	3,819	0,090
1.635,00	71,76	2.495,66	0,386	0,044	140,53	1,951	68,77	1,869	0,010	3,819	0,090
1.640,00	71,98	2.488,05	0,387	0,044	140,96	1,951	68,98	1,869	0,010	3,819	0,090
1.645,00	72,20	2.480,49	0,388	0,044	141,39	1,951	69,19	1,869	0,010	3,819	0,090
1.650,00	72,42	2.472,97	0,390	0,044	141,82	1,951	69,40	1,869	0,010	3,819	0,090
1.655,00	72,64	2.465,50	0,391	0,044	142,25	1,951	69,61	1,869	0,010	3,819	0,090
1.660,00	72,86	2.458,07	0,392	0,044	142,68	1,951	69,82	1,869	0,010	3,819	0,090
1.665,00	73,08	2.450,69	0,393	0,044	143,11	1,951	70,03	1,869	0,010	3,819	0,090
1.670,00	73,30	2.443,35	0,394	0,044	143,54	1,951	70,24	1,869	0,010	3,819	0,090
1.675,00	73,52	2.436,06	0,395	0,044	143,97	1,951	70,45	1,869	0,010	3,819	0,090
1.680,00	73,74	2.428,81	0,397	0,044	144,40	1,951	70,66	1,869	0,010	3,819	0,090
1.685,00	73,96	2.421,60	0,398	0,044	144,83	1,951	70,87	1,869	0,010	3,819	0,090
1.690,00	74,18	2.414,44	0,399	0,044	145,26	1,951	71,08	1,869	0,010	3,819	0,090
1.695,00	74,40	2.407,32	0,400	0,044	145,69	1,951	71,29	1,869	0,010	3,819	0,090
1.700,00	74,62	2.400,24	0,401	0,044	146,12	1,951	71,50	1,869	0,010	3,819	0,090
1.705,00	74,84	2.393,20	0,403	0,044	146,55	1,951	71,71	1,869	0,010	3,819	0,090
1.710,00	75,06	2.386,20	0,404	0,044	146,98	1,951	71,92	1,869	0,010	3,819	0,090
1.715,00	75,28	2.379,24	0,405	0,044	147,41	1,951	72,13	1,869	0,010	3,819	0,090
1.720,00	75,50	2.372,33	0,406	0,044	147,84	1,951	72,34	1,869	0,010	3,819	0,090
1.725,00	75,72	2.365,45	0,407	0,044	148,27	1,951	72,55	1,869	0,010	3,819	0,090
1.730,00	75,93	2.358,61	0,408	0,044	148,70	1,951	72,76	1,869	0,010	3,819	0,090
1.735,00	76,15	2.351,82	0,410	0,044	149,13	1,951	72,97	1,869	0,010	3,819	0,090
1.740,00	76,37	2.345,06	0,411	0,044	149,56	1,951	73,18	1,869	0,010	3,819	0,090
1.745,00	76,59	2.338,34	0,412	0,044	149,99	1,951	73,39	1,869	0,010	3,819	0,090
1.750,00	76,81	2.331,66	0,413	0,044	150,42	1,951	73,60	1,869	0,010	3,819	0,090
1.755,00	77,03	2.325,01	0,414	0,044	150,85	1,951	73,81	1,869	0,010	3,819	0,090
1.760,00	77,25	2.318,41	0,416	0,044	151,28	1,951	74,02	1,869	0,010	3,819	0,090
1.765,00	77,47	2.311,84	0,417	0,044	151,71	1,951	74,24	1,869	0,010	3,819	0,090
1.770,00	77,69	2.305,31	0,418	0,044	152,14	1,951	74,45	1,869	0,010	3,819	0,090
1.775,00	77,91	2.298,82	0,419	0,044	152,57	1,951	74,66	1,869	0,010	3,819	0,090
1.780,00	78,13	2.292,36	0,420	0,044	153,00	1,951	74,87	1,869	0,010	3,819	0,090
1.785,00	78,35	2.285,94	0,421	0,044	153,42	1,951	75,08	1,869	0,010	3,819	0,090
1.790,00	78,57	2.279,55	0,423	0,044	153,85	1,951	75,29	1,869	0,010	3,819	0,090
1.795,00	78,79	2.273,20	0,424	0,044	154,28	1,951	75,50	1,869	0,010	3,819	0,090
1.800,00	79,01	2.266,89	0,425	0,044	154,71	1,951	75,71	1,869	0,010	3,819	0,090



1.805,00	79,23	2.260,61	0,426	0,044	155,14	1,951	75,92	1,869	0,010	3,819	0,090
1.810,00	79,45	2.254,36	0,427	0,044	155,57	1,951	76,13	1,869	0,010	3,819	0,090
1.815,00	79,67	2.248,15	0,429	0,044	156,00	1,951	76,34	1,869	0,010	3,819	0,090
1.820,00	79,88	2.241,98	0,430	0,044	156,43	1,951	76,55	1,869	0,010	3,819	0,090
1.825,00	80,10	2.235,84	0,431	0,044	156,86	1,951	76,76	1,869	0,010	3,819	0,090
1.830,00	80,32	2.229,73	0,432	0,044	157,29	1,951	76,97	1,869	0,010	3,819	0,090
1.835,00	80,54	2.223,65	0,433	0,044	157,72	1,951	77,18	1,869	0,010	3,819	0,090
1.840,00	80,76	2.217,61	0,434	0,044	158,15	1,951	77,39	1,869	0,010	3,819	0,090
1.845,00	80,98	2.211,60	0,436	0,044	158,58	1,951	77,60	1,869	0,010	3,819	0,090
1.850,00	81,20	2.205,62	0,437	0,044	159,01	1,951	77,81	1,869	0,010	3,819	0,090
1.855,00	81,42	2.199,68	0,438	0,044	159,44	1,951	78,02	1,869	0,010	3,819	0,090
1.860,00	81,64	2.193,76	0,439	0,044	159,87	1,951	78,23	1,869	0,010	3,819	0,090
1.865,00	81,86	2.187,88	0,440	0,044	160,30	1,951	78,44	1,869	0,010	3,819	0,090
1.870,00	82,08	2.182,03	0,442	0,044	160,73	1,951	78,65	1,869	0,010	3,819	0,090
1.875,00	82,30	2.176,21	0,443	0,044	161,16	1,951	78,86	1,869	0,010	3,819	0,090
1.880,00	82,52	2.170,43	0,444	0,044	161,59	1,951	79,07	1,869	0,010	3,819	0,090
1.885,00	82,74	2.164,67	0,445	0,044	162,02	1,951	79,28	1,869	0,010	3,819	0,090
1.890,00	82,96	2.158,94	0,446	0,044	162,45	1,951	79,49	1,869	0,010	3,819	0,090
1.895,00	83,18	2.153,25	0,447	0,044	162,88	1,951	79,70	1,869	0,010	3,819	0,090
1.900,00	83,40	2.147,58	0,449	0,044	163,31	1,951	79,91	1,869	0,010	3,819	0,090
1.905,00	83,62	2.141,94	0,450	0,044	163,74	1,951	80,12	1,869	0,010	3,819	0,090
1.910,00	83,84	2.136,34	0,451	0,044	164,17	1,951	80,33	1,869	0,010	3,819	0,090
1.915,00	84,05	2.130,76	0,452	0,044	164,60	1,951	80,54	1,869	0,010	3,819	0,090
1.920,00	84,27	2.125,21	0,453	0,044	165,03	1,951	80,75	1,869	0,010	3,819	0,090
1.925,00	84,49	2.119,69	0,455	0,044	165,46	1,951	80,96	1,869	0,010	3,819	0,090
1.930,00	84,71	2.114,20	0,456	0,044	165,89	1,951	81,17	1,869	0,010	3,819	0,090
1.935,00	84,93	2.108,73	0,457	0,044	166,32	1,951	81,39	1,869	0,010	3,819	0,090
1.940,00	85,15	2.103,30	0,458	0,044	166,75	1,951	81,60	1,869	0,010	3,819	0,090
1.945,00	85,37	2.097,89	0,459	0,044	167,18	1,951	81,81	1,869	0,010	3,819	0,090
1.950,00	85,59	2.092,51	0,460	0,044	167,61	1,951	82,02	1,869	0,010	3,819	0,090
1.955,00	85,81	2.087,16	0,462	0,044	168,04	1,951	82,23	1,869	0,010	3,819	0,090
1.960,00	86,03	2.081,84	0,463	0,044	168,47	1,951	82,44	1,869	0,010	3,819	0,090
1.965,00	86,25	2.076,54	0,464	0,044	168,90	1,951	82,65	1,869	0,010	3,819	0,090
1.970,00	86,47	2.071,27	0,465	0,044	169,33	1,951	82,86	1,869	0,010	3,819	0,090
1.975,00	86,69	2.066,03	0,466	0,044	169,76	1,951	83,07	1,869	0,010	3,819	0,090
1.980,00	86,91	2.060,81	0,468	0,044	170,19	1,951	83,28	1,869	0,010	3,819	0,090
1.985,00	87,13	2.055,62	0,469	0,044	170,62	1,951	83,49	1,869	0,010	3,819	0,090
1.990,00	87,35	2.050,45	0,470	0,044	171,05	1,951	83,70	1,869	0,010	3,819	0,090
1.995,00	87,57	2.045,31	0,471	0,044	171,47	1,951	83,91	1,869	0,010	3,819	0,090
2.000,00	87,79	2.040,20	0,472	0,044	171,90	1,951	84,12	1,869	0,010	3,819	0,090
2.005,00	88,01	2.035,11	0,473	0,044	172,33	1,951	84,33	1,869	0,010	3,819	0,090



2.010,00	88,22	2.030,05	0,475	0,044	172,76	1,951	84,54	1,869	0,010	3,819	0,090
2.015,00	88,44	2.025,01	0,476	0,044	173,19	1,951	84,75	1,869	0,010	3,819	0,090
2.020,00	88,66	2.020,00	0,477	0,044	173,62	1,951	84,96	1,869	0,010	3,819	0,090
2.025,00	88,88	2.015,01	0,478	0,044	174,05	1,951	85,17	1,869	0,010	3,819	0,090
2.030,00	89,10	2.010,05	0,479	0,044	174,48	1,951	85,38	1,869	0,010	3,819	0,090
2.035,00	89,32	2.005,11	0,480	0,044	174,91	1,951	85,59	1,869	0,010	3,819	0,090
2.040,00	89,54	2.000,20	0,482	0,044	175,34	1,951	85,80	1,869	0,010	3,819	0,090
2.045,00	89,76	1.995,31	0,483	0,044	175,77	1,951	86,01	1,869	0,010	3,819	0,090
2.050,00	89,98	1.990,44	0,484	0,044	176,20	1,951	86,22	1,869	0,010	3,819	0,090
2.050,45	90,00	1.990,00	0,484	0,044	176,24	1,951	86,24	1,869	0,010	3,819	0,090

### 3.1. Comprobación parámetros curva nº 4, clotoide 2ª

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)		Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)
Longitud normal	L <sub>norm1</sub>	107,85	157,59
	L <sub>norm2</sub>	127,77	
Longitud mínima	L <sub>min1</sub>	88,99	
	L <sub>min2</sub>	109,56	

0,65	Normal: 0,80 mm/m Máxima: 1,00 mm/m
------	--

Normal: 35 Máximo: 45
--------------------------

Normal: 30 Máximo: 35
--------------------------

Normal: 0,17 Máxima: 0,20
------------------------------

Normal: 65 Máxima: 80
--------------------------

Normal: 0,09 Mínimo: 0,11
------------------------------

Longitud (m)	Peralte (mm)	Radio (m)	Acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima pendiente diagrama de peraltes (mm/m)	Peralte teórico (mm)	Máx. var. peralte (mm/s)	Insuf. de peralte (mm)	Máx. var. insuf. Peralte (mm/s)	Máx. variac. acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima variación de H + H <sub>i</sub> con el tiempo (mm/s)	Máxima aceleración vertical de elevación (m/s <sup>5</sup> )
0,00	0,00	Infinito	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00	-	-	-	0,000
5,00	2,86	62.720,00	0,015	0,571	5,59	25,383	2,74	24,323	0,137	49,691	0,001
10,00	5,71	31.360,00	0,031	0,571	11,18	25,383	5,47	24,323	0,137	49,691	0,001
15,00	8,57	20.906,67	0,046	0,571	16,78	25,383	8,21	24,323	0,137	49,691	0,001
20,00	11,42	15.680,00	0,061	0,571	22,37	25,383	10,95	24,323	0,137	49,691	0,001
25,00	14,28	12.544,00	0,077	0,571	27,96	25,383	13,68	24,323	0,137	49,691	0,001
30,00	17,13	10.453,33	0,092	0,571	33,55	25,383	16,42	24,323	0,137	49,691	0,001
35,00	19,99	8.960,00	0,108	0,571	39,14	25,383	19,15	24,323	0,137	49,691	0,001
40,00	22,84	7.840,00	0,123	0,571	44,73	25,383	21,89	24,323	0,137	49,691	0,001
45,00	25,70	6.968,89	0,138	0,571	50,33	25,383	24,63	24,323	0,137	49,691	0,001
50,00	28,56	6.272,00	0,154	0,571	55,92	25,383	27,36	24,323	0,137	49,691	0,001
55,00	31,41	5.701,82	0,169	0,571	61,51	25,383	30,10	24,323	0,137	49,691	0,001



60,00	34,27	5.226,67	0,184	0,571	67,10	25,383	32,84	24,323	0,137	49,691	0,001
65,00	37,12	4.824,62	0,200	0,571	72,69	25,383	35,57	24,323	0,137	49,691	0,001
70,00	39,98	4.480,00	0,215	0,571	78,29	25,383	38,31	24,323	0,137	49,691	0,001
75,00	42,83	4.181,33	0,230	0,571	83,88	25,383	41,04	24,323	0,137	49,691	0,001
80,00	45,69	3.920,00	0,246	0,571	89,47	25,383	43,78	24,323	0,137	49,691	0,001
85,00	48,54	3.689,41	0,261	0,571	95,06	25,383	46,52	24,323	0,137	49,691	0,001
90,00	51,40	3.484,44	0,276	0,571	100,65	25,383	49,25	24,323	0,137	49,691	0,001
95,00	54,26	3.301,05	0,292	0,571	106,24	25,383	51,99	24,323	0,137	49,691	0,001
100,00	57,11	3.136,00	0,307	0,571	111,84	25,383	54,73	24,323	0,137	49,691	0,001
105,00	59,97	2.986,67	0,323	0,571	117,43	25,383	57,46	24,323	0,137	49,691	0,001
110,00	62,82	2.850,91	0,338	0,571	123,02	25,383	60,20	24,323	0,137	49,691	0,001
115,00	65,68	2.726,96	0,353	0,571	128,61	25,383	62,93	24,323	0,137	49,691	0,001
120,00	68,53	2.613,33	0,369	0,571	134,20	25,383	65,67	24,323	0,137	49,691	0,001
125,00	71,39	2.508,80	0,384	0,571	139,80	25,383	68,41	24,323	0,137	49,691	0,001
130,00	74,24	2.412,31	0,399	0,571	145,39	25,383	71,14	24,323	0,137	49,691	0,001
135,00	77,10	2.322,96	0,415	0,571	150,98	25,383	73,88	24,323	0,137	49,691	0,001
140,00	79,96	2.240,00	0,430	0,571	156,57	25,383	76,62	24,323	0,137	49,691	0,001
145,00	82,81	2.162,76	0,445	0,571	162,16	25,383	79,35	24,323	0,137	49,691	0,001
150,00	85,67	2.090,67	0,461	0,571	167,76	25,383	82,09	24,323	0,137	49,691	0,001
155,00	88,52	2.023,23	0,476	0,571	173,35	25,383	84,82	24,323	0,137	49,691	0,001
157,59	90,00	1.990,00	0,484	0,571	176,24	25,383	86,24	24,323	0,137	49,691	0,001



### 3.1. Comprobación parámetros curva nº 6, clotoides 1ª y 2ª

Limitación curva transición NAV 0-2-0.0 (m)		Longitud seleccionada (m)	Parámetro (m)
Longitud normal	L <sub>norm1</sub>	29,96	52,81
	L <sub>norm2</sub>	27,91	
Longitud mínima	L <sub>min1</sub>	24,72	
	L <sub>min2</sub>	31,76	

0,65	Normal: 0,80 mm/m Máxima: 1,00 mm/m
------	--

Normal: 35 Máximo: 45
--------------------------

Normal: 30 Máximo: 35	Normal: 0,17 Máxima: 0,20	Normal: 65 Máxima: 80	Normal: 0,09 Mínimo: 0,11
--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------

Longitud (m)	Peralte (mm)	Radio (m)	Acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima pendiente diagrama de peraltes (mm/m)	Peralte teórico (mm)	Máx. var. peralte (mm/s)	Insuf. de peralte (mm)	Máx. var. insuf. Peralte (mm/s)	Máx. variac. acel. sin compensar (m/s <sup>2</sup> )	Máxima variación de H + H <sub>i</sub> con el tiempo (mm/s)	Máxima aceleración vertical de elevación (m/s <sup>5</sup> )
0,00	0,00	Infinito	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00	-	-	-	0,000
5,00	2,37	84.500,00	0,010	0,473	4,15	21,039	1,78	15,855	0,089	36,883	0,001
10,00	4,73	42.250,00	0,020	0,473	8,30	21,039	3,57	15,855	0,089	36,883	0,001
15,00	7,10	28.166,67	0,030	0,473	12,45	21,039	5,35	15,855	0,089	36,883	0,001
20,00	9,47	21.125,00	0,040	0,473	16,60	21,039	7,13	15,855	0,089	36,883	0,001
25,00	11,83	16.900,00	0,050	0,473	20,75	21,039	8,92	15,855	0,089	36,883	0,001
30,00	14,20	14.083,33	0,060	0,473	24,90	21,039	10,70	15,855	0,089	36,883	0,001
35,00	16,57	12.071,43	0,070	0,473	29,05	21,039	12,49	15,855	0,089	36,883	0,001
40,00	18,94	10.562,50	0,080	0,473	33,20	21,039	14,27	15,855	0,089	36,883	0,001
45,00	21,30	9.388,89	0,090	0,473	37,35	21,039	16,05	15,855	0,089	36,883	0,001
50,00	23,67	8.450,00	0,100	0,473	41,51	21,039	17,84	15,855	0,089	36,883	0,001
52,81	25,00	8.000,08	0,106	0,473	43,84	21,039	18,84	15,855	0,089	36,883	0,001

### 4. Cálculo espesores capa de asiento

Los espesores que se han obtenido son los correspondientes a la zona de nueva construcción, esto es, aquella que se modificará en planta, ya que *a priori* en el resto de la traza la plataforma no sufrirá modificación alguna.

Atendiendo a lo prescrito en la *Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3* el espesor de balasto para una velocidad superior a 120 km/h debe ser superior a 0,3 m.

En cuanto al espesor del subbalasto la IF-3 exige clasificar la línea según su tráfico, empleando el concepto de “Tráfico medio diario equivalente” como se indica en el Anejo 2 de la Instrucción IF-3, esto es, aplicando la fórmula:

$$Te = Sv \cdot (Tv + 1,4 \cdot Ttv) + Sm \cdot (Km \cdot Tm + 1,4 \cdot Ttm)$$

siendo:

Te: Tráfico medio diario equivalente (t / día).

Tv: Tonelaje (cargas acumuladas) medio diario de vehículos remolcados de viajeros (TBR/día).<sup>(\*)</sup>

Tm: Tonelaje medio diario de vehículos remolcados de mercancías (TBR / día).

Ttv: Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de viajeros (t/día).<sup>(\*)</sup>

Ttm: Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de mercancías (t/día)

Km: 1,15 (valor normal).

1,30 (tráfico con más del 50% de ejes de 20 t o más del 25% de ejes de 22,5 t).

1,45 (tráfico con más del 75% de ejes de 20 t o más del 50% de ejes de 22,5 t).

Sv: Factor corrector por velocidad de los trenes de viajeros. Se determina entrando en la tabla siguiente, con la velocidad del tren de viajeros más rápido.

Sm: Factor corrector por velocidad de los trenes de mercancías. Se determina entrando en la tabla siguiente, con la velocidad de los trenes de mercancías ordinarios ( $V \leq 130$  km/h).

A continuación se especifican los valores que se han adoptado para cada uno de los términos anteriores, teniendo en cuenta que el tráfico que circulará por la línea será eminentemente de viajeros (al menos a corto y medio plazo.)

- Sv = 1,35 (tabla 6 del mencionado Anejo de la Instrucción para una velocidad de 160 km/h.)
- Sm = 1,25.
- El tonelaje asignado a los trenes de pasajeros regionales será de 250 t. 160 t para eventuales trenes Cercanías que puedan comenzar a circular por la vía y 1.200 t para los de mercancías, (aunque podrían alcanzar hasta 1.500 t para poder ser competitiva la línea). Se ha supuesto un tráfico de diez convoyes de pasajeros diarios por sentido y dos de mercancía.
- Km = 1,15 (valor normal.)

Ttv =	1.800,00 t/día
Ttm =	480,00 t/día
Tm =	4.800,00 t/día
Tv =	4.280,00 t/día

El Tráfico medio diario equivalente (Te) quedará por tanto como sigue: 16.920 t/día. Por tanto en caso de abrirse la línea al tráfico de mercancías, esta pertenecería al grupo 5 según la siguiente tabla:

GRUPO	TRÁFICO MEDIO EQUIVALENTE
1	130.000 t/día < Te
2	80.000 t/día < Te ≤ 130.000 t/día
3	40.000 t/día < Te ≤ 80.000 t/día
4	20.000 t/día < Te ≤ 40.000 t/día
5	5.000 t/día < Te ≤ 20.000 t/día
6	Te ≤ 5.000 t/día

Para el cálculo del subbalasto la Instrucción emplea la siguiente fórmula:

$$e_{sb} = E + a + b + c + d + f - e_b$$

FACTOR CORRECTOR	VALOR DEL FACTOR	CONDICIONES DE APLICACIÓN
E (por clase de plataforma)	0,70 m 0,55 m 0,45 m	Para plataformas P1. Para plataformas P2. Para plataformas P3.
a (por grupo de tráfico)	0 - 0,10 m	Para los grupos 1 a 4 (según Tabla 4) Para los grupos 5 y 6 (según Tabla 4)
b (por tipo de traviesa)	0 (2,5-L)/2	Para traviesas de madera de longitud $L \geq 2,60$ m. Para traviesas de hormigón de longitud L. (b y L en m; $b < 0$ si $L > 2,50$ m).
c (por dificultad de ejecución)	0 - 0,10 m	Para situación normal. Para condiciones de trabajo difíciles en líneas existentes
d (por cargas máx. por eje)	0 0,05 m 0,12 m	Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 200 kN. Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 225 kN. Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 250 kN.
f (por capa de forma)	0 geotextil	(Sin geotextil) cuando la capa de forma es de QS3. Con geotextil cuando la capa de forma es QS1 ó QS2.



Los valores de espesores de la capa de asiento provisionales quedarán por tanto como se muestra en la siguiente tabla:

	Espesor (m)
Balasto	0,30
Subbalasto	0,16

Se cumple por tanto el mínimo espesor requerido para la combinación tipo de suelo QS1 con plataforma de clase P2, el cual es de 0,35 m. Para la combinación tipo de suelo QS2 con plataforma de clase P2 no existe requerimiento de espesor mínimo de la capa de forma.

En cuanto al resto de la traza, donde se conservará el trazado original y por ende la plataforma, se ha calculado el parámetro  $\lambda$  de la Instrucción para un incremento de tráfico hasta lo indicado anteriormente, tomando como tráfico base actual 6 convoyes diarios de Media Distancia. Esta estimación futura con toda probabilidad tardará varios lustros en alcanzarse y arroja un valor de 0,85. Con este valor la plataforma debería ser capaz de

soportar a medio plazo cualquier incremento de tráfico que se pueda producir sin necesidad de realizar modificaciones en la plataforma.

Susceptibilidad a la helada

Dado que existe un área importante de la traza (17% aproximadamente) que puede contener presencia de arcillas a juzgar por lo que se desprende de la cartografía geológica, es necesario calcular con el Anejo 4 de la Instrucción el espesor de protección frente a la helada.

En primer lugar se ha empleado una temperatura promedio normal invernal entre los años 1.981 y 2.010 de 5,8 °C y dos períodos de helada de los que se dispone de datos de temperatura media diaria: los años 2.019 y 2.020:

Enero 2.019 Utiel	Día	10	11	12	13	14	17	18	19	20	22	23	24	28	29	30	SUMA
	Temp. (°C)	-2	-5	-4,8	-2	0	0	-2	-2,5	-1	-2	-2	0	0	-2	-3	

Febrero 2.019 Utiel	Día	2	3	4	5	SUMA
	Temp. (°C)	0	-1	-3	-2	

Abril 2.019 Utiel	Día	4	SUMA
	Temp. (°C)	-1	

Octubre 2.019 Utiel	Día	15	16	17	18	19	20	SUMA
	Temp. (°C)	0	-1	-1,5	-1,5	-1	0	

Enero 2.020 Utiel	Día	11	12	14	15	SUMA
	Temp. (°C)	-1	-1	-1	-1,5	

Marzo 2.020 Utiel	Día	7	SUMA
	Temp. (°C)	-0,5	

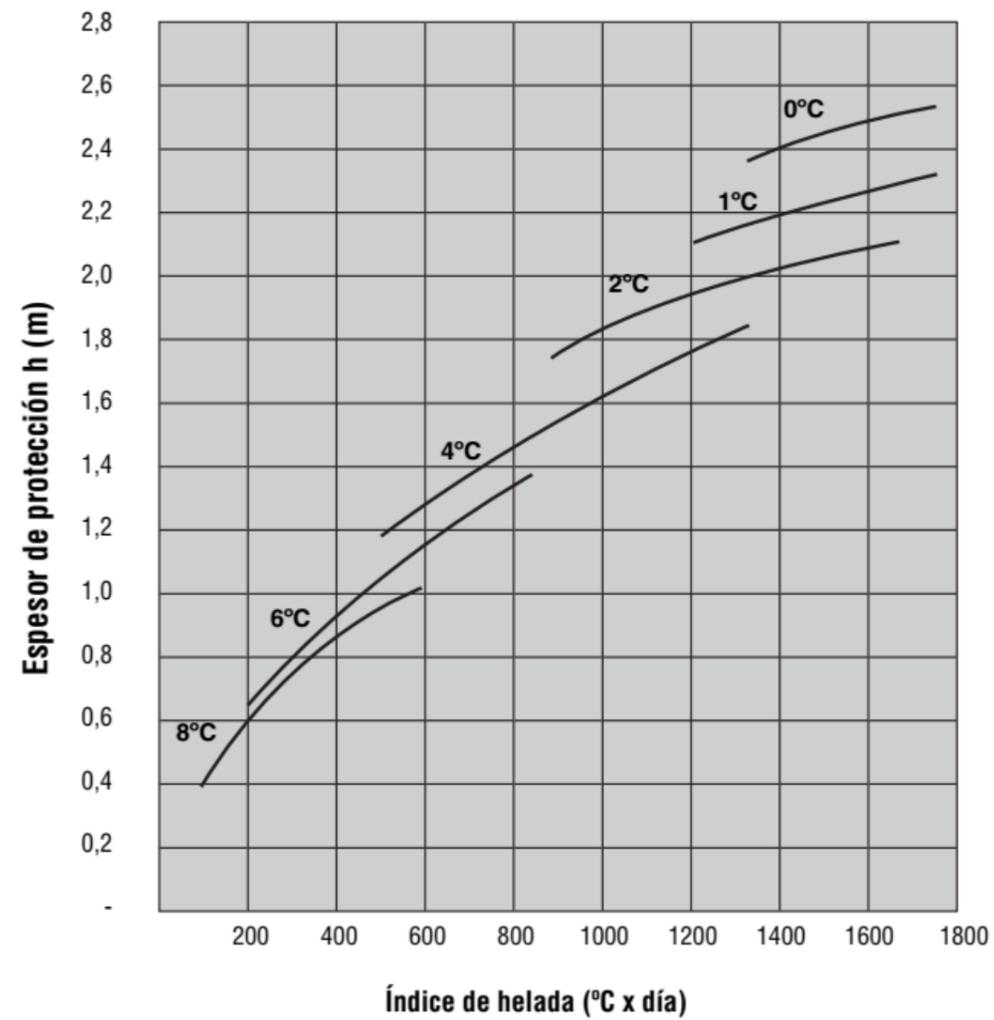


SUMA TOTAL	45,3
------------	------

Con los datos anteriores, entrando en la siguiente tabla, obtenemos un espesor para un valor mínimo del índice de helada de  $200\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{día}$ , de 0,65 m. A este espesor se le debe restar el de la banqueta de balasto (0,3 m), por lo que habrá de ser de 0,35 m.

Los espesores finales a disponer por tanto serán:

	Espesor (m)
Balasto	0,30
Subbalasto	0,35

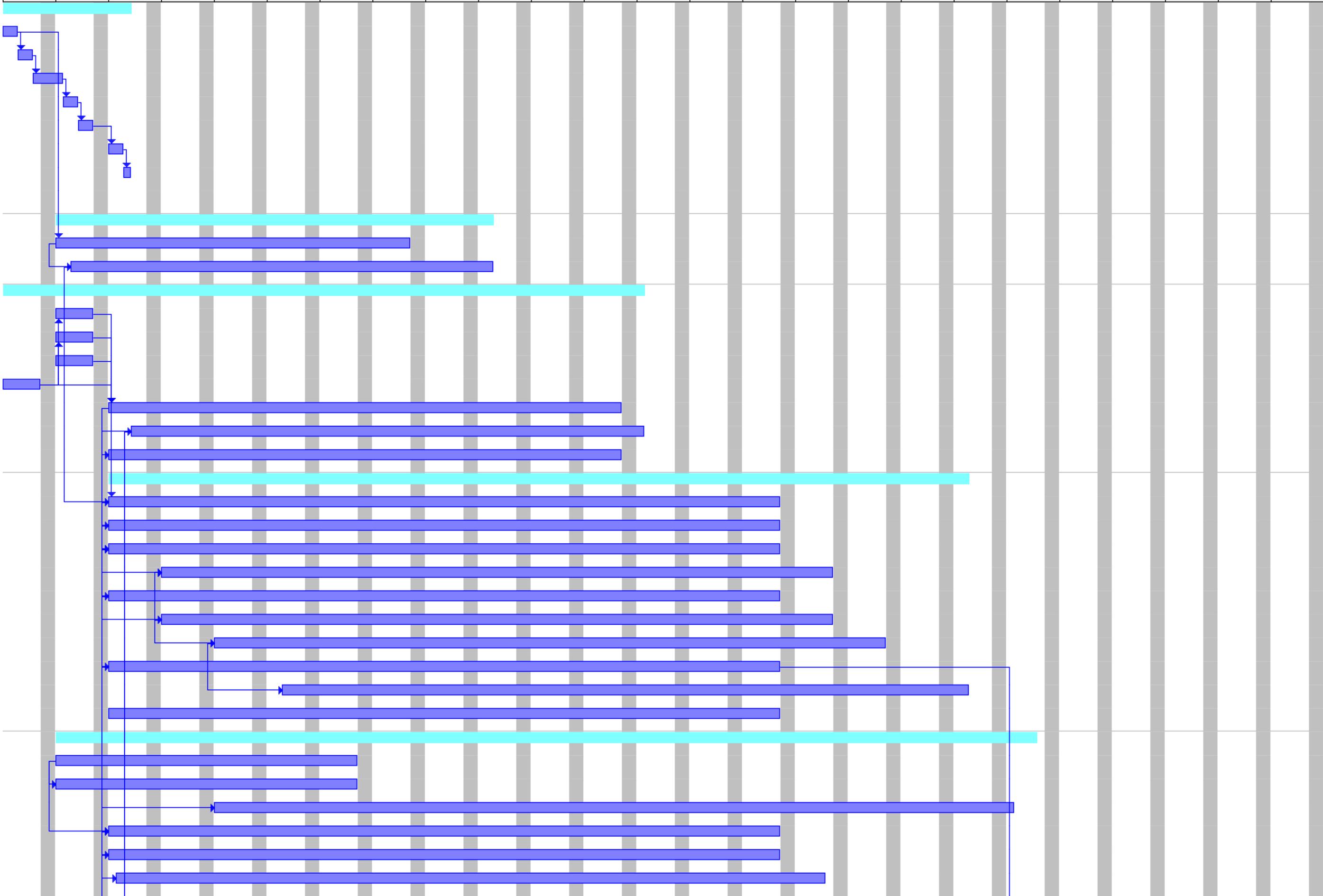




Código	Resumen	Duración	Fecha inicial	Fecha final	0	4 ene '21	11 ene '21	18 ene '21	25 ene '21	1 feb '21	8 feb '21	15 feb '21	22 feb '21	1 mar '21	8 mar '21	15 mar '21	22 mar '21	29 mar '21	5 abr '21	12 abr '21	19 abr '21	26					
					SD	LMX	JV	SD	LMX	JV	SD	LMX	JV	SD	LMX	JV	SD	LMX	JV	SD	LMX	JV	SD				
<b>C01</b>	Descarga y acopio de materiales	13	04/01/2021	21/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC01	Descarga 1º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	04/01/2021	06/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC02	Descarga 2º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	06/01/2021	08/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC03	Descarga 3º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	08/01/2021	12/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC04	Descarga 4º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	12/01/2021	14/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC05	Descarga 5º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	14/01/2021	16/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC06	Descarga 6º tren carrilero (30 barras de 200 m = 6.000 m)	2	18/01/2021	20/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC07	Descarga 7º carrilero (17 barras de 200 m = 3.400 m)	1	20/01/2021	21/01/2021	[Barra de actividad]																						
DC08	Suministro traviesas monobloque de hormigón prefabricado	0			[Barra de actividad]																						
<b>C02</b>	Ensamblaje de tramos premontados en base	18	11/01/2021	10/03/2021	[Barra de actividad]																						
UM01	Corte de carril en cupones 18 m a radial	35	11/01/2021	28/02/2021	[Barra de actividad]																						
UM02	Montaje parejas de vía de 18 m de longitud, en Estación de Utiel	40	13/01/2021	10/03/2021	[Barra de actividad]																						
<b>C03</b>	Movimiento de tierras y formación de explanada		04/01/2021	30/03/2021	[Barra de actividad]																						
D01	Limpieza y desbroce, retirada cubierta vegetal	5	11/01/2021	16/01/2021	[Barra de actividad]																						
D02	Tala de árboles con supresión de tocón	5	11/01/2021	16/01/2021	[Barra de actividad]																						
TOP01	Piqueteado y replanteo completo de vía	5	11/01/2021	16/01/2021	[Barra de actividad]																						
TOP02	Replanteo plataforma de vía	5	04/01/2021	09/01/2021	[Barra de actividad]																						
UMT01	Desmante y refino taludes por medios mecánicos	50	18/01/2021	27/03/2021	[Barra de actividad]																						
UMT02	Formación de terraplén por medios mecánicos	48	21/01/2021	30/03/2021	[Barra de actividad]																						
UMT03	Carga y transporte de material de desmonte, interior obra	50	18/01/2021	27/03/2021	[Barra de actividad]																						
<b>C04</b>	Sustitución carril y traviesas	76	18/01/2021	12/05/2021	[Barra de actividad]																						
U01	Carga y transporte a zona de empleo de parejas de vía	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
U02	Corte de carriles en vía a radial tramos 18 m	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
U03	Levantamiento parejas de vía con vaiacar mixta doble	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
U11	Desembridado manual	65	25/01/2021	24/04/2021	[Barra de actividad]																						
U04	Embridado manual de parejas colocadas	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
U05	Soldadura aluminotérmica de carriles	65	25/01/2021	24/04/2021	[Barra de actividad]																						
U06	Neutralización de tensiones en carril barra larga	65	01/02/2021	01/05/2021	[Barra de actividad]																						
U07	Colocación pareja de vía con vaiacar mixta doble	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
U08	Homogeneización de tensiones en barra larga	65	10/02/2021	12/05/2021	[Barra de actividad]																						
U10	Carga y transporte a acopio de parejas de vía usadas	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
<b>C05</b>	Formación capa de asiento	76	11/01/2021	21/05/2021	[Barra de actividad]																						
B01	Suministro balasto síliceo procedente de cantera (d < 10 km)	30	11/01/2021	20/02/2021	[Barra de actividad]																						
B02	Transporte balasto en tren tolva a obra	30	11/01/2021	20/02/2021	[Barra de actividad]																						
B03	Descarga de balasto en tren de tolvas (4.000 m3)	76	01/02/2021	18/05/2021	[Barra de actividad]																						
B04	Extendido balasto con pala cargadora	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
B05	Recogida balasto mediante pala cargadora y carga a camión bañera	65	18/01/2021	17/04/2021	[Barra de actividad]																						
BatAut	Bateo, nivelación y alineación de vía automatizado	68	19/01/2021	23/04/2021	[Barra de actividad]																						



4 ene '21	11 ene '21	18 ene '21	25 ene '21	1 feb '21	8 feb '21	15 feb '21	22 feb '21	1 mar '21	8 mar '21	15 mar '21	22 mar '21	29 mar '21	5 abr '21	12 abr '21	19 abr '21	26 abr '21	3 may '21	10 may '21	17 may '21	24 may '21	31 may '21	7 jun '21	14 jun '21	21 jun '21
LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD



4 ene '21	11 ene '21	18 ene '21	25 ene '21	1 feb '21	8 feb '21	15 feb '21	22 feb '21	1 mar '21	8 mar '21	15 mar '21	22 mar '21	29 mar '21	5 abr '21	12 abr '21	19 abr '21	26 abr '21	3 may '21	10 may '21	17 may '21	24 may '21	31 may '21	7 jun '21	14 jun '21	21 jun '21
LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD	LMX JV SD

