



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Estudio de alternativas para la ejecución de una variante
ferroviaria de la línea convencional Madrid - Valencia a su
paso por la ciudad de Cuenca (Cuenca).

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

AUTOR/A: Jiménez Gallardo, Manuel

Tutor/a: Salvador Zuriaga, Pablo

Cotutor/a: Insa Franco, Ricardo

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE
FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO
POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)

AUTOR:

MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

**Para la obtención del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos**

Valencia, Septiembre 2023

Tutor: Pablo Salvador Zuriaga

Cotutor: Ricardo Insa Franco



**CAMINOS
UPV**



MEMORIA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

“ ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA) ”

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO:2022-2023



ÍNDICE:

1.	Introducción	3
2.	Antecedentes y Situación Actual de la Línea.....	4
2.1.	Antecedentes	4
2.2.	Situación Actual de la Línea.....	4
3.	Objeto y Alcance del Estudio.....	5
4.	Climatología e Hidrología	7
4.1.	Climatología.....	7
4.2.	Hidrología	7
5.	Datos Situación Actual	9
5.1.	Introducción	9
5.2.	Encuadre Territorial	10
5.3.	Aspectos Geológicos-Geotécnicos	11
5.4.	Entorno Urbanísticos.....	12
5.5.	Entorno Hidrológico	15
5.6.	Entorno Medioambientales	16
5.7.	Afecciones a otras infraestructuras	17
5.8.	Servicios Afectados.....	18
6.	Planteamiento de Alternativas.....	19
6.1.	Descripción General de los trazados	19
6.1.1.	Alternativa 1	19
6.1.2.	Alternativa 2	19
6.1.3.	Alternativa 3	20
7.	Solución Adoptada	20
7.1.	Descripción General del Trazado.....	20
7.2.	Criterios de Trazado	23



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE
LA LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE
CUENCA (CUENCA)



7.2.1.	Trazado en Planta	23
7.2.2.	Trazado en Alzado	25
7.3.	Planeamiento Urbanístico	25
7.4.	Climatología e Hidrología	26
7.4.1.	Climatología.....	26
7.4.2.	Hidrología	27
7.5.	Superestructura.....	27
7.6.	Reposición de viarios y caminos.....	29
7.7.	Reposición de servicios afectados.....	30
7.8.	Expropiaciones	30
8.	Bibliografía	31



1. Introducción

El presente Trabajo Final de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos tiene como objetivo **“ESTUDIO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL MADRID-VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA”**.

El tramo objeto de estudio se encuentra dentro de la línea ferroviaria convencional entre Aranjuez (Madrid) y Valencia, esta tiene una longitud total de **354,8 Kilómetros en ancho ibérico**, es decir, la distancia entre los carriles es de **1668 mm**.



ILUSTRACIÓN 1: LÍNEA FERROVIARIA CONVENCIONAL ARANJUEZ-VALENCIA (FUENTE: ADIF)

Esta línea en sus casi 355 Kilómetros de longitud **crusa tres comunidades autónomas (Comunidad de Madrid, Castilla-La Mancha y Comunidad Valenciana)**.

La titularidad de esta línea ha cambiado a lo largo de los años. En un primer momento cuando **se inauguró la línea en 1947** la titularidad pertenecía a **RENFE**. Una vez se separa RENFE en RENFE OPERADORA y ADIF en el año **2005** la **titularidad de esta pasa a manos de ADIF**.

Actualmente, el tramo objeto de estudio se encuentra en desuso, ya que en el año 2021 **debido a la tormenta “FILOMENA” la plataforma sufrió daños estructurales**, los cuales hacían que no pudiese circular por ellas ningún ferrocarril. En un principio, el cierre iba a ser temporal, pero **finalmente ha sido un cierre total del tramo desde Tarancón (Cuenca) a Utiel (Valencia)**, ya que incluso se ha dado de baja definitivamente de la red.

La justicia española ha suspendido de manera cautelar el acuerdo del cierre del tramo Tarancón-Utiel, debido a que supone un gran perjuicio a los municipios por los que pasa la línea ferroviaria.



2. Antecedentes y Situación Actual de la Línea

2.1. Antecedentes

La línea ferroviaria convencional Aranjuez-Valencia es **catalogada por ADIF como la línea 310**. Esta línea surgió a finales del siglo XIX cuando un gobierno provisional que surgió tras la revolución de 1868 propuso en la **ley general de ferrocarriles de 1970** la **construcción de una línea ferroviaria que uniese Madrid con Valencia pasando por Aranjuez y Cuenca**.

A principios de la década de 1880 comenzaron las obras de la **línea ferroviaria entre Valencia -Utiel por parte de la Sociedad de los ferrocarriles de Cuenca a Valencia y Teruel**. Por otro lado, **la compañía de los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante comenzó al mismo tiempo la construcción de la línea ferroviaria entre Aranjuez-Cuenca**. A mediados de la década de 1880 los más de 150 Km de línea ferroviaria ya estaban construidos.

En el momento en el que la compañía de los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA) llegó a Cuenca la idea es que esta siguiese hasta Utiel para conectar con la línea ferroviaria que estaba construyendo la Sociedad de los ferrocarriles de Cuenca a Valencia y Teruel. Sin embargo, no se comenzaron los trabajos hasta 1926, pero no fue hasta **1947 cuando se inauguró la línea ferroviaria**.



ILUSTRACIÓN 2: FERROCARRIL EN LA LÍNEA ARANJUEZ-CUENCA CONSTRUIDA POR LA COMPAÑÍA MZA (FUENTE: ARANJUEZENUNCLICK.ORG)

Cabe destacar, que en 1941 las líneas construidas años atrás (Aranjuez-Cuenca y Valencia-Utiel) se anexaron a la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE). Como se ha citado anteriormente, no fue **hasta 2005 cuando RENFE se divide en RENFE OPERADORA Y ADIF**, que la titularidad de la línea pasa a manos de ADIF.

2.2. Situación Actual de la Línea

A principios del año 2021 se produjo un fenómeno meteorológico denominado **“FILOMENA”** que **obligó a suspender todos los trayectos ferroviarios** que hubiese entre Cuenca y Utiel, ya que esta **provocó numerosos daños en la infraestructura** ferroviaria.



En un primer momento este paro en el servicio era temporal hasta que los daños ocasionados por ``FILOMENA`` se restaurasen. Sin embargo, esas reparaciones no llegaron a ejecutarse. Es por ello, por lo que en 2022 el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España decide el cierre del tramo entre Tarancón y Utiel, tramo en el cual se encuentra el trazado objeto de estudio de este Trabajo Fin de Máster.

Esta decisión del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana fue suspendida el 29/06/2023 por parte del Tribunal Supremo, debido a que supone un perjuicio para toda la población que habita en ese tramo.



ILUSTRACIÓN 3: PROTESTAS DE LA POBLACIÓN AL CIERRE DE LA LÍNEA ARANJUEZ-VALENCIA (FUENTE: ELDIARIO.ES)

En muchas de estas poblaciones por las que pasa la línea de ferrocarril convencional entre Aranjuez y Valencia, el ferrocarril es el único medio de transporte existente.

3. Objeto y Alcance del Estudio

El presente trabajo fin de máster ``Estudio de las diferentes alternativas de variante ferroviaria de la línea convencional Madrid-Valencia a su paso por la ciudad de Cuenca`` trata de proponer 3 alternativas cada una de ellas con unos condicionantes y unas interconexiones determinadas. Estas 3 alternativas tienen un denominador común, que es la búsqueda del bienestar de la población.

Tras haber expuesto cada una de las alternativas, se propondrá una solución de compromiso, la cual satisfaga en mayor medida los problemas existentes actualmente y presente un precio adecuado para su ejecución.

El trazado elegido permitirá una mayor cohesión territorial en la zona, además de promover el transporte de mercancías por ferrocarril, lo que reduce las emisiones de gases a la atmosfera y permite un mayor transporte de número de mercancías. Esto hará que la economía de la zona aumente y se desarrolle, esto implica una disminución en la despoblación de los pueblos.

Con la ejecución de cada alguna de las diferentes alternativas se da una solución a un problema actual de incomunicación entre los pueblos de la provincia de Cuenca, los cuales carecen de servicios mínimos.



Por tanto, con la implantación de alguno de los trazados se soluciona el **acceso a servicios** por parte de estas poblaciones. También cabe destacar que se soluciona un problema de gran importancia en la zona como es la **distancia de la estación de AVE Cuenca-Fernando Zóbel con la ciudad de Cuenca**, ya que actualmente la única comunicación es mediante vehículo. Además, se **promueve la intermodalidad** entre transporte público lo que permitirá el menor uso de vehículos privados y por ende se **reducirán las emisiones de efectivo invernadero**.

El propósito es que todo ciudadano de la provincia de Cuenca tenga acceso a todos los servicios a través del nuevo trazado del ferrocarril con unos tiempos de recorrido competitivos y confortables.

Ventajas de la construcción de las diferentes propuestas:

- Aumento del transporte de mercancías entre Madrid y Valencia, lo que llevará a una reducción de los costes de transporte.
- Intermodalidad entre ferrocarril convencional con AVE y Autobús. Es decir, se tiene conexión con cualquier punto de la geografía española.
- Facilidad de acceso al nuevo centro hospitalario de Castilla-La Mancha. Ventaja importante para las personas mayores que viven en los pueblos cercanos a la ciudad de Cuenca.
- Mayor acceso a servicios por parte de la población de la considerada “España Vacía”.
- Reducción de las emisiones de efecto invernadero debido a la reducción de vehículos de combustión.
- Reducción de accidentes de tráfico.
- Facilidad para acceder a la ciudad de Cuenca por parte de los habitantes de los pueblos de la provincia. Esto es de gran importancia, ya que pueden realizar gestiones (como bancarias) sin grandes inconvenientes.



A continuación, se precisan algunos detalles de diseño de las 3 alternativas propuestas para el nuevo trazado de la línea Aranjuez-Valencia.

La **velocidad de proyecto será de 120 km/h** lo que permitirá un transporte de viajeros competitivo. También cabe destacar que **la vía será de carril único, pero que algunas secciones serán de doble vía** para permitir los adelantamientos. La **vía presentará ancho ibérico, es decir 1668mm**. Además, no se trata de una vía electrificada.



ILUSTRACIÓN 4: VÍA DE ANCHO IBÉRICO (FUENTE: PROPIA)

4. Climatología e Hidrología

A continuación, en el siguiente apartado se van a detallar cada uno de los condicionantes existentes en las tres alternativas. En cuanto a los condicionantes y/o afecciones que atañen a una alternativa se detallará en el apartado donde se explique dicha alternativa.

4.1. Climatología

En este apartado se va a detallar la climatología de la zona donde se encuentra el trazado objeto de estudio.

El clima existente en la zona objeto de estudio se trata de **mediterráneo continentalizado**. En este tipo de clima se caracteriza por tener veranos calurosos e inviernos fríos.

Las temperaturas en verano se encuentran habitualmente por encima de los 30°C y en invierno las temperaturas oscilan alrededor de los 0°C.

La zona objeto de estudio se encuentra en un espacio árido, ya que las precipitaciones a lo largo del año son escasas, se encuentran alrededor de los **400 litros por m² al año**. Los meses donde se ubican estas precipitaciones son en los meses de otoño y primavera.

4.2. Hidrología

En este apartado se expondrá con ayuda del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables los posibles condicionantes hidrológicos existentes en la zona objeto de estudio. Este apartado es de gran importancia, ya que el cauce del río Júcar se encuentra cercano a los

trazados propuestos en cada una de las alternativas, también cabe destacar que los trazados cruzan el río mediante pasos a nivel.



ILUSTRACIÓN 5: RIESGO INUNDACIÓN FLUVIAL (FUENTE: GOBIERNO DE ESPAÑA)



ILUSTRACIÓN 6: RIESGO DE INUNDACIÓN FLUVIAL CON TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS (FUENTE: GOBIERNO DE ESPAÑA)

5. Datos Situación Actual

5.1. Introducción

La provincia de Cuenca cuenta con casi 200.000 habitantes, de los cuales casi 55.000 habitantes viven en la ciudad de Cuenca. Además, es un punto geográfico importante, debido a que se encuentra prácticamente en el punto medio del trayecto tanto ferroviario como viario entre Madrid y Valencia, la primera y tercera ciudad de España respectivamente. Cabe destacar que Valencia presenta unos de los puertos más importantes del mediterráneo en el transporte de contenedores.



ILUSTRACIÓN 7: UBICACIÓN DE CUENCA, MADRID Y VALENCIA CON SUS TRAZADOS FERROVIARIOS Y VIARIOS (FUENTE: GOOGLE MAPS)

La línea ferroviaria Aranjuez-Valencia se trata de una línea sin electrificar en vía única en sus casi 355 kilómetros. El bloqueo es telefónico, este consiste en que el encargado de la estación en la que se encuentra el tren consulte a la estación de destino si el tren puede salir de su estación o no. Por tanto, es un tipo de bloqueo obsoleto y que poco a poco se van a ir sustituyendo por otros métodos de bloqueo más modernos y, por ende, más efectivos y seguros.

A continuación, en la ILUSTRACIÓN 7 se muestra el trazado ferroviario actual objeto de estudio. Este presenta una longitud total de 5964 metros, donde encontramos 9 círculos, 18 clotoides y 10 rectas.



ILUSTRACIÓN 8: TRAZADO ACTUAL A SU PASO POR CUENCA (FUENTE: CIVIL 3D)

5.2. Encuadre Territorial

En cuanto a la orografía en la zona de estudio encontramos la serranía de cuenca, la cual se encuentra dentro del sistema ibérico que abarca las provincias de Cuenca, Guadalajara y Teruel.

Dentro de la serranía de Cuenca encontramos el parque natural de la serranía de Cuenca, el cual tiene algunos lugares catalogados como como sitio natural de interés nacional. Dentro de este parque natural encontramos 15 parajes naturales, entre los que se encuentran:

- El nacimiento del río Júcar
- Ciudad Encantada (Sitio natural de Interés Nacional)
- Nacimiento del río Cuervo (Monumento Natural)

Cabe destacar que el parque natural de la serranía de Cuenca queda apartado de los tres trazados propuestos. Hay una de las alternativas (1) que discurre por una zona elevada de terreno, pero como se ha citado anteriormente alejada del parque natural. Sin embargo, en esta sí que encontramos grandes masas de pinares, los cuales serán repuestos en zonas colindantes a la zona afectada por el trazado.



ILUSTRACIÓN 9: PINARES JUNTO N-320 (FUENTE: GOOGLE EARTH)

5.3. Aspectos Geológicos-Geotécnicos

La zona por donde discurren las tres alternativas se encuentra en la cordillera ibérica, concretamente en el borde occidental de la Rama Castellana. Las alineaciones montañosas de la zona siguen la orientación NO-SE y NNO-SSE.

La red fluvial existente en la zona la forman el río Júcar con sus afluentes (Mariana, Huecar, Moscas y San Martín). El río Júcar y Huecar se ajustan a los sedimentos calizos del Cretácico superior kilómetros atrás de llegar a la ciudad de Cuenca. En cuanto al resto de afluentes una vez inciden sobre los sedimentos del Cretácico y Jurásico dan lugar a un relieve muy accidentado.

A continuación, se procede a determinar se procede a caracterizar los terrenos por los que pasan las 3 alternativas propuestas.

- **ALTERNATIVA 1**

El comienzo de esta alternativa discurre a través de Fondos de Valle (Arenas, Arcillas y Cantos), que se encuentran en el Cuaternario y familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra, Margas Yesos Alabastrinos, Arcillas Versicolores y Dolomías, las cuales se encuentran entre el Cretácico Superior y Terciario.

Tras haber cruzado el río, el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 hasta enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad Madrid-Valencia. En este trazado encontramos familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra, Margas Yesos Alabastrinos, Arcillas Versicolores y Dolomías, familias Brechas dolomíticas de Cuenca, Brechas Calcáreas y Dolomíticas, una falla



anticlinal que discurre a través de familias de Calizas Dolomíticas del Pantano de Tranquera, Brechas Dolomíticas de Cuenca, familias de Margas Arcillosas y Yesos de Villalba de la Sierra.

El resto de los materiales que encontramos en el resto del trazado son: Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas., Suelos Aluviales y Terrazas

Cabe destacar que el trazado cruza de manera prácticamente perpendicular una falla anticlinal, la cual se encuentra en unas familias de Calizas Dolomíticas del Pantano de Tranquera y Brechas Dolomíticas.

- **ALTERNATIVA 2**

Esta alternativa da comienzo a través de unos Suelos Aluviales y Terrazas colindantes mediante un contacto discordante con una familia de margas arcillas y yesos de Villalba de la Sierra.

Del mismo modo que la **ALTERNATIVA 1**, esta alternativa transcurre ligeramente paralela a la N-320, pero por la margen más cercana al norte, donde tenemos Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas.

Tras haber pasado por la estación de alta velocidad el trazado sigue a través de los Suelos Aluviales y Terrazas, donde cruza de manera perpendicular una falla anticlinal.

El resto de los materiales que encontramos en el trazado son: Suelos Aluviales y Terrazas, familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra.

- **ALTERNATIVA 3**

Esta alternativa da comienzo a través de unos Suelos Aluviales y Terrazas colindantes mediante un contacto discordante con unos Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas.

Esta alternativa discurre a través de Suelos Aluviales, Terrazas, Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas. Tras realizar su única parada en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha vuelve hacia la ciudad de Cuenca a través de familias de Margas Arcillas y Yesos de Villalba de la Sierra.

5.4. Entorno Urbanísticos

En este apartado se procede a describir la idiosincrasia de los suelos presentes en los trazados de las diferentes alternativas.

A pesar de tener características comunes entre las tres alternativas existen elementos que son distintos entre las mismas, los cuales se proceden a detallar en este apartado.



Cabe destacar que la zona objeto de estudio se caracteriza por la ocupación del territorio mediante edificaciones de carácter disperso, ya que el único núcleo urbano presente es la ciudad de Cuenca.

Para la realización de este apartado se ha empleado el visor cartográfico facilitado por el gobierno de Castilla-La Mancha.

- **ALTERNATIVA 1**

El comienzo del trazado de la Alternativa 1 da comienzo en un suelo de tipo rústico, el cual se clasifica en la categoría no urbanizable de especial protección, ya que se trata del cauce del río Júcar. Por tanto, se trata de un suelo según el plan de afección de cauces (SNUEP 5).

Una vez el trazado cruza el cauce del río sigue paralelo a la N-320, durante casi 1870 metros el trazado discurre por un suelo rústico no urbanizable de especial protección. Sin embargo, se trata de un suelo de interés forestal (SNUEP 2).

Siguiendo ligeramente paralelo el trazado a la N-320 nos encontramos con un suelo rústico, pero clasificado como de reserva. La extensión de este en el trazado es de unos 2500 metros.

Seguidamente, para el enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad el trazado vuelve a pasar por un suelo rústico no urbanizable de especial protección durante casi 840 metros. Tras ello, discurre por un suelo rústico de reserva durante más de 2500 metros cruzando estratos de suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural), todos estos suelos los cruza el trazado hasta enlazar con el trazado actual, el cual se adentra en suelo urbano consolidado y no consolidado.

- **ALTERNATIVA 2**

El trazado de la alternativa 2 da comienzo en el actual trazado de la línea Aranjuez-Valencia, para poder acceder a la primera parada, la cual se sitúa en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha se recorren casi 2000 metros donde se cruzan suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario"), que ocupan más de 1000 metros y suelos no urbanizable de especial protección (SNUEP 5 "Afección de Cauces"), que del mismo modo que los de interés agrario ocupan alrededor de unos 1000 metros



Una vez recorridos los 2000 metros el trazado transita a través de dos tipos de suelos, suelo rústico de reserva (SNU Común) y suelo urbanizable con ordenación detallada, en este último se ubica la estación proyecta del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Tras haber realizado la parada, el trazado sigue paralelo ligeramente a la carretera N-320 durante unos 2400 metros, tras haber recorrido estos metros el trazado cruza la carretera nacional buscando el túnel de la línea de alta velocidad. En este recorrido encontramos en su gran mayoría suelo rústico de reserva y apenas suelo urbanizable con ordenación detallada.

Tras haber enlazado el trazado con el túnel de la línea de alta velocidad, el tipo de suelo que nos encontramos durante el trazado es del tipo suelo rústico de reserva cruzando estratos de suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural). También cabe destacar que el trazado pasa por el polígono industrial de la carretera de Motilla, en el cual encontramos un suelo urbanizable con ordenación estructural.

Una vez superado el polígono se produce la bifurcación donde tanto dirección Valencia como dirección cuenca cruzamos el mismo tipo de suelos, que son: suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural).

A la entrada del trazado en la ciudad de Cuenca se encuentra suelo urbano consolidado y suelo urbano no consolidado.

- **ALTERNATIVA 3**

La Alternativa 3 es la que menos metros tiene de las tres alternativas, únicamente realiza una parada, esta es la del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

El trazado de la alternativa sigue 3 el mismo recorrido que la alternativa 2 hasta llegar a la estación proyecta en el centro hospitalario. Por tanto, en el ese recorrido de más de 2000 metros encontramos suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 ``Interés Agrario``) y suelos no urbanizables de especial protección (SNUEP 5 ``Afección de Cauces``).

En la zona colindante al hospital encontramos dos tipos de suelos, suelo rústico de reserva (SNU Común) y suelo urbanizable con ordenación detallada, en este último se ubica la estación proyecta del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.



Tras la parada el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 durante unos 2000 metros donde se produce un acuerdo parabólico a izquierdas, tras casi 1000 metros recorriendo suelo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 ``Interés Agrario´´) y suelo urbanizable con ordenación estructural, en este último se produce una bifurcación donde se va dirección Valencia o se va dirección a Cuenca.

Dirección Valencia el trazado cruza suelos del tipo urbanizable con ordenación estructural (Industrial), Rústico no urbanizable de especial protección, suelo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 ``Interés Agrario´´).

Dirección Cuenca encontramos suelo urbanizable con ordenación estructural durante unos 700 metros, tras ello se busca enlazar con el trazado actual donde cruzamos suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 ``Interés Agrario´´) y suelos no urbanizables de especial protección (SNUEP 5 ``Afección de Cauces´´).

Una vez adentrados en la ciudad de Cuenca encontramos suelos urbanizables consolidados y suelos urbanizables no consolidados.

5.5. Entorno Hidrológico

La hidrología no supone un elemento decisivo en la elección de la alternativa a llevar a cabo, ya que todas las alternativas cruzan por un sitio o por otro los cauces naturales o artificiales que se encuentran a lo largo del trazado de las diferentes alternativas.

En el lugar objeto de estudio encontramos los siguientes elementos hidrológicos a tener en cuenta:

- Río Júcar (El más importante de la Confederación Hidrográfica del Júcar)
- Río Moscas (Afluente del río Júcar)
- Arroyos menores, Ramblas y Gargantas
- Cauces Artificiales (Acequias)

A continuación, en la siguiente ilustración se muestran la ubicación de los elementos anteriormente citados.

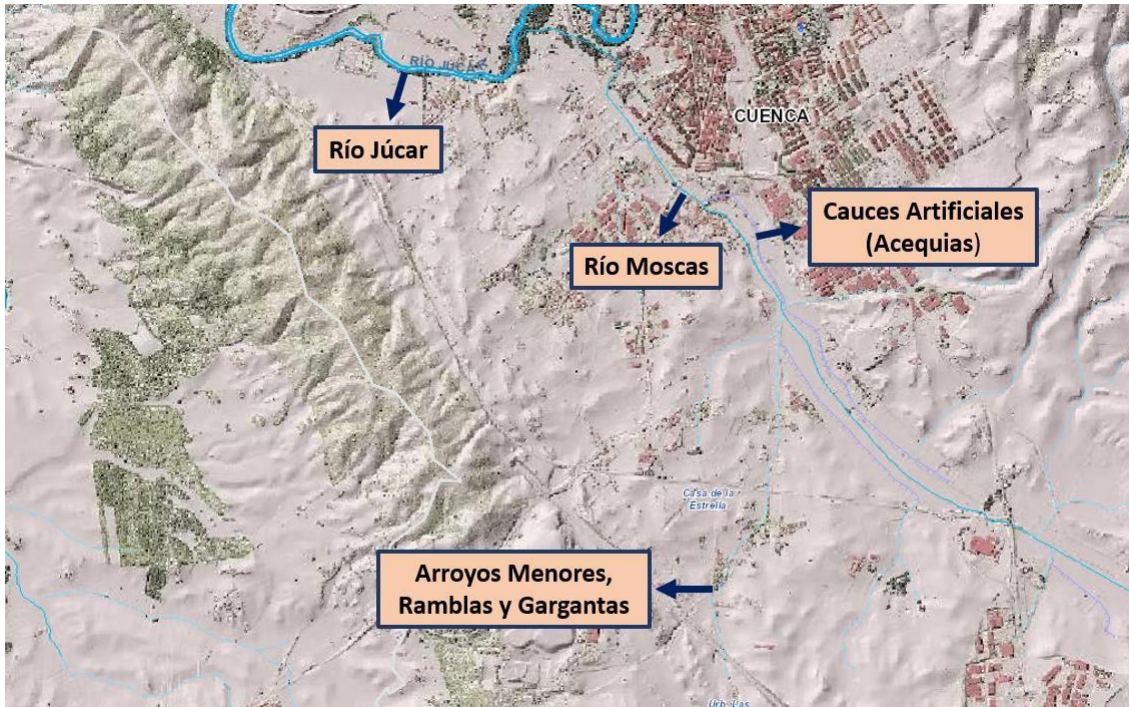


ILUSTRACIÓN 10: HIDROLOGÍA PRESENTE EN LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO

5.6. Entorno Medioambientales

En el presente apartado se procede a la evaluación ambiental de cada una de las alternativas, considerando los impactos como significativos y no significativos.

Ley 21/2013 de 9 de diciembre, define **impacto o efeto significativo** como: *“alteración de carácter permanente o de larga duración de uno o varios factores”*.

A continuación, se muestran los factores a tener en cuenta:

- Población
- Salud
- Flora
- Fauna
- Biodiversidad
- Geodiversidad
- Tierra
- Suelo/Subsuelo
- Agua
- Clima/Cambio Climático
- Paisaje
- Bienes materiales

Impacto No Significativo se considera aquellos que suponen unas alteraciones del medio de baja intensidad y de corta extensión en el tiempo. Además, los factores afectados presentan poca importancia. También cabe destacar que estos impactos con la aplicación de medidas correctoras sus consecuencias en el medio son mínimas.

Los espacios naturales que encontramos cercanos a la zona objeto de estudio son las siguientes:



- Cueva de los Morceguillos (Microreserva, Zona de Especial Conservación ``ZEC``)
- Torcas de Palancares y Tierra Muerta (Monumento Natural)
- Complejo Lagunar de Ballesteros (LIC Y ZEPA)
- Complejo Lagunar del Río Moscas
- Serranía de Cuenca

5.7. Afecciones a otras infraestructuras

Las tres alternativas propuestas presentan afecciones a distintas infraestructuras existentes en la zona objeto de estudio que conectan los distintos municipios de la zona o incluso cubren grandes distancias.

Encontramos la N-320 y la N-420 las cuales son carreteras nacionales de titularidad estatal y que se ven en este caso afectadas por las alternativas 1, 2 y 3 en el caso de la N-320 y de las alternativas 1 y 2 la N-420.

La alternativa 2 también afecta a la N-320a que también posee una titularidad estatal y que da comienzo en el polígono industrial de la carretera de Motilla. La CM-220 es una carretera autonómica que conecta Cuenca con Albacete y se ve afectada por la alternativa 2 al igual que la N-320 a en el polígono industrial de la carretera de Motilla.

Además de estas carreteras nacionales y autonómicas también se ven afectados una gran cantidad de caminos agrícolas que dan acceso a un gran número de edificaciones aisladas y plantaciones.

Las infraestructuras viarias y ferroviarias afectas son las que se muestran a continuación:

- Red de interés general del Estado:
 - Carretera Nacional N-320 Cuenca-Guadalajara
 - Carretera Nacional N-420 Córdoba-Tarragona
 - Carretera Nacional N-320a Cuenca-Madrid
- Red de carreteras de la junta de comunidades de Castilla-La Mancha:
 - Carretera Autonómica CM-220 Albacete-Cuenca
- Red Municipio de Cuenca:
 - Pasaje Vega Tordera
 - Camino Villar Olalla
 - Caminos Agrícolas
 - Sendas

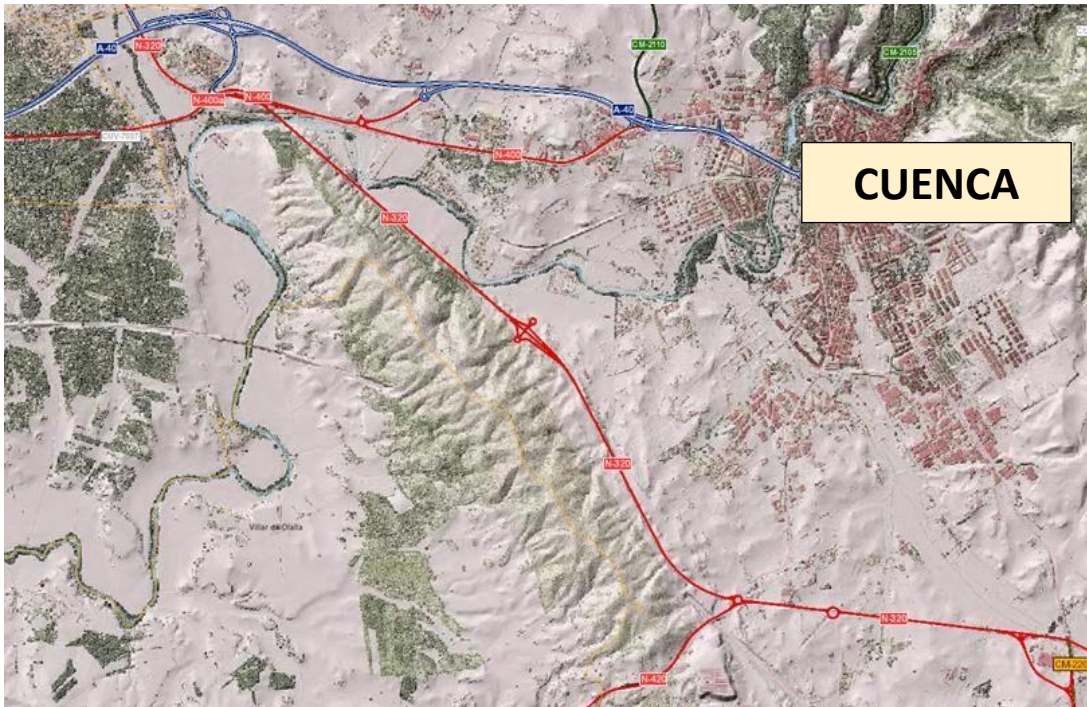


ILUSTRACIÓN 11: RED DE CARRETERAS AFECTADAS (GOBIERNO DE CLM)

5.8. Servicios Afectados

Los servicios que se ven afectados por las alternativas son los siguientes:

- Líneas Eléctricas
- Acequias Superficiales

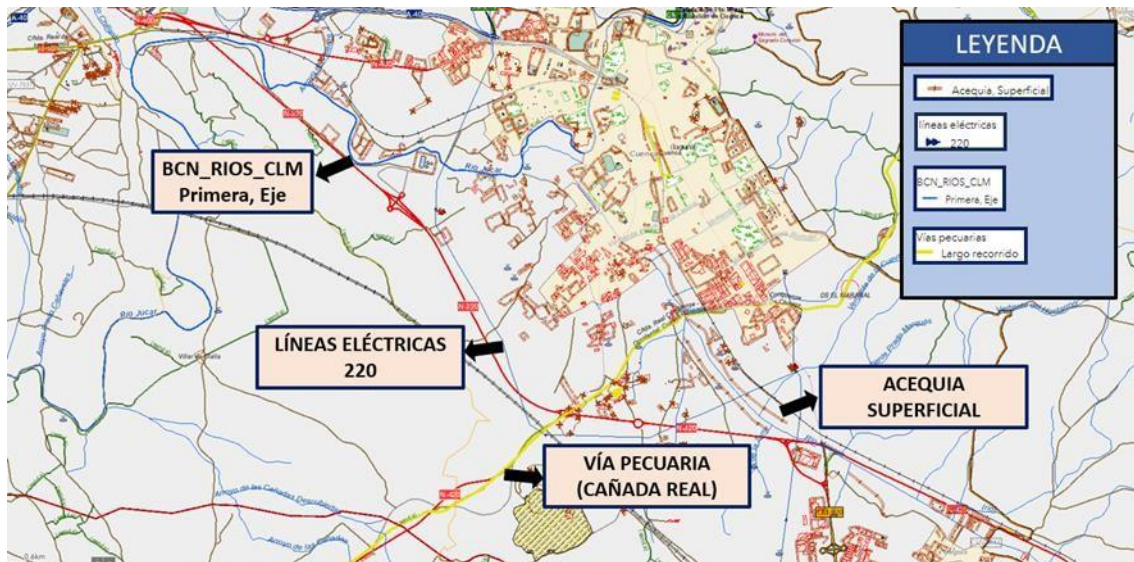


ILUSTRACIÓN 12: SERVICIOS AFECTADOS (FUENTE: GOBIERNO DE CLM)



6. Planteamiento de Alternativas

Una vez conocido el área objeto de estudio se ha realizado un estudio de cuáles serían las mejores ubicaciones para que los trazados de las diferentes alternativas discurriesen, de modo que la elección fuese la mejor posible.

Los objetivos del estudio planteado son los siguientes:

- Minimizar las afecciones a lugares de interés
- Optimizar la explotación
- Minimizar efectos barrera e impactos ambientales

6.1. Descripción General de los trazados

En este apartado se procede a la explicación de manera genérica de cada uno de los trazados de las tres alternativas.

6.1.1. Alternativa 1

El trazado de la alternativa 1 que da comienzo en el trazado actual, en la margen izquierda de la nacional N-320 tiene una longitud total de casi 12300 metros. Esta alternativa cruza el río Júcar a través de un nuevo puente proyectado para cruzar el mismo y presenta 3 paradas en total, así como una bifurcación dirección Valencia.

La primera parada se encuentra cercana al nuevo hospital de Castilla-La Mancha, en la cual se ha proyectado un apeadero. La segunda se encuentra situada en la estación de Alta Velocidad de Cuenca-Fernando Zóbel, en la cual se dispondrá de un tercer hilo para que puedan circular los ferrocarriles de ancho ibérico. Por último, la tercera parada se encuentra en la nueva estación proyectada de Cuenca, en la cual se propone una estación de fondo de saco cercana de 4 vías y 3 andenes. Esta nueva estación se situará cercana a la estación de autobuses para promover la intermodalidad.

6.1.2. Alternativa 2

El trazado de la alternativa 2 que da comienzo en el trazado actual, en la margen derecha del río Júcar tiene una longitud total de casi 13800 metros, siendo así la alternativa de mayor dimensión. Esta alternativa cruza el río Júcar a través de un nuevo puente proyectado para cruzar el mismo. Presenta 4 paradas en total y una bifurcación dirección Valencia.

La primera parada se encuentra cercana al nuevo hospital de Castilla-La Mancha, en la cual se ha proyectado un apeadero. La segunda se encuentra situada en la estación de Alta Velocidad de Cuenca-Fernando Zóbel, en la cual se dispondrá de un tercer hilo para que puedan



circular los ferrocarriles de ancho ibérico. La tercera parada se encuentra cercana al polígono de la carretera de Motilla, en la cual se ha proyectado un apeadero. La cuarta y, por tanto, última parada se encuentra en la nueva estación proyectada de Cuenca, en la cual se propone una estación de fondo de saco cercana de 4 vías y 3 andenes.

6.1.3. Alternativa 3

El trazado de la alternativa 3 que da comienzo en el trazado actual, en la margen derecha del río Júcar tiene una longitud total de 8493 metros. Esta alternativa cruza el río Júcar a través de un nuevo puente proyectado para cruzar el mismo y presenta 2 paradas, así como una bifurcación dirección Valencia.

La primera parada se encuentra cercana al nuevo hospital de Castilla-La Mancha, en la cual se ha proyectado un apeadero. La segunda se encuentra en la nueva estación proyectada de Cuenca, en la cual se propone una estación de fondo de saco cercana de 4 vías y 3 andenes.

7. Solución Adoptada

Una vez analizadas mediante un análisis multicriterio (Anejo Estudio de Alternativas) cada una de las alternativas, se ha escogido la alternativa 1 como la más conveniente de llevar a cabo, debido a que ha pesado respecto al resto de alternativas sus condiciones de funcionalidad, tiempo de viaje y afección territorial.

Por tanto, la alternativa 1 es la mejor alternativa darle continuidad a la línea 310 de ADIF solución los problemas más importantes existentes en la zona como son la ocupación del territorio y la falta de comunicación, todo ello mediante una minimización del impacto ambiental y reduciendo el efecto barrera.

7.1. Descripción General del Trazado

La alternativa objeto de estudio presenta una longitud en total cuenta de casi 12.300 metros.

El inicio de la alternativa 1 da comienzo en el trazado actual de línea Aranjuez-Valencia concretamente a la margen derecha del río Júcar, hasta antes del cruce del puente de la N-320 con el río Júcar. Ahí se propone la ejecución de un nuevo paso elevado para eludir el cauce sin ningún inconveniente, este se ubicará paralelo al existente para la N-320 y tendrá una longitud de casi 500 metros.



ILUSTRACIÓN 13: UBICACIÓN PUENTE PROYECTADO (FUENTE: PROPIA)

Una vez cruzado el puente el trazado sigue sensiblemente paralelo a la N-320 durante 2.100 metros a través de un suelo no urbanizable de especial protección. Una vez recorridos los casi unos 2.500 metros se encuentra el primer apeadero del nuevo trazado, este es la que encontramos junto al nuevo hospital de Castilla-La Mancha. Este apeadero se encuentra al otro lado de la N-320, por ello, se propone destinar un transporte público que acerque a las personas desde la estación al hospital cada vez que el ferrocarril haga parada en el nuevo apeadero proyectado, de modo que el acceso a las personas mayores y con movilidad reducida al centro hospitalario sea adecuado.



ILUSTRACIÓN 14: APEADERO PROYECTADO CERCANO AL NUEVO HOSPITAL DE CLM (FUENTE: PROPIA)

El apeadero que se proyecta es de un único andén, ya que la vía en ese tramo es en vía única. La ubicación de esta se sitúa tras la glorieta existente, se propone la construcción de un aparcamiento, de modo que se puedan parar los vehículos a recoger/dejar a los usuarios del tren tanto los vehículos públicos como privados sin entorpecer el tráfico, de tal modo que no se produzca ningún accidente.



ILUSTRACIÓN 15: APARCAMIENTO JUNTO APEADERO (FUENTE: PROPIA)

Tras el paso por la nueva estación del hospital de Castilla-La Mancha el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320, como ya venía haciéndolo anteriormente.

En el Pk 5+357 se separa de la N-320 para enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad, aquí se propone un desmonte para poder introducir sin ningún inconveniente la plataforma de vía única con ancho ibérico. Una vez enlazado sigue el trayecto paralelo a la vía existente de alta velocidad hasta la estación de alta velocidad de Cuenca-Fernando Zóbel, aquí se plantea la implantación de un tercer hilo en uno de los apartaderos para que pueda circular sin inconveniente el ferrocarril convencional.

Esta conexión con la estación de alta velocidad es de gran importancia debido a varias razones.

1. Fomentar la intermodalidad.
2. Acercar la estación a la ciudad de Cuenca, debido a la distancia a la que se encuentra de la misma.
3. Reducir la incomunicación de la ``España Vaciada``.

Tras haber realizado el trazado su paso por la estación de alta velocidad, este presenta un giro a izquierdas de 585 metros de radio con una longitud de más de 670 metros, una recta de 90 metros, otro acuerdo parabólico de 585 metros y 650 metros de longitud hasta enlazar con una recta en la que se encuentra la bifurcación dirección Valencia.

En las tres alternativas se tiene presente una bifurcación. En concreto en la alternativa 1 se encuentra esta bifurcación en el Pk 8+678.



En dirección Cuenca, una vez se ha superado la recta se tiene un giro a izquierdas de más de 500 metros y radio 585, con este acuerdo parabólico el nuevo trazado propuesto se sitúa en la zona del actual trazado. Sin embargo, no se sigue el actual trazado, ya que se ha decidido modificar el mismo. Hasta llegar a la nueva estación propuesta en Cuenca (Fondo de Saco) el trazado presenta 3 acuerdos parabólicos, dos de 585 metros y uno de 600 metros, ellos enlazados con rectas de 48 metros, 1286 metros y 170 metros.

Finalmente, el trazado llega a la nueva estación mediante una recta de 80 metros, la cual va desde el Pk. 12+217 hasta el Pk. 12+298.

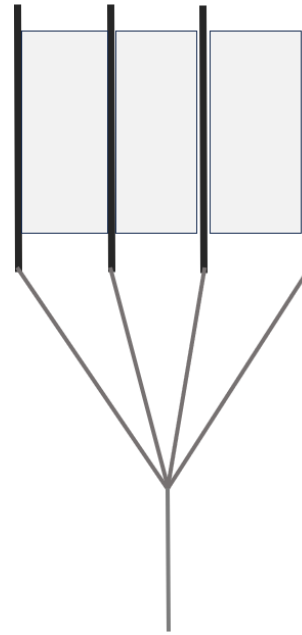


Ilustración 16: Ejemplo de estación en fondo de saco (Fuente: Propia)

En el Anejo 2 “Estudio de Alternativas” se propone una estación de fondo de saco con 4 vías y tres andenes, además de ubicarla cercana a la estación de autobuses.

7.2. Criterios de Trazado

En el presente anejo se describen los criterios que se han seguido para el diseño del trazado en planta y en alzado de la variante ferroviaria de la línea 310 (Madrid-Valencia) de ADIF a su paso por la ciudad de Cuenca.

La línea presenta un ancho ibérico (1668 mm) sin electrificar donde las velocidades máximas son de 120 Km/h, de manera que se cumplan las condiciones de confort y seguridad, así como que las afecciones a la infraestructura se han las mínimas posibles.

Los parámetros de diseño se han obtenido siguiendo la norma “**NAP 1-2-1.0** (Metodología para el diseño del trazado ferroviario)” de ADIF con fecha de edición 2021.

A continuación, se muestran los parámetros adoptados de la normativa tanto para planta como para alzado.

7.2.1. Trazado en Planta

La tabla que se adjunta a continuación hace referencia a los valores que debe cumplir el trazado en planta de la alternativa elegida.



Tabla 1: Trazado en Planta (Fuente: Propia)

TRAZADO EN PLANTA			
Velocidad máxima (Viajeros)			120 Km/h
Velocidad mínima (Mercancías)			60 Km/h
Radio mínimo de las alineaciones circulares			585 m
Aceleración máxima sin compensar (Asc)			1 m/s ²
Peralte máximo (Hmáx)			160 mm
Máxima insuficiencia de peralte (Himax):			115 mm
Máximo exceso de peralte (Hemax):			60 mm
Rampa de peralte (dD/ds):	Referencia: 1,15 mm/m	Normal: 2,30 mm/m	Excepcional: 2,65 mm/m
Variación del peralte respecto al tiempo (dD/dt):	Referencia: 58 mm/s	Normal: 58 mm/t	Excepcional: 69 mm/t
Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte respecto al tiempo (da/dt):	Referencia: 0,36 mm/s ²	Normal: 0,36 mm/s ²	Excepcional: 0,65 mm/s ²
Variación de la insuficiencia de peralte con el tiempo (dl/dt):	Referencia: 63 mm/s	Normal: 63 mm/s	Excepcional: 85 mm/s
Tipo de curva de transición:			Clotoide
Longitud mínima de la curva de transición:		Normal: 90 m	
Longitud mínima de las alineaciones con curvatura constante:	Referencia: 60 m	Normal: 40 m	Excepcional: 24 m



7.2.2. Trazado en Alzado

La tabla que se adjunta a continuación hace referencia a los valores que debe cumplir el trazado en planta de la alternativa elegida.

Tabla 2: Trazado en Alzado (Fuente: Propia)

TRAZADO EN ALZADO	
Tipo de acuerdo vertical	Parabólico
Radio de curvatura de los acuerdos verticales (Kv)	Mínimo: 2000 m
Máxima aceleración admisible en acuerdos verticales (Av)	Normal ≤ 0.3 mm/s ²
Longitud mínima de acuerdo vertical	40 m
Distancia mínima con pendiente constante entre dos acuerdos verticales	40 m
Pendiente máxima:	15 milésimas/1,5%

Para la realización del trazado de las diferentes alternativas se han cogido estos valores que no fuesen los mínimos, se han cogido valores amplios que se han adecuados para un diseño.

7.3. Planeamiento Urbanístico

La Alternativa propuesta discurre en su totalidad en el municipio de Cuenca, Castilla-La Mancha.

El comienzo del trazado de la Alternativa 1 da comienzo en un suelo de tipo rústico, el cual se clasifica en la categoría no urbanizable de especial protección, ya que se trata del cauce del río Júcar. Por tanto, se trata de un suelo según el plan de afección de cauces (SNUEP 5).

Una vez el trazado cruza el cauce del río sigue paralelo a la N-320, durante casi 1870 metros el trazado discurre por un suelo rústico no urbanizable de especial protección. Sin embargo, se trata de un suelo de interés forestal (SNUEP 2).

Siguiendo ligeramente paralelo el trazado a la N-320 nos encontramos con un suelo rústico, pero clasificado como de reserva. La extensión de este en el trazado es de unos 2500 metros.

Seguidamente, para el enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad el trazado vuelve a pasar por un suelo rústico no urbanizable de especial protección durante casi 840 metros. Tras ello, discurre por un suelo rústico de reserva durante más de 2500 metros cruzando estratos de suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural), todos estos suelos los cruza el trazado hasta enlazar con el trazado actual, el cual se adentra en suelo urbano consolidado y no consolidado.

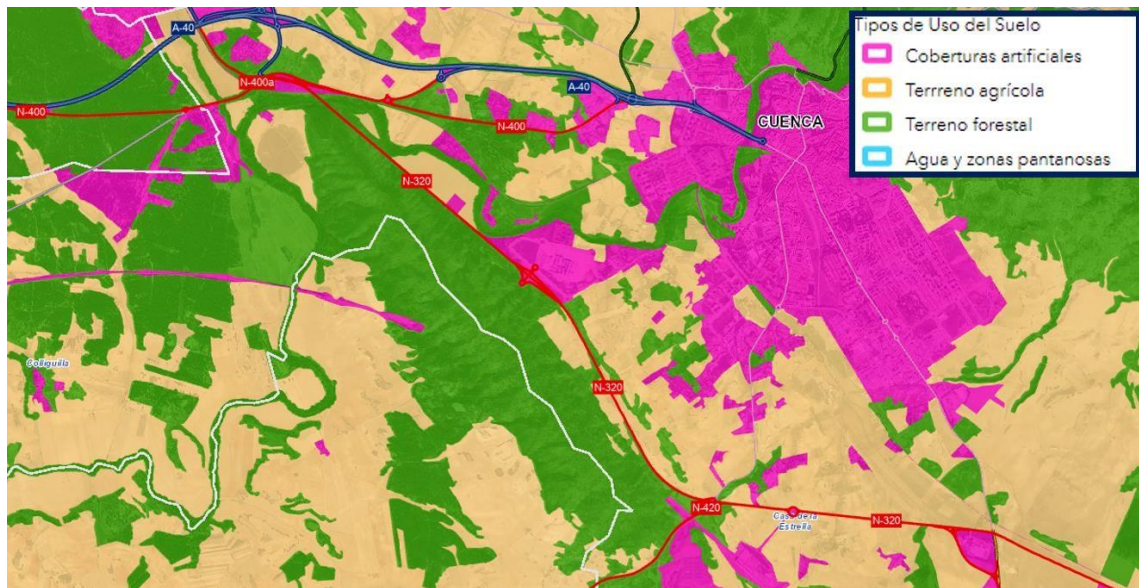


Ilustración 17: Planeamiento Urbanístico Zona de Estudio (Fuente: Propia)

7.4. Climatología e Hidrología

En el Anejo Climatología e Hidrología encontramos en detalle los valores tanto climáticos como hidrológicos referentes a la zona objeto de estudio.

7.4.1. Climatología

El clima existente en la zona objeto de estudio se trata de **mediterráneo continentalizado**. En este tipo de clima se caracteriza por tener veranos calurosos e inviernos fríos.

Las temperaturas en verano se encuentran habitualmente por encima de los 30°C y en invierno las temperaturas oscilan alrededor de los 0°C.

La zona objeto de estudio se encuentra en un espacio árido, ya que las precipitaciones a lo largo del año son escasas, se encuentran alrededor de los **400 litros por m² al año**. Los meses donde se ubican estas precipitaciones son en los meses de otoño y primavera.

7.4.2. Hidrología

En este apartado se expone con ayuda del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables los posibles condicionantes hidrológicos existentes en la zona objeto de estudio.

Este campo de estudio se considera de gran importancia ya que el cauce del río Júcar se encuentra cercano a las alternativas.

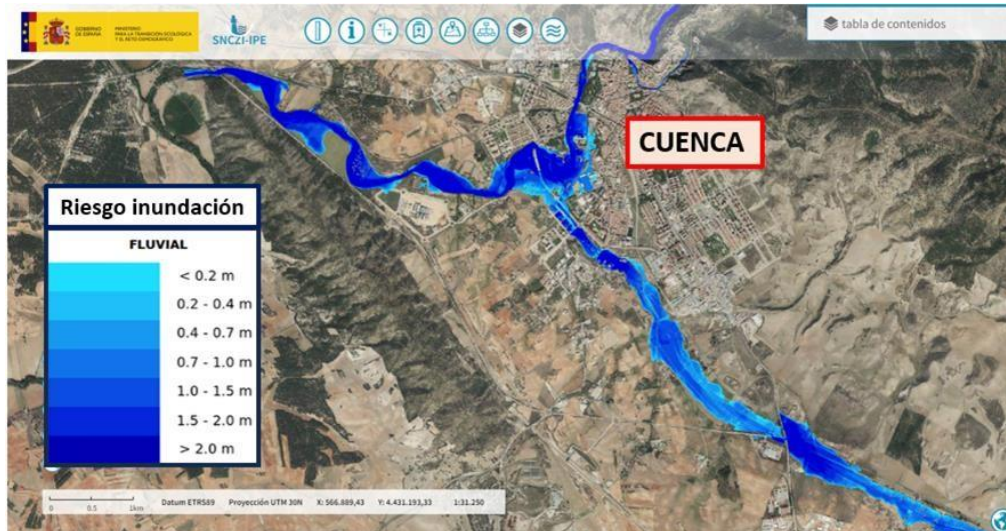


Ilustración 18: Riesgo de inundación (Fuente: SNCI)

Como se puede apreciar en la ilustración adjunta (Ilustración 18), la zona objeto de estudio se ve afectada por el riesgo de inundación. Concretamente se ven afectadas en mayor parte la alternativa 2 y alternativa 3, ya que el inicio de sendas alternativas da comienzo en la parte norte del cauce del río Júcar y transcurren paralelos a la margen derecha de la carretera nacional N-320. Debido a que el trazado de ambas alternativas transcurre contiguo al cauce del río el riesgo de inundación es tan elevado, se tienen zonas donde el riesgo de inundación fluvial es tan elevado que incluso superaría los 2 metros de altura, lo cual sería devastador para las alternativas propuestas.

En cuanto a la alternativa 1 sería la que menos se vería afectada, ya que su trazado discurre por la margen izquierda de la nacional N-320, y, por tanto, el cauce del Júcar se encuentra alejado de la zona objeto de estudio

7.5. Superestructura

Siguiendo la ficha UIC-719 y las diferentes normativas de ADIF referentes a dimensionamiento de plataforma y superestructura, se considera el dimensionamiento óptimo es el que se muestra a continuación. En el Anejo de Superestructura se encuentra de manera detallada los cálculos para la obtención de las dimensiones.



ESPESOR CAPAS DE ASIENTO:

Se dispondrá de una capa de balasto de 30 cm de espesor mínimo bajo traviesa y una capa de Sub-balasto de 30 cm, esta última con un bombeo exterior del 4%.

El balasto a emplear será de tipo A (Gabro) con pendiente 5H: 4V y una anchura de hombro lateral de 1,00 metros.

CARRIL:

El carril que se ha escogido es un carril UIC-54 N.D. (dureza 90) y calidad de acero 90Kg/mm² de resistencia a tracción y desgaste.

TRAVIESAS:

Tomando como referencia la normativa NAV 3121 se escoge para todo el trazado de la alternativa la traviesa Tipo MR-93 EB (E= Armadura Pretesa; B= Baja). Se dispondrá cada una de las traviesas cada 0,6 metros

APARATOS DE VÍA:

A continuación, se muestran los distintos aparatos de vía a disponer a lo largo de los trazados.

En primer lugar, el tipo de aparato de vía elegido para la bifurcación es el siguiente:

- **DS-C-54-250-0.11-CR-D:** Desvío elegido para la bifurcación dirección Valencia, se trata de un desvío sencillo tipo C dispuesto sobre traviesas de hormigón, la soldadura aluminotérmica se realiza en los elementos anterior y posterior, el material empleado es el mismo que el empleado para el carril (UIC-54). La tangente en el cruzamiento es de 0,11, radio de la bifurcación con el trazado que sigue a Cuenca es de 250 metros, corazón recto (CR) y desviación a derechas.

En segundo lugar, el tipo de aparato de vía elegido para las vías de apartado donde encontramos la doble plataforma el siguiente:

- **DSH-C-54-318-0.09-CR-D o I:** Desvío con características similares al anterior, pero con radio de la vía desviada frente a la directa de 318 metros, cruzamiento recto y la tangente en el cruzamiento es de 0,09.



7.6. Reposición de viarios y caminos

La afección producida a la infraestructura viaria obliga a la construcción de diferentes pasos a nivel para mantener la continuidad.

Los pasos superiores propuestos a disponer en la alternativa 1 se sitúan en los siguientes puntos del trazado:

Tabla 3: Pasos superiores propuestos (Fuente: Propia)

Reposición de caminos Camino P.K. 2+920
Reposición de caminos Camino P.K. 3+634
Reposición de caminos Camino P.K. 4+239
Reposición de caminos Camino P.K. 5+260
Reposición de caminos Carretera del Alcázar P.K. 5+640 dirección cuenca; P.K. 0+120 desvío Valencia
Reposición de caminos Camino de Estilla P.K. 5+900 dirección Cuenca; P.K. 0+380 desvío Valencia
Reposición de caminos Camino P.K. 6+400
Reposición de caminos Camino P.K. 0+900 (Desvío Valencia)
Reposición de caminos Camino P.K. 7+340
Reposición de caminos Camino P.K. 6+581

7.7. Reposición de servicios afectados

En la construcción de las diferentes alternativas se ven afectadas una serie de servicios. Para la detección de estos y valorarlos se ha empleado un visor cartográfico facilitado por el gobierno de Castilla-La Mancha.

También cabe destacar que se solicitó información a aguas de Cuenca con el objetivo de ver las instalaciones que se verían afectadas por las alternativas.

Después del estudio se ha llegado a la conclusión que los servicios afectados son los siguientes:

- Red de Riego
- Energía Eléctrica

7.8. Expropiaciones

La superficie de expropiación se limita únicamente a la superficie que ocupa la plataforma de cada una de las alternativas.

Se excluyen de las expropiaciones los suelos de titularidad pública, ya que la valoración económica es nula.

Por tanto, el presupuesto total de la explotación toma un valor total de:

540.000 euros.

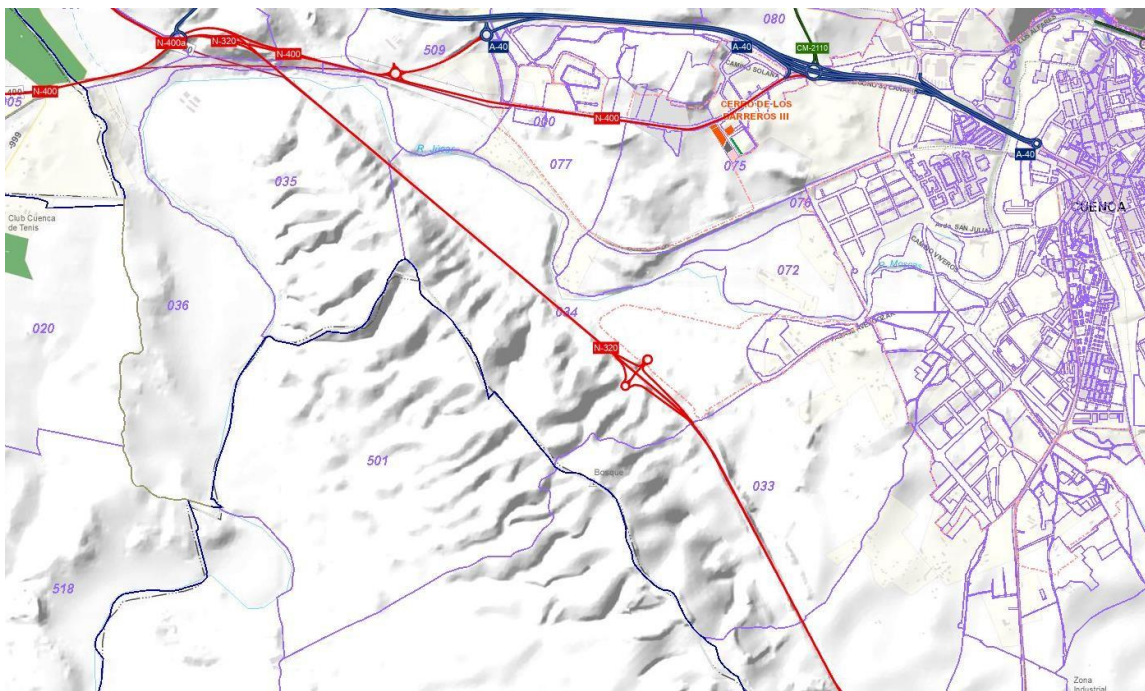


Ilustración 19: División Catastral de la zona objeto de estudio (Fuente: Gobierno de CLM)



8. Bibliografía

[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)

<https://castillalamancha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a8ef467d6441455d8e08c9d343908cb6>

<https://castillalamancha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c2179ebdd628441f9e8647be9680de89>

<https://castillalamancha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=160cef54844341e0a31bf6980c2efd63>

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/a4_infraestructura_superestructura_trazado_v2.pdf

[http://descargas.adif.es/ade/u18/gcn/normativatecnica.nsf/v0/a69d43fd6fb08a8ac12573aa003ead20/\\$file/nav%203601.pdf?openelement](http://descargas.adif.es/ade/u18/gcn/normativatecnica.nsf/v0/a69d43fd6fb08a8ac12573aa003ead20/$file/nav%203601.pdf?openelement)

[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/783333F1618054F8C125840B00339F93/\\$FILE/NAV%203-6-](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/783333F1618054F8C125840B00339F93/$FILE/NAV%203-6-)

[0.9%20Designaci%C3%B3n%20de%20aparatos%20de%20v%C3%ADa3def.pdf?OpenElement](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](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/B1F24CFCAA453E18C12573AA003E9DD2/\\$FILE/NAV%203400.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/B1F24CFCAA453E18C12573AA003E9DD2/$FILE/NAV%203400.pdf?OpenElement)

[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)

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/a-08_plataforma-superestruc.pdf

https://www.google.com/search?q=carril+uic54&rlz=1C1CHBF_esES1006ES1007&oq=carril+uic-54&aqs=chrome..69i57j0i22i30i5.3151j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/ferrocarriles/ESTUDIO18/AN08_Superestructura.pdf



[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/AD79C5B4BAFF0744C125866800484108/\\$FILE/NAP%201-2-1-](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/AD79C5B4BAFF0744C125866800484108/$FILE/NAP%201-2-1-)

[0_Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20del%20trazado%20ferroviario.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/AD79C5B4BAFF0744C125866800484108/$FILE/NAP%201-2-1-0_Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o%20del%20trazado%20ferroviario.pdf?OpenElement)

<https://www.adifaltavelocidad.es/-/lav-levante-recorrido>

<https://bpa.adif.es/bp1/#/category/35725204>

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/planes-y-estrategias/informes-de-viabilidad-de-obras-hidraulicas/jucarcuencaf_tcm30-82661.pdf

[http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/448EB29DD20009F3C1258717002FB525/\\$FILE/NAP%201-2-0.3_2%C2%AAedici%C3%B3n+M1.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/448EB29DD20009F3C1258717002FB525/$FILE/NAP%201-2-0.3_2%C2%AAedici%C3%B3n+M1.pdf?OpenElement)

https://www.chj.es/es-es/medioambiente/GestionRiesgosInundacion/Documents/HY4895-MP-RP-HE-Memoria_Trabajos-D02.pdf

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi.html>

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/memoria_tecnica_v2_junio2011_tcm30-214566.pdf

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/a05_clima-hidro-drenaje_elorca.pdf

<https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?k=clm>



**CAMINOS
UPV**



ANEJO 1. ANTECEDENTES

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

*“ ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA
VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA) ”*

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO:2022-2023



ÍNDICE

1.	SITUACIÓN ACTUAL.....	2
1.1.	Cartografía.....	2
1.2.	Encuadre Territorial	2
1.3.	Entorno Urbanístico	3
1.4.	Entorno Ambiental	4
1.5.	Afecciones a otras infraestructuras	7
1.6.	Servicios Afectados.....	9



1. SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado se va a mencionar todos los datos que se han obtenido del entorno donde se ubican las diferentes alternativas, de modo que se conozca toda la idiosincrasia de la zona además de todos los condicionantes existentes para la correcta ejecución de las obras.

1.1. Cartografía

En el presente apartado se expone el proceso para obtener la información necesaria para la realización de las diferentes alternativas en Civil 3D.

En primer lugar, en la página web del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía) obtenemos de los vuelos lidar el MDE (Modelo Digital de Elevaciones) de la zona objeto de estudio. Los archivos que obtenemos son del tipo LAZ, estos archivos son de vital importancia, ya que tienen en cuenta todos los elementos existentes en la superficie terrestre, como pueden ser árboles o incluso edificaciones.

Una vez descargados estos archivos de la página web del PNOA se emplea el software RECAP para optimizar la nube de puntos obtenida anteriormente y que pueda emplearse en el programa CIVIL 3D sin ningún inconveniente.

PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0609_LID.asc	04/06/2023 17:33	Archivo ASC	176,335 KB
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0610_LID.asc	04/06/2023 17:33	Archivo ASC	184,048 KB

ILUSTRACIÓN 1: MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO (FUENTE: PNOA)

1.2. Encuadre Territorial

Las tres alternativas objeto de estudio se ubican desde un punto de vista geográfico en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha, concretamente se encuentran en la provincia de Cuenca, en la comarca de la Serranía Media.

Las tres alternativas se dividen en 2 zonas muy bien definidas.

- Tienen una zona cercana a edificaciones, ya sea un núcleo urbano o edificaciones retiradas del núcleo urbano y apartadas la una de la otra.
- La otra zona son zonas deshabitadas y que pasan por zonas rurales, ya sean zonas montañosas o zonas fluviales como son cauces de ríos.
- También cabe destacar que la alternativa 2 discurre colindante a una zona industrial como es el polígono industrial de la carretera a Motilla.

La línea 310 de ADIF enlaza Madrid con Valencia pasando por una capital de provincia como es Cuenca, la cual se encuentra prácticamente a mitad camino entre la capital del Turia y



la capital de España. Cuenca presenta una población de más de 55000 habitantes, la cual actualmente se encuentra sin servicio ferroviario convencional, únicamente se tiene la línea de alta velocidad. Cabe destacar que la estación de AVE de Cuenca -Fernando Zóbel se ubica a 10 minutos en coche y 6 kilómetros de la ciudad, lo cual hace que tenga un acceso complicado.

En cuanto a la orografía en la zona de estudio encontramos la serranía de cuenca, la cual se encuentra dentro del sistema ibérico que abarca las provincias de Cuenca, Guadalajara y Teruel.

Dentro de la serranía de Cuenca encontramos el parque natural de la serranía de Cuenca, el cual tiene algunos lugares catalogados como como sitio natural de interés nacional. Dentro de este parque natural se encuentran 15 parajes naturales, entre los que se encuentran:



**ILUSTRACIÓN 2: SERRANÍA DE CUENCA
(FUENTE: GOOGLE)**

- El nacimiento del río Júcar
- Ciudad Encantada (Sitio natural de Interés Nacional)
- Nacimiento del río Cuervo (Monumento Natural)

En la serranía de cuenca está constituida por zonas escarpadas y distintas formaciones geológicas, las cuales están cubiertas por gran cantidad de pinares.

Cabe destacar que el parque natural de la serranía de Cuenca queda apartado de los tres trazados propuestos. La alternativa 1 discurre por una zona elevada de terreno, pero como se ha citado anteriormente alejada del parque natural. Sin embargo, en esta sí que se encuentran grandes masas de pinares, los cuales serán repuestos en zonas colindantes a la zona afectada por el trazado.

1.3. Entorno Urbanístico

El entorno geográfico en el que se desarrolla este Trabajo Final de Máster se ubica en la provincia de Cuenca, el trazado de las tres alternativas únicamente discurre por el municipio de Cuenca

A continuación, se muestran los municipios por los que el trazado ferroviario de las 3 alternativas colinda:



ILUSTRACIÓN 3: POBLACIONES COLINDANTES AL TRAZADO DE LAS
3 ALTERNATIVAS (FUENTE: DIPUTACIÓN DE CUENCA)

- Colliguilla
- Villar de Olalla
- Arcas
- La Melgosa.

El municipio de Cuenca presenta una extensión total de 911,06 km² con una población de alrededor de 55000 habitantes, esto hace que se tengan 60 habitantes por m², lo cual hace que sea un municipio con una densidad de población baja.

El desarrollo urbano del municipio de Cuenca se ubica en la zona occidental municipio, colindante con el municipio Villa de Olalla. Esto es debido a las distintas barreras naturales y de infraestructuras que se encuentran en el municipio, lo cual dificulta de manera considerable una expansión homogénea del municipio.

Cabe destacar que en este desarrollo urbanístico tienen gran importancia los desarrollos de vivienda dispersa.

En las tres alternativas propuestas se ha intentado minimizar en gran medida los impactos a las distintas edificaciones existentes, respetando la distancia mínima de la plataforma a las viviendas e intentando no realizar más expropiaciones de las necesarias.

Otro punto para tener en cuenta en las alternativas es la ubicación de las estaciones. Estas se han ubicado en las zonas más próximas a las localizaciones para las cuales fueron pensadas. En cuanto a la estación ubicada en Cuenca se ha pensado modificar su ubicación actual colocándola cercana a la estación de autobuses, esto favorecerá la intermodalidad. Además, al estar ubicada en el centro de la ciudad permite el libre acceso a los usuarios.

1.4. Entorno Ambiental

El trazado de las tres alternativas **se ve afectado por únicamente una zona protegida, que es el cauce del río Júcar**. Sin embargo, existen espacios naturales protegidos cercanos a la



zona objeto de estudio a los que se deberán prestar especial atención, ya que presentan fauna y flora con un valor ecológico. A continuación, se muestra cada uno de los espacios naturales que encontramos cercanos a la zona objeto de estudio.

Cueva de los Morceguillos (Microrreserva, Zona de Especial Conservación ``ZEC´´)

En 1997 fue propuesto como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), pero no fue hasta julio de 2007 donde fue confirmado con esta categoría. El decreto 26/2015 del 7/05/2015 declara Zona de Especial protección a la Cueva de los Morceguillos.

Este espacio de especial protección el cual se ubica en el valle del Arroyo de la vega, en el municipio de Tórtola, presenta una superficie total de 45.95 hectáreas. Este espacio protegido el cual presenta un gran valor geomorfológico representa un refugio muy importante para la cría de murciélagos de la provincia de Cuenca.

Debido a la existencia de estos quirópteros la cueva de los Morceguillos fue designada como espacio Red Natura 2000.

Este espacio es considerado el refugio más importante de toda Europa para el murciélago ratonero pardo. Además de este murciélago existentes otras especies de quirópteros en la zona, como son el murciélago mediterráneo de herradura y el murciélago de cueva.



ILUSTRACIÓN 4: CUEVA DE LOS MORCEGUILLOS (FUENTE: GOBIERNO CLM)

Torcas de Palancares y Tierra Muerta (Monumento Natural)

Este monumento natural se ubica entre los municipios de Cuenca, La Cierva y Palomera, los cuales se sitúan en el sistema ibérico meridional. Las Torcas de Palancares y Tierra Muerta es considerado unos de los puntos más importantes de todas España en relación con la karstificación, ya que presenta grandes conjuntos kársticos.

Este espacio natural presenta grandes masas arboladas, concretamente de pinares y sabinares. Cabe destacar que este espacio es considerado un Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y como Zona Especial Protección (ZEP) para aves de la Red Natura 2000.



Complejo Lagunar de Ballesteros (LIC Y ZEPA)

Es un complejo lagunar formado por dolinas y úvalas de grandes dimensiones, del mismo modo que el resto de los espacios protegidos representa un gran ejemplo de karstificación. Además, presenta aguas permanentes y temporales, lo cual hace que sea un espacio idóneo para las aves. Es una zona de especial protección de aves (ZEPA), ya que en este complejo lagunar se encuentran muchas especies en peligro de extinción.

Complejo Lagunar del Río Moscas

El decreto 46/2010 de 04/05/2010 declaró microreserva al complejo lagunar del río moscas, el cual presenta un conjunto de dolinas kársticas que se encuentran sobre un substrato margo-yesoso. En esta microreserva encontramos la *Parachondrostoma arrigonis*, un pez de agua dulce que es catalogada como vulnerable y extraña a lo largo de la cuenca del río Júcar.

Este espacio reúne todas las características necesarias para ser catalogada como microreserva según la Ley 9/1999 referida a la conservación de la naturaleza.

Serranía de Cuenca

Este parque natural se encuentra a menos de 15 kilómetros de la zona objeto de estudio. La Serranía de Cuenca no presenta grandes elevaciones de terreno, sino que presenta formas escarpadas en las que encontramos grandes masas forestales.

En este parque encontramos varios ríos que lo surcan como son el río Cuervo, el Escabas y el Júcar. También cabe destacar que a lo largo de todo el parque se encuentran zonas de alto valor geológico como puede ser "Las Torcas".

La flora y la fauna en este parque natural es abundante, ya que al ser una zona montaña con diversos ambientes se desarrolla un ambiente de una gran diversidad tanto de flora como de fauna.



ILUSTRACIÓN 5: SERRANÍA DE CUENCA (FUENTE: GOBIERNO DE CLM)



En cuanto a la flora predominan grandes especies de pino silvestre, sabinares, robledales y carrascales. La fauna predominante son jabalíes, ciervos, corzos, gamos, muflones, cabras montesas y una gran variedad de aves.

Como se ha citado anteriormente en el apartado 4.2 “Encuadre Territorial”, en el parque natural de la serranía de Cuenca encontramos un total de 16 parajes naturales. Por tanto, es un lugar que presenta un elevado valor ecológico.

1.5. Afecciones a otras infraestructuras

Las tres alternativas propuestas presentan afecciones a distintas infraestructuras existentes en la zona objeto de estudio que conectan los distintos municipios de la zona o incluso cubren grandes distancias.

Encontramos la N-320 y la N-420 las cuales son carreteras nacionales de titularidad estatal y que se ven en este caso afectadas por las alternativas 1, 2 y 3 en el caso de la N-320 y de las alternativas 1 y 2 la N-420.

La alternativa 2 también afecta a la N-320a que también posee una titularidad estatal y que da comienzo en el polígono industrial de la carretera de Motilla. La CM-220 es una carretera autonómica que conecta Cuenca con Albacete y se ve afectada por la alternativa 2 al igual que la N-320 a en el polígono industrial de la carretera de Motilla.

Además de estas carreteras nacionales y autonómicas también se ven afectados una gran cantidad de caminos agrícolas que dan acceso a un gran número de edificaciones aisladas y plantaciones.

Por tanto, las infraestructuras viarias y ferroviarias afectas son:

- Red de interés general del Estado:
 - Carretera Nacional N-320 Cuenca-Guadalajara
 - Carretera Nacional N-420 Córdoba-Tarragona
 - Carretera Nacional N-320a Cuenca-Madrid
- Red de carreteras de la junta de comunidades de Castilla-La Mancha:
 - Carretera Autonómica CM-220 Albacete-Cuenca
- Red Municipio de Cuenca:
 - Pasaje Vega Tordera
 - Camino Villar Olalla
 - Caminos Agrícolas
 - Sendas

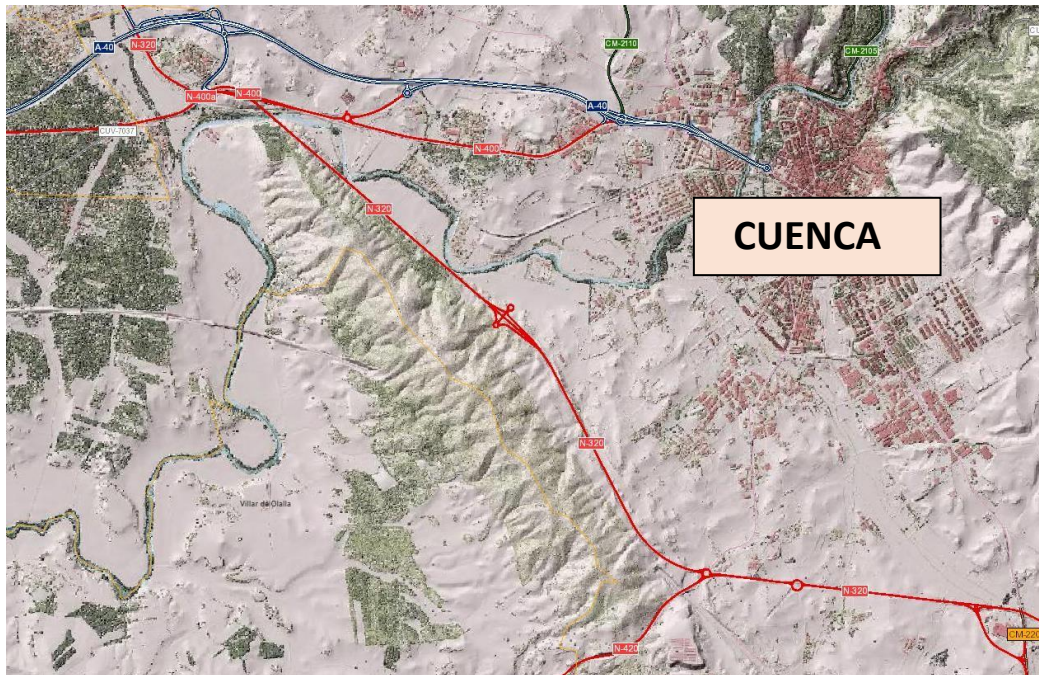


ILUSTRACIÓN 6: RED CARRETERAS AFECTADAS (FUENTE: GOBIERNO CLM)

Las Infraestructuras Ferroviarias afectadas son:

- Línea de ancho internacional de alta velocidad Madrid-Valencia perteneciente al Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
- Línea 310 Aranjuez-Valencia convencional de Ancho ibérico perteneciente al Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). Esta línea se ve afectada porque es en la que se propone la modificación del trazado, aunque como se ha citado anteriormente no se encuentra en funcionamiento.

A la hora de ejecutar las obras será de vital importancia la planificación de los trabajos a realizar, los tiempos de ejecución, proporcionar soluciones a los posibles cortes viarios y una gran comunicación entre los responsables de la ejecución de la obra ferroviaria. Una buena coordinación permitirá disminuir los impactos de la obra, reducir los tiempos de ejecución y reducir costes.

Por tanto, es de vital importancia todo lo citado anteriormente para que la ejecución de la obra sea lo óptimo posible. Una solución que se propone para la realización de los trabajos es la implantación de la tipología de trabajo **“Lean Construction”**, la cual puede ser de gran ayuda a la hora de la ejecución de los trabajos en tiempo y forma.

Lean Construction: Herramienta de fácil implantación que ayuda a lograr y mantener los espacios de trabajo organizados, limpios y optimizados, de modo que se obtenga una mayor productividad, seguridad y entorno.



Surgió en japon en la empresa automovilística Toyota, actualmente se encuentra implantada en todos sectores, en el sector de la construcción lleva implantada bastantes años, ya que produce grandes beneficios tanto en organización como en ahorro de materiales.

A continuación, se indican los cinco pasos que señala la metodología mediante los cuales se mejora el entorno de trabajo.

- **Seiri** (Organizar): Identifica, clasifica, separa y elimina todo lo innecesario y conserva solo lo necesario.
- **Seiton** (Ordenar): Una vez el área está libre de lo innecesario, se procede a organizar lo necesario.
- **Seiso** (Limpieza): La limpieza es parte fundamental y debe ser realizada por los operarios, contribuye a un buen ambiente de trabajo, mejora la salud de los empleados y la calidad del producto.
- **Seikatsu** (Estandarizar): Implementar señales visuales, códigos de colores y apoyos similares, de manera que sea fácil detectar errores.
- **Shitsuke** (Mantener): Consolidar cada proceso como un hábito de trabajo y que prevalezca en el tiempo.

Esta metodología es la que se propone implantar en la construcción del trazado, de modo que la ejecución de trabajos sea la más efectiva posible tanto en producción como a nivel económico.



ILUSTRACIÓN 7: METODOLOGÍA 5S (FUENTE GOOGLE IMAGES)

1.6. Servicios Afectados

Para la realización de este apartado se ha empleado uno de los visores cartográficos facilitados por el gobierno de Castilla-La Mancha, concretamente el visor ``BTN25``.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



En este se puede apreciar que las tres alternativas presentan un número reducido de afecciones a la hora de la construcción de estas. A pesar de que se ha intentado que los servicios afectados se han los mínimos posibles se ven afectados algunos, los cuales se citan a continuación.

- Líneas Eléctricas
- Acequias Superficiales

A continuación, en la imagen adjunta se muestran los servicios afectados y otras afecciones.

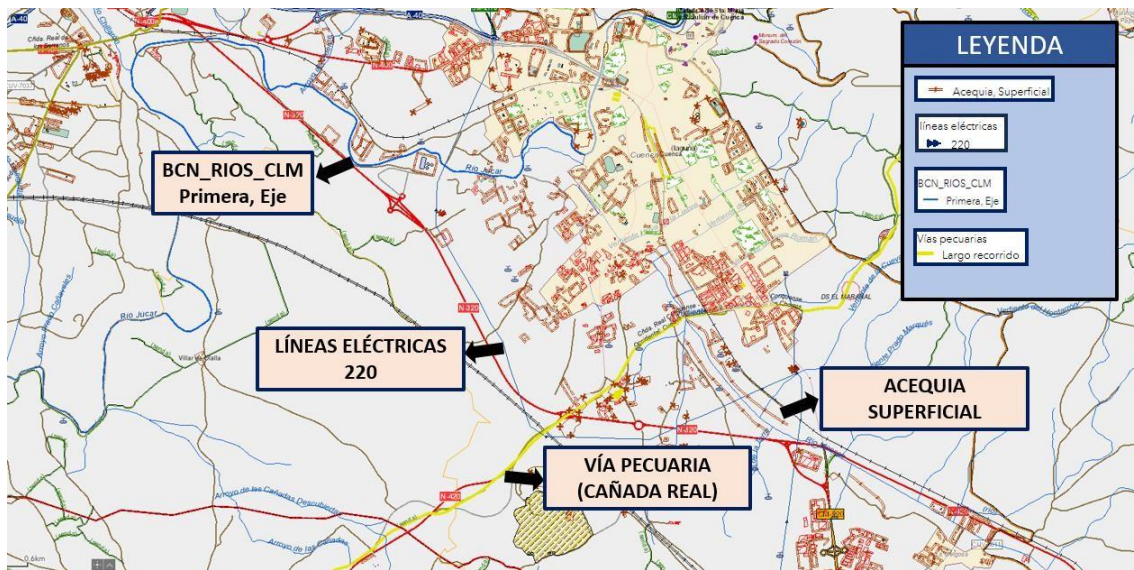


ILUSTRACIÓN 8: SERVICIOS AFECTADOS (FUENTE: VISOR CARTOGRÁFICO CLM)



CAMINOS
upv



ANEJO 2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

“ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)”

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO:2022-2023



ÍNDICE

1.	Estudio de alternativas.....	2
1.1.	Introducción	2
1.2.	Situación Actual.....	2
1.3.	Estudio de las Alternativas	3
1.3.1.	Descripción de los puntos en común	4
1.3.2.	Alternativas	5
1.3.3.	Caracterización de las alternativas.....	10
1.4.	Análisis Multicriterio	40



1. Estudio de alternativas

1.1. Introducción

En el presente apartado se pretende obtener cuál de las tres alternativas propuestas es la óptima. De modo que se realizará una comparación **de las tres y se elegirá la que presente una solución más idónea para los problemas existentes** teniendo en cuenta el coste económico.

Este Trabajo Fin de Máster **intenta dar solución a un problema existente en la provincia de Cuenca y en gran parte de España, este es el abandono de zonas rurales debido a las escasas comunicaciones.** Esta incomunicación de personas y mercancías produce que muchos lugares de España se deshabiten porque es imposible el desarrollo de cualquier tipo de actividad económica.

Por tanto, este Trabajo Fin de Máster pretende: **devolver la comunicación a dichos pueblos facilitando la intermodalidad** con otros tipos de transporte, **facilitar el acceso al nuevo hospital de Castilla La Mancha** y, por último, **desmantelar el trazado actual a su paso por la ciudad de cuenca, y así unificar la ciudad y promover zonas verdes sostenibles.**



ILUSTRACIÓN 1: TRAMO FFCC A DESMANTELAR (FUENTE: GOOGLE EARTH)

1.2. Situación Actual

La **provincia de Cuenca cuenta con casi 200.000 habitantes**, de los cuales **casi 55.000 habitantes viven en la ciudad de Cuenca.** Además, es un punto geográfico importante, debido a que se encuentra prácticamente en el **punto medio del trayecto tanto ferroviario como viario entre Madrid y Valencia**, la primera y tercera ciudad de España en número de

habitantes, respectivamente. Cabe destacar que **Valencia presenta unos de los puertos más importantes del mar mediterráneo en el transporte de contenedores.**



ILUSTRACIÓN 2: UBICACIÓN DE CUENCA, MADRID Y VALENCIA CON SUS TRAZADOS FERROVIARIOS Y VIARIOS (FUENTE: GOOGLE MAPS)

La línea ferroviaria Aranjuez-Valencia se trata de una **línea sin electrificar en vía única** en sus casi 355 kilómetros. El **bloqueo es telefónico**, este consiste en que **el encargado de la estación en la que se encuentra el tren consulte a la estación de destino si el tren puede salir de su estación o no**. Por tanto, es un tipo de bloqueo obsoleto y que poco a poco se va a ir sustituyendo por otros métodos de bloqueo más modernos y, por ende, más efectivos y seguros.

A continuación, en la ilustración 7 se muestra el trazado ferroviario actual objeto de estudio. Este presenta una **longitud total de 5964 metros, donde encontramos 9 círculos, 18 clotoides y 10 rectas.**



ILUSTRACIÓN 3: TRAZADO ACTUAL A SU PASO POR CUENCA (FUENTE: CIVIL 3D)

1.3. Estudio de las Alternativas

En este apartado se van a describir cada de una de las alternativas propuestas, la finalidad de ello es elegir la solución óptima de las tres.



Para el estudio de las diferentes alternativas a proyectar se han seguido criterios geológicos-geotécnicos, climáticos, hidrológicos, ambientales, urbanísticos, trazado, intermodales y económicos.

1.3.1. Descripción de los puntos en común

Las alternativas propuestas presentan cada una de ellas unas características propias. Sin embargo, presentan entre ellas puntos en común, los cuales se comentarán a continuación.

A continuación, en cada una de las alternativas se explicará detalladamente el tipo de estación que se llevará a cabo junto con su ubicación, también destacar que se detallará los servicios afectados en la construcción de esta.

En primer lugar, el punto en común más relevante en las tres alternativas propuestas es la construcción de una estación de un único andén en los alrededores del nuevo hospital de Castilla-La Mancha. Es de vital importancia esta conexión con el hospital, ya que permitirá el acceso al centro hospitalario a los habitantes de las poblaciones cercanas a la ciudad de Cuenca sin necesidad de hacer uso del vehículo. Esta conexión está pensada para las personas mayores que tengan que asistir al hospital.

En segundo lugar, se ha propuesto una modificación de la ubicación de la actual estación existente en la ciudad de Cuenca. La nueva ubicación es junto a la estación de autobuses, de modo que se pueda promover la intermodalidad con el autobús. Cabe destacar que la nueva estación será de fondo de saco y tendrá 4 vías en la misma. Más adelante se explicará de manera más detallada la nueva ubicación y el diseño de esta.

En tercer lugar, otro punto en común entre las tres alternativas es la creación de una bifurcación, esta es de gran importancia, debido a que se produce un ahorro de tiempo considerable porque los trenes que vayan dirección Valencia no tienen que ir a la estación de Cuenca y volver a salir dirección Valencia. Cabe destacar que en la bifurcación existente en las tres alternativas se propone una doble vía, de modo que los trenes de viajeros puedan adelantar a los de mercancías.

Por último, hay que destacar que la alternativa 1 y 2 tienen en común la intermodalidad con la línea de alta velocidad, se propone una conexión con la estación de alta velocidad de Cuenca (Fernando Zóbel).

En la explicación de cada alternativa se mostrará de manera detallada todos los elementos existentes en cada trazado y la razón de su existencia.



1.3.2. Alternativas

1.3.2.1. Alternativa 1

La alternativa objeto de estudio presenta una longitud en total cuenta de casi 12.300 metros.

El inicio de la alternativa 1 da comienzo en el trazado actual de línea Aranjuez-Valencia concretamente a la margen derecha del río Júcar, hasta antes del cruce del puente de la N-320 con el río Júcar. Ahí se propone la ejecución de un nuevo paso elevado para eludir el cauce sin ningún inconveniente, este se ubicará paralelo al existente para la N-320 y tendrá una longitud de casi 500 metros.



ILUSTRACIÓN 4: UBICACIÓN PUENTE PROYECTADO (FUENTE: PROPIA)

Una vez cruzado el puente el trazado sigue sensiblemente paralelo a la N-320 durante 2.100 metros a través de un suelo no urbanizable de especial protección. Una vez recorridos los casi unos 2.500 metros se encuentra el primer apeadero del nuevo trazado, este es la que encontramos junto al nuevo hospital de Castilla-La Mancha. Este apeadero se encuentra al otro lado de la N-320, por ello, se propone destinar un transporte público que acerque a las personas desde la estación al hospital cada vez que el ferrocarril haga parada en el nuevo apeadero proyectado, de modo que el acceso a las personas mayores y con movilidad reducida al centro hospitalario sea adecuado.



ILUSTRACIÓN 5: APEADERO PROYECTADO CERCA AL NUEVO HOSPITAL DE CLM (FUENTE: PROPIA)

El apeadero que se proyecta es de un único andén, ya que la vía en ese tramo es en vía única. La ubicación de esta se sitúa tras la glorieta existente, se propone la construcción de un aparcamiento, de modo que se puedan parar los vehículos a recoger/dejar a los usuarios del tren tanto los vehículos públicos como privados sin entorpecer el tráfico, de tal modo que no se produzca ningún accidente.



ILUSTRACIÓN 6: APARCAMIENTO JUNTO APEADERO (FUENTE: PROPIA)

Tras el paso por la nueva estación del hospital de Castilla-La Mancha el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320, como ya venía haciéndolo anteriormente.

En el Pk 5+357 se separa de la N-320 para enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad, aquí se propone un desmonte para poder introducir sin ningún inconveniente la plataforma de vía única con ancho ibérico. Una vez enlazado sigue el trayecto paralelo a la vía existente de alta velocidad hasta la estación de alta velocidad de Cuenca-Fernando Zóbel, aquí se plantea la implantación de un tercer hilo en uno de los apartaderos para que pueda circular sin inconveniente el ferrocarril convencional.

Esta conexión con la estación de alta velocidad es de gran importancia debido a varias razones.



1. Fomentar la intermodalidad.
2. Acercar la estación a la ciudad de Cuenca, debido a la distancia a la que se encuentra de la misma.
3. Reducir la incomunicación de la ``España Vaciada``.

Tras haber realizado el trazado su paso por la estación de alta velocidad, este presenta un giro a izquierdas de 585 metros de radio con una longitud de más de 670 metros, una recta de 90 metros, otro acuerdo parabólico de 585 metros y 650 metros de longitud hasta enlazar con una recta en la que se encuentra la bifurcación dirección Valencia.

En las otras las tres alternativas se tiene presente la bifurcación, como ya se ha explicado en el apartado 5.3.1. ``Descripción de los puntos en común``. En concreto en la alternativa 1 se encuentra la bifurcación en el Pk 8+678

En dirección Cuenca, una vez se ha superado la recta se tiene un giro a izquierdas de más de 500 metros y radio 585, con este acuerdo parabólico el nuevo trazado propuesto se sitúa en la zona del actual trazado. Sin embargo, no se sigue el actual trazado, ya que se ha decidido modificar el mismo. Hasta llegar a la nueva estación propuesta en Cuenca (Fondo de Saco) el trazado presenta 3 acuerdos parabólicos, dos de 585 metros y uno de 600 metros, ellos enlazados con rectas de 48 metros, 1286 metros y 170 metros.

Finalmente, el trazado llega a la nueva estación mediante una recta de 80 metros, la cual va desde el Pk. 12+217 hasta el Pk. 12+298.

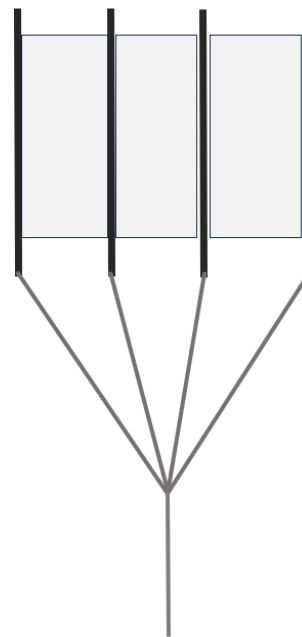


ILUSTRACIÓN 7: EJEMPLO DE ESTACIÓN EN FONDO DE SACO (FUENTE: PROPIA)

1.3.2.2. Alternativa 2

La Alternativa 2 da comienzo en la actual línea Aranjuez-Valencia una vez recorridos unos 400 metros después de cruzar el puente de la N-320. Este nuevo trazado da comienzo con una recta de unos 60 metros, seguidamente se tiene un acuerdo parabólico a derechas de casi 580 metros de longitud y de radio 585 metros.

Tras haber superado este acuerdo tenemos una recta y un acuerdo parabólico a izquierdas de 585 metros y más de 330 metros de longitud, tras ello el trazado sigue

ligeramente paralelo a la N-320 durante más de 1000 metros hasta llegar al apeadero proyectado en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha, la cual es de vital importancia para facilitar el acceso a la sanidad pública a los habitantes de los pueblos de la provincia de Cuenca. La estación proyectada presenta un único andén en el lado más cercano al centro hospitalario.



ILUSTRACIÓN 8: APEADERO JUNTO AL NUEVO HOSPITAL DE CLM (FUENTE: PROPIA)

Una vez se ha realizado la parada en el centro hospitalario el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 durante unos 2300 metros hasta que el trazado procede a buscar el túnel de la línea de alta velocidad Madrid-Valencia. Para ello, el trazado debe cruzar la N-320, la solución proyecta es realizar un paso a nivel, en el que el ferrocarril pasará a cota del nivel terreno, debido a que es lo más económico. Este paso a nivel se proyecta entre el Pk 4+900 y el Pk 5+200.

La conexión con el túnel de la línea de alta de velocidad se plantea lo mismo que en la alternativa 1, es decir, un desmonte para poder introducir la plataforma de vía de ancho ibérico (1668 mm). En cuanto al puente de la N-420 se propone una modificación de las pilas de este, de modo que no suponga un inconveniente en el paso de los ferrocarriles. La plataforma de ancho ibérico se dispondrá durante unos 500 metros, ya que al llegar a la estación de alta velocidad se propone que uno de los apartaderos se disponga la solución tan empleada en España como es el tercer carril.

Después de realizar la parada en la estación de alta velocidad Cuenca-Fernando Zóbel el trazado sigue ligeramente paralelo a la línea de alta velocidad durante más de 1300 metros donde el trazado presenta un acuerdo parabólico a izquierdas con una longitud de casi 1400 metros y radio 585 metros, este acuerdo se proyecta para acercar el trazado ferroviario al polígono industrial de la carretera de Motilla, donde se pretende ubicar una estación en la cual



se permitan las descargas de mercancías. Al sobrepasar la estación se proyecta una bifurcación en el trazado, un trazado dirección Valencia y el otro trazado dirección Cuenca.



ILUSTRACIÓN 9: APEADERO JUNTO AL POLÍGONO DE LA CARRETERA DE MOTILLA (FUENTE: PROPIA)

Dirección Valencia, se propone 3 acuerdos parabólicos de más de 500 metros de longitud el primero, de más de 110 metros de longitud el segundo y el tercero de más de 400 metros de longitud. Todo ello para poder enlazar el trazado propuesto con el trazado existente de la línea Aranjuez-Valencia. Cabe destacar que este trazado se verá afectados la N-320, N-420 y la entrada al polígono industrial, para todas ellas se proponen pasos inferiores, al ser lo más económico.

Dirección Cuenca el trazado presenta un acuerdo parabólico a izquierdas, al cual le sigue una recta de más de 1200 metros. Para enlazar el nuevo trazado con la línea existente se propone un acuerdo parabólico de más de 140 metros de longitud y 585 metros de radio. Este trazado cruza la N-420, lo que se propone es la solución más económica, que es un paso inferior en la N-420.

La nueva estación de Cuenca que se propone en este trabajo final de máster se trata de una estación en fondo de saco con 3 andenes y 4 vías disponibles. Además, se propone ubicarla cercana a la estación de autobuses, para favorecer la intermodalidad.

1.3.2.3. Alternativa 3

La alternativa 3 es la que presenta el menor recorrido de todas las tres alternativas propuestas, ya que presenta una longitud total de 8493,6 metros.



Del mismo modo que la alternativa 2, la alternativa 3, da comienzo en la actual línea Aranjuez-Valencia una vez recorridos unos 400 metros después de cruzar el puente de la N-320. Este nuevo trazado da comienzo con una recta de unos 60 metros, seguidamente se tiene un acuerdo parabólico a derechas de casi 580 metros de longitud y de radio 585 metros.

Una vez el trazado ha superado este acuerdo se tiene primero una recta de más de 400 y tras ella un acuerdo parabólico a izquierdas de 585 metros de radio y más de 330 metros de longitud, tras ello el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 durante más de 1000 metros hasta llegar a la parada proyectada en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha. Al igual que en las otras propuestas la estación proyectada presenta un único andén en el lado más cercano al centro hospitalario.

Tras dejar la parada en el centro hospitalario, el trazado sigue paralelo a la N-320 durante más de 1600 metros donde el trazado presenta un acuerdo parabólico a izquierdas de casi 700 metros de longitud y radio 585 metros. Después este acuerdo tenemos una recta de más de 800 metros, la cual cruza la carretera del Alcázar y varios caminos agrícolas, tras esta se produce una bifurcación en el trazado como ocurre en las otras dos propuestas.

Dirección Valencia se tiene dos acuerdos parabólicos de casi 180 metros y 280 metros de longitud y ambos presentan un radio de 585 metros, los dos acuerdos están precedidos por rectas de más de 1000 metros.

Dirección Cuenca se tiene un acuerdo parabólico de más de 1000 metros de longitud y con un radio de 585 metros, tras este tenemos una recta de casi 800 metros donde se enlaza con el trazado actual de la línea Aranjuez-Valencia, concretamente en el Pk 7+440.

Al igual que en las otras dos propuestas se propone una estación en fondo de saco con 3 andenes y 4 vías disponibles. Además, también se propone ubicarla cercana a la estación de autobuses, para favorecer la intermodalidad.

1.3.3. Caracterización de las alternativas

1.3.3.1. Aspectos Geológicos-Geotécnicos

La zona por donde discurren las tres alternativas se encuentra en la cordillera ibérica, concretamente en el borde occidental de la Rama Castellana. Las alineaciones montañosas de la zona siguen la orientación NO-SE y NNO-SSE.

La red fluvial existente en la zona la forman el río Júcar con sus afluentes (Mariana, Huecar, Moscas y San Martín). El río Júcar y Huecar se ajustan a los sedimentos calizos del Cretácico superior kilómetros atrás de llegar a la ciudad de Cuenca. En cuanto al resto de



afuentes una vez inciden sobre los sedimentos del Cretácico y Jurásico dan lugar a un relieve muy accidentado.

A continuación, se procede a determinar se procede a caracterizar los terrenos por los que pasan las 3 alternativas propuestas.

- **ALTERNATIVA 1**

El comienzo de esta alternativa discurre a través de Fondos de Valle (Arenas, Arcillas y Cantos), que se encuentran en el Cuaternario y familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra, Margas Yesos Alabastrinos, Arcillas Versicolores y Dolomías, las cuales se encuentran entre el Cretácico Superior y Terciario.

Tras haber cruzado el río, el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 hasta enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad Madrid-Valencia. En este trazado encontramos familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra, Margas Yesos Alabastrinos, Arcillas Versicolores y Dolomías, familias Brechas dolomíticas de Cuenca, Brechas Calcáreas y Dolomíticas, una falla anticlinal que discurre a través de familias de Calizas Dolomíticas del Pantano de Tranquera, Brechas Dolomíticas de Cuenca, familias de Margas Arcillosas y Yesos de Villalba de la Sierra.

El resto de los materiales que encontramos en el resto del trazado son: Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas., Suelos Aluviales y Terrazas

Cabe destacar que el trazado cruza de manera prácticamente perpendicular una falla anticlinal, la cual se encuentra en unas familias de Calizas Dolomíticas del Pantano de Tranquera y Brechas Dolomíticas.

- **ALTERNATIVA 2**

Esta alternativa da comienzo a través de unos Suelos Aluviales y Terrazas colindantes mediante un contacto discordante con una familia de margas arcillas y yesos de Villalba de la Sierra.

Del mismo modo que la **ALTERNATIVA 1**, esta alternativa transcurre ligeramente paralela a la N-320, pero por la margen más cercana al norte, donde tenemos Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas.

Tras haber pasado por la estación de alta velocidad el trazado sigue a través de los Suelos Aluviales y Terrazas, donde cruza de manera perpendicular una falla anticlinal.



El resto de los materiales que encontramos en el trazado son: Suelos Aluviales y Terrazas, familias de Margas, Arcillas, Yesos de Villalba de la Sierra.

- **ALTERNATIVA 3**

Esta alternativa da comienzo a través de unos Suelos Aluviales y Terrazas colindantes mediante un contacto discordante con unos Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas.

Esta alternativa discurre a través de Suelos Aluviales, Terrazas, Conglomerados Silíceos, Areniscas y Arcillas. Tras realizar su única parada en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha vuelve hacia la ciudad de Cuenca a través de familias de Margas Arcillas y Yesos de Villalba de la Sierra.

1.3.3.2. Aspectos Urbanísticos

En este apartado se procede a describir la idiosincrasia de los suelos presentes en los trazados de las diferentes alternativas.

A pesar de tener características comunes entre las tres alternativas existen elementos que son distintos entre las mismas, los cuales se proceden a detallar en este apartado.

Cabe destacar que la zona objeto de estudio se caracteriza por la ocupación del territorio mediante edificaciones de carácter disperso, ya que el único núcleo urbano presente es la ciudad de Cuenca.

Para la realización de este apartado se ha empleado el visor cartográfico facilitado por el gobierno de Castilla-La Mancha.

- **ALTERNATIVA 1**

El comienzo del trazado de la Alternativa 1 da comienzo en un suelo de tipo rústico, el cual se clasifica en la categoría no urbanizable de especial protección, ya que se trata del cauce del río Júcar. Por tanto, se trata de un suelo según el plan de afección de cauces (SNUEP 5).

Una vez el trazado cruza el cauce del río sigue paralelo a la N-320, durante casi 1870 metros el trazado discurre por un suelo rústico no urbanizable de especial protección. Sin embargo, se trata de un suelo de interés forestal (SNUEP 2).

Siguiendo ligeramente paralelo el trazado a la N-320 nos encontramos con un suelo rústico, pero clasificado como de reserva. La extensión de este en el trazado es de unos 2500 metros.

Seguidamente, para el enlazar con el túnel de la línea de alta velocidad el trazado vuelve a pasar por un suelo rústico no urbanizable de especial protección durante casi 840 metros. Tras ello, discurre por un suelo rústico de reserva durante más de 2500 metros cruzando estratos de suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural), todos estos suelos los cruza el trazado hasta enlazar con el trazado actual, el cual se adentra en suelo urbano consolidado y no consolidado.

A continuación, se adjunta el trazado de la alternativa 1 con la cartografía correspondiente.

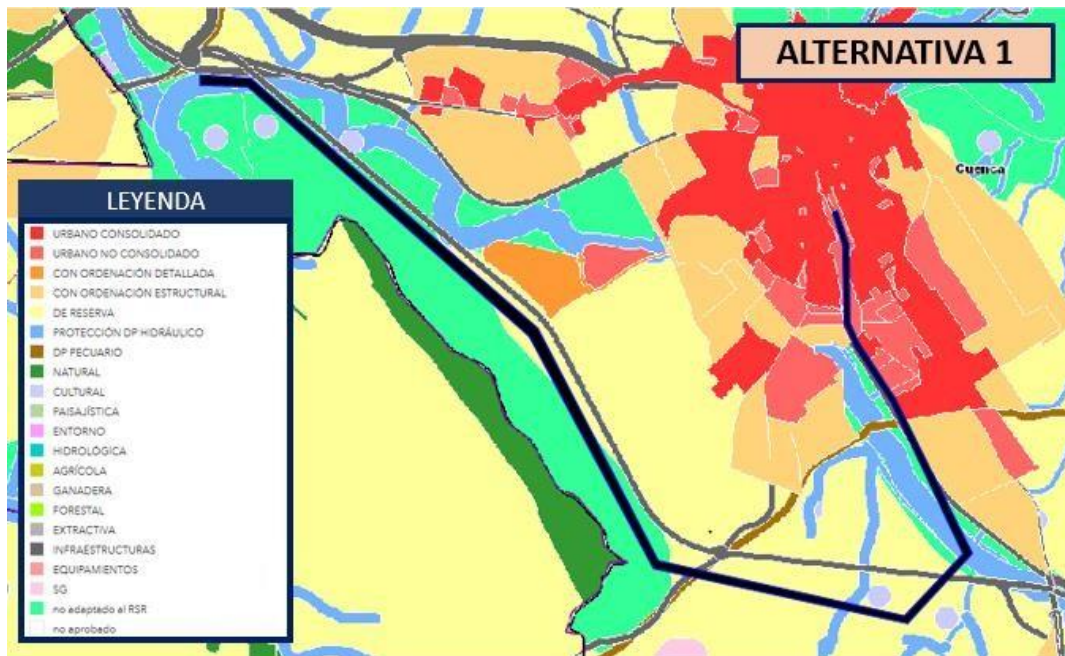


ILUSTRACIÓN 10: CARTOGRAFÍA ALTERNATIVA 1 (FUENTE: ARCGIS CASTILLA-LA MANCHA)

- **ALTERNATIVA 2**

El trazado de la alternativa 2 da comienzo en el actual trazado de la línea Aranjuez-Valencia, para poder acceder a la primera parada, la cual se sitúa en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha se recorren casi 2000 metros donde se cruzan suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario"), que ocupan más de 1000 metros y suelos no urbanizable de especial protección (SNUEP 5 "Afección de Cauces"), que del mismo modo que los de interés agrario ocupan alrededor de unos 1000 metros



Una vez recorridos los 2000 metros el trazado transita a través de dos tipos de suelos, suelo rústico de reserva (SNU Común) y suelo urbanizable con ordenación detallada, en este último se ubica la estación proyecta del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Tras haber realizado la parada, el trazado sigue paralelo ligeramente a la carretera N-320 durante unos 2400 metros, tras haber recorrido estos metros el trazado cruza la carretera nacional buscando el túnel de la línea de alta velocidad. En este recorrido encontramos en su gran mayoría suelo rústico de reserva y apenas suelo urbanizable con ordenación detallada.

Tras haber enlazado el trazado con el túnel de la línea de alta velocidad, el tipo de suelo que nos encontramos durante el trazado es del tipo suelo rústico de reserva cruzando estratos de suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural). También cabe destacar que el trazado pasa por el polígono industrial de la carretera de Motilla, en el cual encontramos un suelo urbanizable con ordenación estructural.

Una vez superado el polígono se produce la bifurcación donde tanto dirección Valencia como dirección cuenca cruzamos el mismo tipo de suelos, que son: suelo rústico no urbanizable de especial protección (afección de cauces), suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés forestal) y suelo rústico no urbanizable de especial protección (interés cultural).

A la entrada del trazado en la ciudad de Cuenca se encuentra suelo urbano consolidado y suelo urbano no consolidado.

A continuación, se adjunta el trazado de la alternativa 2 con la cartografía correspondiente.

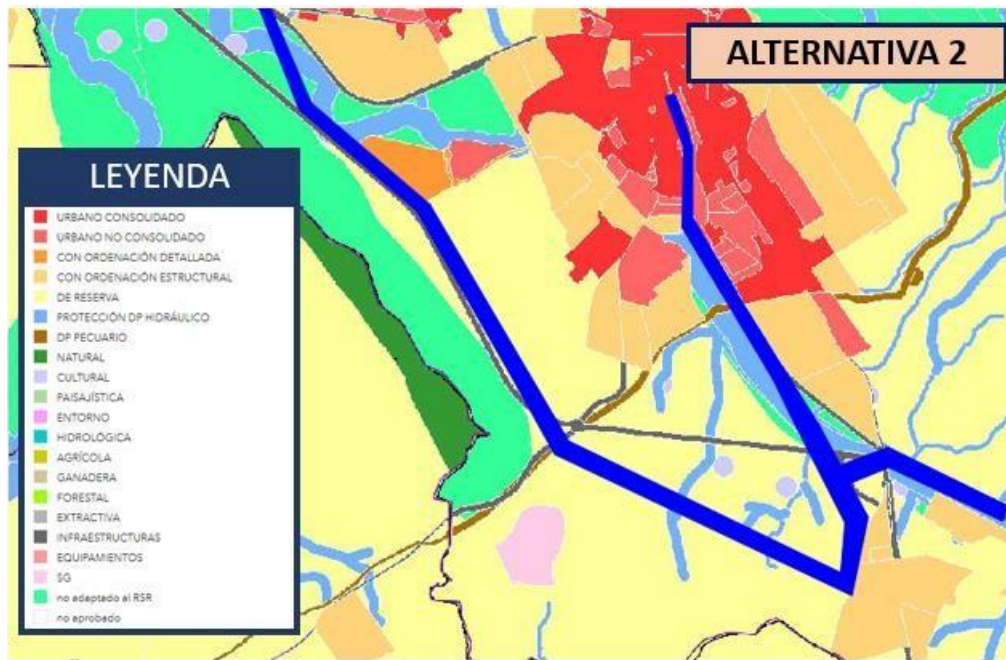


ILUSTRACIÓN 11: CARTOGRAFÍA ALTERNATIVA 2 (FUENTE: ARCGIS CASTILLA-LA MANCHA)

- **ALTERNATIVA 3**

La Alternativa 3 es la que menos metros tiene de las tres alternativas, únicamente realiza una parada, esta es la del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

El trazado de la alternativa sigue el mismo recorrido que la alternativa 2 hasta llegar a la estación proyecta en el centro hospitalario. Por tanto, en el ese recorrido de más de 2000 metros encontramos suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario") y suelos no urbanizables de especial protección (SNUEP 5 "Afección de Cauces").

En la zona colindante al hospital encontramos dos tipos de suelos, suelo rústico de reserva (SNU Común) y suelo urbanizable con ordenación detallada, en este último se ubica la estación proyecta del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Tras la parada el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 durante unos 2000 metros donde se produce un acuerdo parabólico a izquierdas, tras casi 1000 metros recorriendo suelo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario") y suelo urbanizable con ordenación estructural, en este último se produce una bifurcación donde se va dirección Valencia o se va dirección a Cuenca.

Dirección Valencia el trazado cruza suelos del tipo urbanizable con ordenación estructural (Industrial), Rústico no urbanizable de especial protección, suelo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario").

Dirección Cuenca encontramos suelo urbanizable con ordenación estructural durante unos 700 metros, tras ello se busca enlazar con el trazado actual donde cruzamos suelos del tipo rústico no urbanizable de especial protección (SNUEP 4 "Interés Agrario") y suelos no urbanizables de especial protección (SNUEP 5 "Afección de Cauces").

Una vez adentrados en la ciudad de Cuenca encontramos suelos urbanizables consolidados y suelos urbanizables no consolidados.

A continuación, se adjunta el trazado de la alternativa 3 con la cartografía correspondiente.

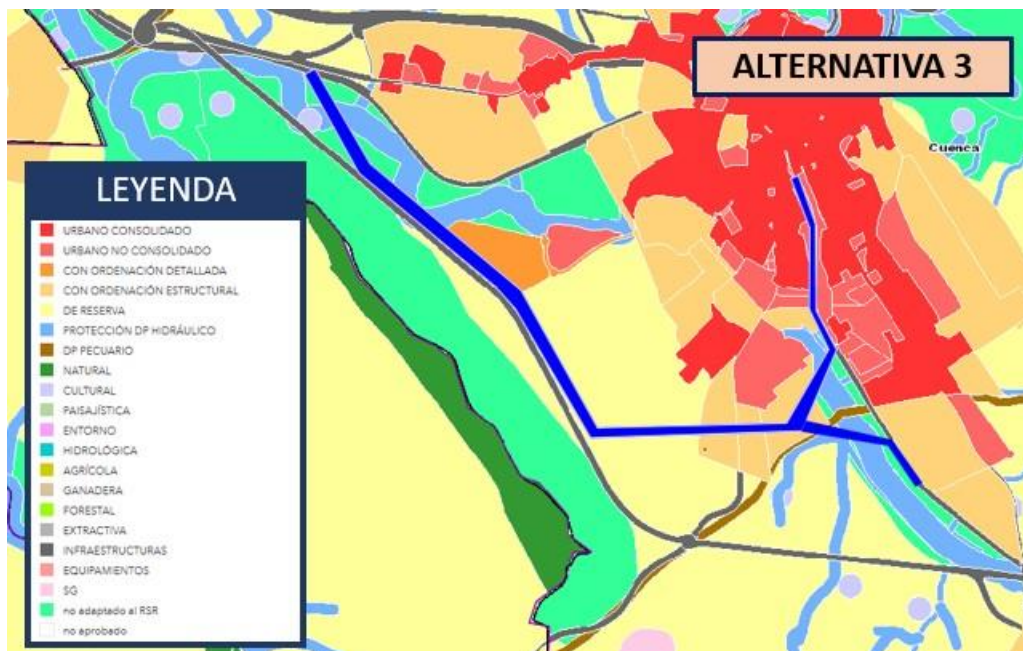


Ilustración 12: CARTOGRAFÍA ALTERNATIVA 3 (FUENTE: ARCGIS CASTILLA-LA MANCHA)

1.3.3.3. Entorno Hidrología

La hidrología no supone un elemento decisivo en la elección de la alternativa a llevar a cabo, ya que todas las alternativas cruzan por un sitio o por otro los cauces naturales o artificiales que se encuentran a lo largo del trazado de las diferentes alternativas.

En el lugar objeto de estudio encontramos los siguientes elementos hidrológicos a tener en cuenta:

- Río Júcar (El más importante de la Confederación Hidrográfica del Júcar)



- Río Moscas (Afluente del río Júcar)
- Arroyos menores, Ramblas y Gargantas
- Cauces Artificiales (Acequias)

A continuación, en la siguiente ilustración se muestran la ubicación de los elementos anteriormente citados.

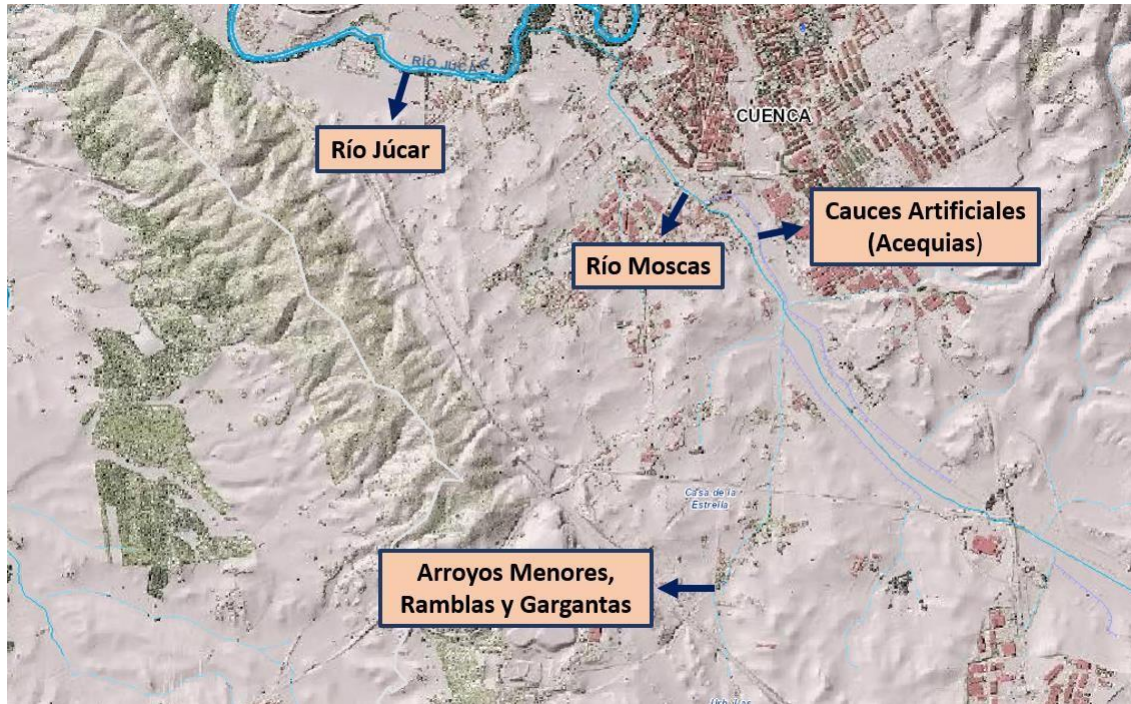


ILUSTRACIÓN 13: HIDROLOGÍA PRESENTE EN LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO

1.3.3.4. Aspectos Medioambientales

En el presente apartado se procede a la evaluación ambiental de cada una de las alternativas, considerando los impactos como significativos y no significativos.

Ley 21/2013 de 9 de diciembre, define **impacto o efeto significativo** como: *“alteración de carácter permanente o de larga duración de uno o varios factores”*.

A continuación, se muestran los factores a tener en cuenta:

- Población
- Salud
- Flora
- Fauna
- Biodiversidad
- Geodiversidad
- Tierra
- Suelo/Subsuelo
- Agua
- Clima/Cambio Climático
- Paisaje
- Bienes materiales



Impacto No Significativo se considera. *“aquellos que suponen unas alteraciones del medio de baja intensidad y de corta extensión en el tiempo”*. Además, los factores afectados presentan poca importancia. También cabe destacar que estos impactos con la aplicación de medidas correctoras sus consecuencias en el medio son mínimas.

Para obtener una clasificación de las alternativas propuestas se ha realizado un análisis de cada uno de los impactos que se producen en cada una de las alternativas.

Para dicho análisis se han realizado dos tablas donde en cada una de ellas encontramos la alternativa y el posible impacto. Cabe destacar que en una tabla encontramos impactos significativos y en la otra encontramos impactos no significativos.

A continuación, se muestran los diferentes grados de los impactos, se ha tomado un orden de menor a mayor.

TABLA 1: IMPACTO COMPATIBLE (FUENTE: PROPIA)

TIPO DE IMPACTO	IMPACTO SEGÚN IMPORTANCIA
COMPATIBLE	CB: Compatible de importancia Baja
	CM: Compatible de importancia Media
	CA: Compatible de importancia Alta

TABLA 2: IMPACTO MODERADO (FUENTE: PROPIA)

TIPO DE IMPACTO	IMPACTO SEGÚN IMPORTANCIA
MODERADO	MB: Moderado de importancia Baja
	MM: Moderado de importancia Media
	MA: Moderado de importancia Alta

TABLA 3: IMPACTO GRAVE (FUENTE: PROPIA)

TIPO DE IMPACTO	IMPACTO SEGÚN IMPORTANCIA
GRAVE	GB: Grave de importancia Baja
	GM: Grave de importancia Media
	GA: Grave de importancia Alta

En cuanto a los impactos críticos no existen ningún en las alternativas que pueda considerarse como crítico.



Como se ha citado anteriormente los impactos se han dividido en significativos y en no significativos. A continuación, se muestran la valoración de las alternativas en función de los impactos generados por las mismas.

TABLA 4: ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS

IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alteración calidad del aire	MA	MM	MM
Modificación de las formas de relieve	MM	MB	MB
Alteración de la red de drenaje	CM	CM	CM
Afección a los sistemas acuíferos	CB	CB	CB
Pérdida actividad agrícola potencial	MB	MA	CA
Alteración sobre infraestructura viaria	MA	GM	CA
Alteración infraestructura hidráulica	CB	CB	CB
Afección al planeamiento	MA	MA	MA

TABLA 5: ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Afección a la calidad sonora	MB	MM	MA
Eliminación de la capa edáfica	GB	MA	MA
Pérdida de vegetación natural de interés	MB	MB	CA
Afección a la fauna	MM	MM	MM
Alteración visual del paisaje	MA	GM	MA
Afección a espacios de interés natural	CB	CB	CB
Alteración de la salud pública y bienestar	MB	MA	MA
Alteración de la estructura territorial	CB	CB	CB
Pérdida de tierras de uso agrícola	MB	GB	CA



A continuación, se procede a examinar los resultados obtenidos en el análisis de los impactos significativos y no significativos.

La Alternativa 2 es la que presenta un mayor número de impactos graves, ya que presenta un **impacto grave bajo** y **otro impacto grave medio**. En cuanto a las otras dos alternativas, **la 1 presenta un impacto grave bajo** y **la alternativa 3 no presenta ningún impacto grave**.

Los **impactos moderados son los que predominan en las 3 alternativas**. En la **alternativa 1 y 3 se tienen 11** y en la alternativa 2 se tienen 10 impactos moderados.

En la **Alternativa 1 se tienen 7 impactos moderados bajos, 2 impactos moderados medios y 2 impactos moderados altos**.

En la **Alternativa 2 se tienen 2 impactos moderados bajos, 4 impactos moderados medios y 4 impactos moderados altos**

La **Alternativa 3 presenta 8 impactos moderados altos y 3 impactos moderados medios**.

El número de **impactos compatibles son un total de 12**, que quedan repartidos de la siguiente manera: **La alternativa 1 y 2 presentan 3 impactos compatibles bajos** y **la alternativa 3 presenta 3 impactos compatibles bajos y 3 impactos compatibles altos**.

- **Conclusión:**

La Alternativa menos desfavorable es la 3, esto es debido a que es la que presenta un menor recorrido de las tres alternativas.

La solución más desfavorable es la alternativa 2, ya que es la que tiene un mayor recorrido y su trazado se encuentra más cercano a las edificaciones.

En cuanto a la alternativa 1 presenta un impacto severo bajo, esto hace que se encuentre en medio de las alternativas en cuanto a favoritismo.

Cabe destacar que para la elección de la alternativa se tendrá en cuenta el aspecto ambiental, pero no será determinante, ya que los impactos que se produzcan se pueden minimizar o incluso desaparecer en un periodo de tiempo.

1.3.3.5. Análisis de los tiempos de viaje

Un punto muy importante en el transporte público son los tiempos que se tarda en realizar el trayecto, estos trayectos deben de intentar ser lo más competitivos posibles.



Por ello, a continuación, se procede a realizar un análisis de los tiempos de trayecto que presentan las tres alternativas.

Para la simulación de las circulaciones se han elegido un tren de cercanías, concretamente la serie 331 de

Ferrocarriles Generalidad de Cataluña (FGC), este modelo presenta dos motores diésel que alcanzan una velocidad máxima de 120 Km/h. Están contruidos para operar en vías de ancho ibérico y presentan una longitud de 40890



mm. Este ferrocarril diésel puede ser ocupado por hasta 201 pasajeros.

ILUSTRACIÓN 14: FERROCARRIL DE LA SERIE 331 DE FGC
(FUENTE: GOOGLE IMÁGENES)

En este análisis multicriterio no se tiene en cuenta los tiempos de viaje de las mercancías, ya que no son tan exactos como en el trayecto de pasajeros donde este asunto es esencial, ya que si estos tiempos de recorrido fueran elevados respecto a otros medios de transporte la demanda de viajeros sería poca o prácticamente nula.

El recorrido que realizará el ferrocarril propuesto será el de cada una de las alternativas, el cual se ha detallado con anterioridad en el apartado 5.3.2. "ALTERNATIVAS". Sin embargo, para el análisis de los tiempos únicamente se tendrá en cuenta desde el inicio del trazado propuesto hasta la estación en fondo de saco de Cuenca, es decir la bifurcación dirección Valencia no se tendrá en cuenta en este análisis para ninguna de las tres alternativas.

En cuanto a las distintas estaciones que nos podemos encontrar a lo largo del recorrido se tomarán como estaciones pasantes. Por tanto, en estas estaciones los vehículos únicamente estarán parados 1 minuto y medio para que el tránsito de pasajeros de entrada y salida se pueda realizar de manera correcta.

A continuación, se procede al cálculo de los tiempos de recorrido de cada una de las alternativas. Para ello, como se ha citado anteriormente el trayecto se va a dividir el trazado en tramos, estos serán desde el enlace con el trazado actual a la primera estación. El resto de los tramos serán de estación a estación, hasta llegar a la nueva estación propuesta en fondo de saco de la ciudad de Cuenca



Debido a que las alternativas enlazan con el trazado actual en distintos tramos y las velocidades iniciales no serían las mismas, se ha decidido que la velocidad inicial sea igual a 0 en el inicio de cada tramo, de esta manera no parte ninguna alternativa como favorita y la elección de esta se realiza de una manera justa.

➤ **ALTERNATIVA 1**

Esta alternativa se ha dividido en tres tramos bien diferenciados. El primer tramo presenta una longitud de **3136,17 metros**, el segundo tramo presenta una longitud de **3821,84 metros** y el tercero una longitud de **5335,18 metros**.

Como se ha citado anteriormente se va a emplear la ecuación del desplazamiento para obtener los tiempos de recorrido de cada uno de los tramos. También cabe mencionar que los tiempos de parada en cada una de las estaciones será de 1 minuto y 30 segundos para que las maniobras de subidas y bajadas a realizar se lleven a cabo sin ningún tipo de problema.

TRAMO 1

En este tramo la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. En este caso se procede a dividir este tramo en dos subtramos.

En primer lugar, se obtendrá el primer subtramo en el que se determinará cuantos metros necesita el ferrocarril para alcanzar esos 27,77 m/s, tras ello se obtendrá el tiempo que tarda en ejecutarlo.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Para la resolución de este apartado se va a emplear las ecuaciones que se muestran a continuación.

$$V_f = V_i + a \times t$$

Siendo:

- **V_f**: Velocidad Final
- **V_i**: Velocidad Inicial
- **a**: Aceleración
- **t**: Tiempo

La siguiente ecuación que se va a emplear es:



$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

Siendo:

- **d**: Desplazamiento
- **Vf**: Velocidad Final
- **Vi**: Velocidad Inicial
- **t**: Tiempo

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$Vf = Vi + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al subtramo 2 le quedan todavía 2682,54 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 2682,54 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (Vi) es de 27,77 m/s, la velocidad final (Vf) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en el nuevo apeadero del hospital de Castilla-La Mancha, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$2682,54 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$



$$t = \frac{2682,54}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 193,19 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **193,2 segundos**, es decir **3 minutos y 13 segundos en recorrer los 2682,54 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 3136,17 metros que forman parte del tramo 1 se tardan en recorrer un total de **3 minutos y 45 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 2682,52 metros restantes se tardan en recorrer en total 3 minutos y 13 segundos.

La parada en el apeadero del nuevo hospital de Castilla-La Mancha se ha determinado en 1 min y 30 segundos, como se ha comentado anteriormente.

Tramo 2

En este tramo del mismo modo que en el **Tramo 1** la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.

En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1, ya que la aceleración del ferrocarril es la misma (0,85 m/s²) y la velocidad final e inicial son las mismas, 27,77 m/s y 0 m/s respectivamente.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$V_f = V_i + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(V_f + V_i) \times t$$



$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al subtramo 2 le quedan todavía 3368,21 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 3368,21 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (V_i) es de 27,77 m/s, la velocidad final (V_f) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$3368,21 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$

$$t = \frac{3368,21}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 242,58 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **242,52 segundos**, es decir **4 minutos y 2 segundos en recorrer los 3368,21 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 3821,84 metros que forman parte del tramo 2 se tardan en recorrer un total de **4 minutos y 34 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 3368,21 metros restantes se tardan en recorrer en total 4 minutos y 2 segundos.

La parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel se ha determinado en 1 min y 30 segundos al igual que en el apeadero proyectado en el hospital.

Tramo 3

En este tramo del mismo modo que en el **Tramo 1** y **Tramo 2** la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.

En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1 y 2, ya que la aceleración del ferrocarril de la serie 331 de FGC es la misma ($0,85 \text{ m/s}^2$) y la velocidad final e inicial son las mismas, 27,77 m/s y 0 m/s respectivamente.



En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación proyectada en fondo de saco en la ciudad de Cuenca, este tramo presenta un total de **5335,18 metros**.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$Vf = Vi + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al subtramo 2 le quedan todavía 4881,55 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 4881,55 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (Vi) es de 27,77 m/s, la velocidad final (Vf) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en la estación proyectada en fondo de saco en la ciudad de Cuenca, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$4881,55 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$

$$t = \frac{4881,55}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 351,57 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **351,57 segundos**, es decir **5 minutos y 51 segundos en recorrer los 4881,55 metros**.



De este modo el tiempo en recorrer los **5335,18 metros** que forman parte del tramo 3 se tardan en recorrer un total de **6 minutos y 23 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 4881,55 metros restantes se tardan en recorrer en total 5 minutos y 51 segundos.

Por tanto, el tiempo total de recorrido de la **alternativa 1** es de **17 minutos y 42 segundos**.

➤ **ALTERNATIVA 2**

La alternativa 2 presenta una longitud de 13747,08 metros, los cuales se han dividido en 4 tramos bien diferenciados. El **primer tramo** presenta una longitud de **2559,24 metros**, el **segundo de 3931,43 metros**, el **tercero de 2677,99 metros** y el **último de 4578,42 metros**.

Se va a emplear la ecuación del desplazamiento para obtener los tiempos de recorrido de cada uno de los cuatro tramos. También cabe mencionar que los tiempos de parada en cada una de las estaciones y apeaderos será de 1 minuto y 30 segundos para que las maniobras de subidas y bajadas a realizar se lleven a cabo sin ningún tipo de problema.

TRAMO 1

En este tramo la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. En este caso se procede a dividir este tramo en dos subtramos.

En primer lugar, se obtendrá el primer subtramo en el que se determinará cuantos metros necesita el ferrocarril para alcanzar esos 27,77 m/s, tras ello se obtendrá el tiempo que tarda en ejecutarlo.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Para la resolución de este apartado se va a emplear las ecuaciones que se muestran a continuación.

$$V_f = V_i + a \times t$$

Siendo:

- **V_f**: Velocidad Final
- **V_i**: Velocidad Inicial
- **a**: Aceleración
- **t**: Tiempo



La siguiente ecuación que se va a emplear es:

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

Siendo:

- **d**: Desplazamiento
- **Vf**: Velocidad Final
- **Vi**: Velocidad Inicial
- **t**: Tiempo

Resolución:

➤ **Subtramo 1**

$$Vf = Vi + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ **Subtramo 2**

Al subtramo 2 le quedan todavía 2105,61 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 2105,61 4 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (Vi) es de 27,77 m/s, la velocidad final (Vf) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en el nuevo apeadero del hospital de Castilla-La Mancha, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:



$$2105,61 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$
$$t = \frac{2105,61}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 151,65 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **151,65 segundos**, es decir **2 minutos y 31 segundos en recorrer los 2105,61 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 2559,24 metros que forman parte del tramo 1 se tardan en recorrer un total de **3 minutos y 3 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 2105,65 metros restantes se tardan en recorrer en total **2 minutos y 31 segundos**.

La parada en el apeadero del nuevo hospital de Castilla-La Mancha se ha determinado en 1 min y 30 segundos, como se ha comentado anteriormente.

Tramo 2

En este tramo del mismo modo que en el **Tramo 1** la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.

En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1, ya que la aceleración del ferrocarril es la misma (0,85 m/s²) y la velocidad final e inicial son las mismas, 27,77 m/s y 0 m/s respectivamente.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$V_f = V_i + a \times t;$$
$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$
$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.



$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al subtramo 2 le quedan todavía 3477,8 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 3477,8 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (V_i) es de 27,77 m/s, la velocidad final (V_f) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$3477,8 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$

$$t = \frac{3477,8}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 250,47 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **250,47 segundos**, es decir **4 minutos y 10 segundos en recorrer los 3477,8 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 3931,43 metros que forman parte del tramo 2 se tardan en recorrer un total de **4 minutos y 42 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 3477,8 metros restantes se tardan en recorrer en total **4 minutos y 10 segundos**.

La parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel se ha determinado en 1 min y 30 segundos al igual que en el apeadero proyectado en el hospital.

Tramo 3

En este tramo del mismo modo que en el Tramo 1 y Tramo 2 la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.

En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1 y 2, ya que la aceleración del ferrocarril de la serie 331 de FGC es la misma ($0,85 \text{ m/s}^2$) y la velocidad final e inicial son las mismas, 27,77 m/s y 0 m/s respectivamente.



En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar al apeadero proyectado en el polígono industrial de la carretera de Motilla, este tramo presenta un total de **2677,99 metros**.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$Vf = Vi + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al subtramo 2 le quedan todavía 2224,36 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 2224,36 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (Vi) es de 27,77 m/s, la velocidad final (Vf) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en el apeadero proyectado en el polígono industrial de la carretera de Motilla, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$2224,36 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$

$$t = \frac{2224,36}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 160,20 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **160,20 segundos**, es decir **2 minutos y 40 segundos en recorrer los 2224,36 metros**.



De este modo el tiempo en recorrer los **2677,99 metros** que forman parte del tramo 3 se tardan en recorrer un total de **3 minutos y 12 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 2224,36 metros restantes se tardan en recorrer en total 2 minutos y 40 segundos.

Tramo 4

En este tramo del mismo modo que en el Tramo 1, Tramo 2 y Tramo 3 la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.

En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1 y 2, ya que la aceleración del ferrocarril de la serie 331 de FGC es la misma ($0,85 \text{ m/s}^2$) y la velocidad final e inicial son las mismas, 27,77 m/s y 0 m/s respectivamente.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar al apeadero proyectado en el polígono industrial de la carretera de Motilla, este tramo presenta un total de **4578,42 metros**.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$V_f = V_i + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(V_f + V_i) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2



Al subtramo 2 le quedan todavía 4124,79 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 4124,79 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (V_i) es de 27,77 m/s, la velocidad final (V_f) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en la estación en fondo de saco de Cuenca ciudad, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$4124,79 = \frac{1}{2} (0 + 27,77) \times t$$
$$t = \frac{4124,79}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 297,07 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **297,07 segundos**, es decir **4 minutos y 57 segundos en recorrer los 4124,79 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los **4578,42 metros** que forman parte del tramo 4 se tardan en recorrer un total de **4 minutos y 44 segundos**, ya que los primeros **453 metros** se tardan en recorrer **32 segundos** y los **4127,79 metros** restantes se tardan en recorrer en total **4 minutos y 12 segundos**

Por tanto, el tiempo total de recorrido de la **ALTERNATIVA 2** es de 19 minutos y 39 segundos.

➤ ALTERNATIVA 3

La alternativa 3 presenta una longitud de 8493,60 metros, los cuales se han dividido en 2 tramos. El **primer tramo** presenta una longitud de **2512,03 metros** y el **segundo de 5981,57 metros**.

Se va a emplear la ecuación del desplazamiento para obtener los tiempos de recorrido de cada uno de los cuatro tramos. También cabe mencionar que el tiempo de parada en el apeadero será de 1 minuto y 30 segundos para que las maniobras de subidas y bajadas a realizar se lleven a cabo sin ningún tipo de problema.

TRAMO 1

En este tramo la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. En este caso se procede a dividir este tramo en dos subtramos.



En primer lugar, se obtendrá el primer subtramo en el que se determinará cuantos metros necesita el ferrocarril para alcanzar esos 27,77 m/s, tras ello se obtendrá el tiempo que tarda en ejecutarlo.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Para la resolución de este apartado se va a emplear las ecuaciones que se muestran a continuación.

$$Vf = Vi + a \times t$$

Siendo:

- **Vf:** Velocidad Final
- **Vi:** Velocidad Inicial
- **a:** Aceleración
- **t:** Tiempo

La siguiente ecuación que se va a emplear es:

$$d = \frac{1}{2}(Vf + Vi) \times t$$

Siendo:

- **d:** Desplazamiento
- **Vf:** Velocidad Final
- **Vi:** Velocidad Inicial
- **t:** Tiempo

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$Vf = Vi + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h (27,77 m/s)



Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(V_f + V_i) \times t$$
$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$
$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ **Subtramo 2**

Al subtramo 2 le quedan todavía 2058,4 metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de 2058,4 metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (V_i) es de 27,77 m/s, la velocidad final (V_f) es de 0 m/s, ya que se produce la parada en el nuevo apeadero del hospital de Castilla-La Mancha, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$2058,4 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$
$$t = \frac{2058,4}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 148,24 \text{ segundos}$$

Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **148,24 segundos**, es decir **2 minutos y 28 segundos en recorrer los 2058,4 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 2512,03 metros que forman parte del tramo 1 se tardan en recorrer un total de **3 minutos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 2058,4 metros restantes se tardan en recorrer en total **2 minutos y 28 segundos**.

La parada en el apeadero del nuevo hospital de Castilla-La Mancha se ha determinado en 1 min y 30 segundos, como se ha comentado anteriormente.

Tramo 2

En este tramo del mismo modo que en el **Tramo 1** la velocidad máxima se estima en 100 Km/h, es decir 27,77 m/s. Este tramo se procede a dividirlo en dos subtramos.



En el primer subtramo se obtiene el mismo valor que en el subtramo 1 del tramo 1, ya que la aceleración del ferrocarril es la misma ($0,85 \text{ m/s}^2$) y la velocidad final e inicial son las mismas, $27,77 \text{ m/s}$ y 0 m/s respectivamente.

En segundo, lugar se obtendrá el tiempo que tarda el ferrocarril en obtener realizar lo que le resta de trazado hasta llegar a la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel.

Resolución:

➤ Subtramo 1

$$V_f = V_i + a \times t;$$

$$27,77 = 0 + 0,85 \times t$$

$$t = \frac{27,77}{0,85} = 32,67 \text{ seg}$$

Por tanto, se tarda **32,67 segundos** en alcanzar los 100 Km/h ($27,77 \text{ m/s}$)

Empleando la siguiente ecuación obtenemos la distancia recorrida a la que alcanza dicha velocidad.

$$d = \frac{1}{2}(V_f + V_i) \times t$$

$$d = \frac{1}{2}(0 + 27,77) * 32,67$$

$$d = 453,63 \text{ m}$$

➤ Subtramo 2

Al tramo 2 le quedan todavía $5527,94$ metros de trazado. Ahora se procede a obtener el tiempo que tarda el ferrocarril en realizar dicho trazado. La distancia por recorrer es de $5527,94$ metros como se ha citado anteriormente, la velocidad inicial (V_i) es de $27,77 \text{ m/s}$, la velocidad final (V_f) es de 0 m/s , ya que se produce la parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel, y el tiempo es lo que se desea conocer.

Por tanto:

$$5527,94 = \frac{1}{2}(0 + 27,77) \times t$$

$$t = \frac{5527,94}{\left(\frac{27,77}{2}\right)} = 398,12 \text{ segundos}$$



Por tanto, la serie 331 de FGC en este caso tardaría **398,12 segundos**, es decir **6 minutos y 38 segundos en recorrer los 5527,94 metros**.

De este modo el tiempo en recorrer los 5981,57 metros que forman parte del tramo 2 se tardan en recorrer un total de **7 minutos y 10 segundos**, ya que los primeros 453 metros se tardan en recorrer 32 segundos y los 5527,94 metros restantes se tardan en recorrer en total **6 minutos y 38 segundos**.

La parada en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel se ha determinado en 1 min y 30 segundos al igual que en el apeadero proyectado en el hospital.

TABLA 6: TIEMPOS DE RECORRIDO DE LA SERIE 331 DE FGC

ALTERNATIVAS	Serie 331 de FGC
1	17 minutos y 32 segundos
2	19 minutos y 39 segundos
3	10 minutos y 10 segundos

En la Tabla 6 encontramos los diferentes tiempos de recorrido de las distintas alternativas por parte de la serie 331 de FGC. A continuación, se procede a analizar los tiempos obtenidos en este análisis.

El tiempo de recorrido de la alternativa 3 es sustancialmente más bajo que la alternativa 2 y 3, ya que el trazado es más reducido que las otras dos. Además, únicamente presenta una parada en el nuevo hospital de Castilla-La Mancha. La diferencia de tiempos con la alternativa 1 es de casi un 70% y con la alternativa 2 de casi un 100%.

La disparidad de tiempos entre la alternativa 1 y la alternativa 2 es de apenas 2 minutos, esto es debido a que la alternativa 2 presenta una parada más que la alternativa 1, esta se sitúa en el polígono industrial de la carretera de Motilla.

1.3.3.6. Valoración Económica de las distintas alternativas

A continuación, se procede a la valoración económica de cada una de las alternativas propuestas. Se va a realizar el costo económico de las obras de cada alternativa teniendo en cuenta el coste de la plataforma, vía, obras complementarias, impacto ambiental, reposición de servicios y expropiaciones.



Cabe destacar que el **Presupuesto de Ejecución Material (PEM)** se obtiene mediante la aplicación de los precios unitarios a las mediciones de las unidades de obra, los cuales se han obtenido de la ``Base de precios tipo general para los proyectos de plataforma (BGP)´´.

A continuación, se muestran el PEM de cada una de las alternativas teniendo en cuenta el coste de cada partida. En el **ANEJO Presupuestos de Alternativas** se encuentra de forma detalla el coste de cada partida.

ALTERNATIVA 1

TABLA 7: PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1 (FUENTE: PROPIA)

ALTERNATIVA 1	
CAPÍTULO 1: PLATAFORMA	18.807.861.9
1.1 DEMOLICIONES	101.510 €
1.2 EXPLANACIONES	4.816.601,91€
1.3 DRENAJE	763.250
1.4 ESTRUCTURAS	11.978.500€
1.5 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y CAMINOS	1.148.000€
CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA	9.515.150€
CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	4.560.600€
CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL	470.000
CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	181.927,5€
CAPÍTULO 6: ESTACIONES	5.200.000€
COSTE TOTAL PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	37.830.029,41€
COSTE TOTAL TENIENDO EN CUENTA IMPREVISTOS (10%)	41.613.032,35€



ALTERNATIVA

TABLA 8: PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2 (FUENTE: PROPIA)

ALTERNATIVA 2	
CAPÍTULO 1: PLATAFORMA	17.346.123,2
1.1 DEMOLICIONES	86.950€
1.2 EXPLANACIONES	3.316.798,2€
1.3 DRENAJE	1.032.375€
1.4 ESTRUCTURAS	10.702.000€
1.5 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y CAMINOS	2.208.000€
CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA	24.565.700€
CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	5.023.700€
CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL	705.000€
CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	181.927,5€
CAPÍTULO 6: ESTACIONES	7.300.000€
COSTE TOTAL PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	41.984.600,7€
COSTE TOTAL TENIENDO EN CUENTA IMPREVISTOS (10%)	46.183.060,8€



ALTERNATIVA 3

TABLA 9: PRESUPUESTO ALTERNATIVA 3 (FUENTE: PROPIA)

ALTERNATIVA 3	
CAPÍTULO 1: PLATAFORMA	13.884.985€
1.1 DEMOLICIONES	42.266€
1.2 EXPLANACIONES	3.385.949.03€
1.3 DRENAJE	852.770€
1.4 ESTRUCTURAS	8.138.000€
1.5 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y CAMINOS	1.466.000€
CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA	8.102.230€
CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	3.294.500€
CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL	235.000€
CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	63.500€
CAPÍTULO 6: ESTACIONES	5.500.000€
COSTE TOTAL PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	31.080.215€
COSTE TOTAL TENIENDO EN CUENTA IMPREVISTOS (10%)	34.188.236,54€

1.4. Análisis Multicriterio

La metodología se basa en la valoración de determinados criterios, estos, resumen las características de cada alternativa mediante un número, este hace referencia al nivel de cada uno de los criterios.



Para el análisis se ha decidido que los criterios más importantes para la elección de la alternativa son los siguientes:

- Impacto Ambiental
- Funcionalidad
- Coste de ejecución
- Tiempos de viaje
- Afección Territorial

La idoneidad de cada una de las alternativas respecto a los 5 criterios mencionados anteriormente se califica entre 0 y 10, siendo 10 lo más idóneo.

Cabe destacar que no todos los criterios tienen la misma importancia. Para el análisis de preferencias se emplea el método de PATEERN, el cual tiene en cuenta la importancia entre criterios más apropiados para las actuaciones. Por tanto, se ha determinado que los pesos de cada uno de los criterios son los siguientes:

- Funcionalidad: 40%
- Tiempo de Viaje: 20%
- Coste de Ejecución: 20%
- Afección Territorial: 10%
- Impacto Ambiental: 10%

A continuación, se muestra la calificación de cada una de las alternativas en función de los 5 criterios mencionados anteriormente.

TABLA 10: PONDERACIÓN SEGÚN CRITERIOS (FUENTE: PROPIA)

CRITERIO	PORCENT	ALT 1	CALIF.	ALT2	CALIF.	ALT3	CALIF.
Funcionalidad	40	9	3.6	10	4	5	2
Tiempo de viaje	20	8	1.6	7	1.4	9	1.8
Coste de Ejecución	20	8	1.6	6	1.2	9	1.8
Afección Territorial	10	6	0.6	4	0.4	4	0.4
Impacto ambiental	10	5	0.5	5	0.5	5	0.5



CRITERIO	PORCENT	ALT 1	CALIF.	ALT2	CALIF.	ALT3	CALIF.
TOTAL	100%	36	7.9	34	7.5	33	6.4

La calificación que ha obtenido la alternativa 1 es la más favorable teniendo en cuenta los criterios que se han escogido. Cabe destacar que el valor de la alternativa 2 es cercano al obtenido por el de la alternativa 1. Sin embargo, la alternativa 3 es claramente inferior a las alternativas 1 y 2.

La alternativa 1 y 2 son dos grandes alternativas para la problemática existente en la zona porque dan solución a cada uno de los problemas planteados inicialmente. Sin embargo, se escoge la alternativa 1 como la más favorable, ya que es la más favorable teniendo en cuenta los criterios expuestos anteriormente (Funcionalidad, Tiempo de Viaje, Coste de Ejecución, Afección Territorial, Impacto Ambiental). Cabe destacar que la alternativa 2 da acceso al polígono industrial de la carretera de motilla, al nuevo hospital de Castilla- La Mancha y Estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel. Este recorrido se realiza en dos minutos más que lo que se tarda en recorrer el trazado de la alternativa 1.

La alternativa 1 es la elegida de entre el resto de las alternativas, a pesar de no dar acceso al polígono de la carretera de Motilla, lo cual no supone una gran desventaja, ya que la gran mayoría de usuarios de dicho polígono son vehículos pesados que se emplean para el transporte de mercancías.

La alternativa 1 presenta una gran funcionalidad, ya que da acceso al nuevo hospital de Castilla-La Mancha, lo cual permitirá a los ciudadanos de las poblaciones cercanas a Cuenca el acceso al centro hospitalario, también se permite la intermodalidad debido a que se proyecta la colocación del tercer carril en la estación de Alta Velocidad Cuenca-Fernando Zóbel, lo cual permitiría el acceso de los ferrocarriles de ancho ibérico (1668 mm) a la estación de ancho internacional (1435 mm). Además, conectaría la ciudad de Cuenca con la estación de alta velocidad, ya que actualmente la única conexión es mediante vehículo, al estar a más de 5 Km del centro de la ciudad.

Debido a la reubicación de la estación proyectada en fondo de saco en la ciudad de Cuenca junto a la estación de autobuses también se promueve esa intermodalidad tan buscada hoy en día.



Los tiempos de viaje en la alternativa 1 se encuentran alrededor de los 15 minutos, lo cual supone un tiempo muy competitivo realizando las dos paradas que realiza a lo largo de su recorrido.

También supone un ahorro de tiempo el tener una bifurcación, esto permite el poder dirigirse en dirección Valencia sin necesidad de entrar en la ciudad de Cuenca, lo cual supone tanto para mercancías como para usuarios una gran ventaja respecto al tiempo. Esta alternativa también presenta dobles anchos tanto en la bifurcación como en la entrada Cuenca, lo que permite realizar adelantamientos y reducir tiempos.

El coste de ejecución material de la alternativa 1 es de 37.8 Millones de euros, lo cual supone un precio muy competitivo respecto a las otras dos alternativas, ya que la alternativa 2 tiene un coste de 41.9 Millones de euros y la alternativa 3 tiene un coste de 31.08 Millones de euros.

Teniendo en cuenta todos los criterios expuestos anteriormente la alternativa 1 es la que tiene un precio más razonable respecto a las otras dos.

La afección territorial se considera más negativa en la alternativa 1, ya que del mismo modo que la alternativa 2 y 3 también afecta a zonas de protección dp hidráulico, zonas de reserva y zonas considerada como culturales, pero también afecta a una zona no urbanizable forestal. Como paliativo se propone la reforestación de 100000m².

A nivel de impacto ambiental se ha considerado la misma puntuación para las 3 alternativas, aunque en las alternativas 2 y 3 habría que tener especial atención en la fase de construcción, ya que se encuentra en una zona cercana al río Júcar una parte del trazado. En la alternativa 1 habría que tener especial atención en la fase de construcción del puente sobre el río Júcar.

Por tanto, tras todos los pros y los contras **se decide que la alternativa 1 es la mejor posicionada para ser la solución al problema existente.**



CAMINOS
upv



ANEJO 3. TRAZADO

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

*“ ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA
VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)”*

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO



ÍNDICE

1. Criterios para el diseño del trazado	2
1.1. Trazado en Planta	2
1.2. Trazado en Alzado	3
2. Descripción del trazado en Planta.....	4
3. Descripción del trazado en Alzado	7
4. Tablas de Planta y Alzado de la Alternativa 1	7
4.1. Planta Tramo 1 Alternativa 1 (0+000 – 6+958)	8
4.2. Planta Tramo 2 dirección Cuenca (P.K 6+958-12+217)	8
4.3. Planta Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia (0+000-1+200)	9
4.4. Alzado Tramo 1.....	9
4.5. Alzado Tramo 2 dirección Cuenca	10
4.6. Alzado Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia	10
5. PLANOS.....	12



1. Criterios para el diseño del trazado

En el presente anejo se describen los criterios que se han seguido para el diseño del trazado en planta y en alzado de la variante ferroviaria de la línea 310 (Madrid-Valencia) de ADIF a su paso por la ciudad de Cuenca.

La línea presenta un ancho ibérico (1668 mm) sin electrificar donde las velocidades máximas son de 120 Km/h, de manera que se cumplan las condiciones de confort y seguridad, así como que las afecciones a la infraestructura se han las mínimas posibles.

Los parámetros de diseño se han obtenido siguiendo la norma **“NAP 1-2-1.0 (Metodología para el diseño del trazado ferroviario)”** de ADIF con fecha de edición 2021.

A continuación, se muestran los parámetros adoptados de la normativa tanto para planta como para alzado.

1.1. Trazado en Planta

La tabla que se adjunta a continuación hace referencia a los valores que debe cumplir el trazado en planta de la alternativa elegida.

Tabla 1: Trazado en Planta (Fuente: Propia)

TRAZADO EN PLANTA			
Velocidad máxima (Viajeros)			120 Km/h
Velocidad mínima (Mercancías)			60 Km/h
Radio mínimo de las alineaciones circulares			585 m
Aceleración máxima sin compensar (Asc)			1 m/s ²
Peralte máximo (H _{máx})			160 mm
Máxima insuficiencia de peralte (H _{imax}):			115 mm
Máximo exceso de peralte (H _{emax}):			60 mm
Rampa de peralte (dD/ds):	Referencia : 1,15 mm/m	Normal : 2,30 mm/m	Excepcional : 2,65 mm/m



Variación del peralte respecto al tiempo (dD/dt):	Referencia : 58 mm/s	Normal : 58 mm/t	Excepcional : 69 mm/t
Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte respecto al tiempo (da/dt):	Referencia : 0,36 mm/s ²	Normal : 0,36 mm/s ²	Excepcional : 0,65 mm/s ²
Variación de la insuficiencia de peralte con el tiempo (dl/dt):	Referencia : 63 mm/s	Normal : 63 mm/s	Excepcional : 85 mm/s
Tipo de curva de transición:			Clotoide
Longitud mínima de la curva de transición:		Normal : 90 m	
Longitud mínima de las alineaciones con curvatura constante:	Referencia : 60 m	Normal : 40 m	Excepcional : 24 m

1.2. Trazado en Alzado

La tabla que se adjunta a continuación hace referencia a los valores que debe cumplir el trazado en planta de la alternativa elegida.

Tabla 2: Trazado en Alzado (Fuente: Propia)

TRAZADO EN ALZADO	
Tipo de acuerdo vertical	Parabólico
Radio de curvatura de los acuerdos verticales (Kv)	Mínimo: 2000 m
Máxima aceleración admisible en acuerdos verticales (Av)	Normal ≤ 0.3 mm/s ²
Longitud mínima de acuerdo vertical	40 m
Distancia mínima con pendiente constante entre dos acuerdos verticales	40 m
Pendiente máxima:	15 milésimas/1,5%

Los parámetros expuestos anteriormente son en los que se ha basado la realización del trazado de las tres alternativas proyectadas



2. Descripción del trazado en Planta

En este apartado se procede a la descripción del trazado de la alternativa elegida, en este caso se trata de la alternativa 1.

El inicio de la alternativa 1 da comienzo en el trazado actual de línea Aranjuez-Valencia concretamente a la margen derecha del río Júcar hasta antes del cruce del puente de la N-320 con el río Júcar.



Ilustración 1: Puente proyectado sobre el río Júcar (Fuente: Propia)

Esta alternativa da comienzo con una recta de 270 metros de longitud a la cual la sigue un acuerdo parabólico de más de 600 metros con un radio de 585 metros. Para ello, se propone la ejecución de un nuevo puente para eludir el cauce sin ningún inconveniente, este se ubicará paralelo al existente para la N-320 y tendrá una longitud de casi 500 metros.

Una vez cruzado el puente, el trazado sigue sensiblemente paralelo a la N-320 durante unos 2.100 metros a través de un suelo no urbanizable de especial protección. Una vez se han recorrido casi unos 2.500 metros se encuentra el primer apeadero proyectado en el nuevo trazado, este es la que encontramos junto al nuevo hospital de Castilla-La Mancha. Para llegar al apeadero el trazado presenta un acuerdo parabólico de 339 metros y radio 585 metros y una recta unos 30 metros. Cabe destacar, que tras esta recta encontramos un acuerdo parabólico de más de 500 metros, en este acuerdo es donde encontramos el apeadero.

Este apeadero se encuentra al lado suroeste de la N-320, por ello, se propone destinar un transporte público que acerque a las personas desde la estación al hospital cada vez que el tren al nuevo apeadero, esto es de gran ayuda para las personas mayores y de movilidad reducida que decidan utilizar el ferrocarril.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



El apeadero que se proyecta es de un único andén, ya que la vía en ese tramo es en vía única. Junto al apeadero se propone la construcción de un aparcamiento (Como el que se muestra en la ilustración adjunta), de modo que se puedan parar los vehículos a recoger/dejar a los usuarios del tren tanto los vehículos públicos como privados sin entorpecer el tráfico, de tal modo que no se produzca ningún accidente.



Ilustración 2: Aparcamiento apeadero Hospital (Fuente: Propia)

Tras el paso por el apeadero del nuevo hospital de Castilla-La Mancha el trazado presenta otro acuerdo parabólico 500 metros de longitud y de radio 585. De modo que el trazado sigue ligeramente paralelo a la N-320 durante 1400 metros, como ya venía haciéndolo anteriormente.

En el Pk 5+357 se separa el trazado de la N-320 para enlazar con el túnel de la línea Madrid-Valencia de alta velocidad, aquí se propone un desmonte para poder introducir sin ningún inconveniente la plataforma de vía única con ancho ibérico. Una vez enlazado sigue el trayecto paralelo a la vía existente de alta velocidad hasta la estación de alta velocidad de Cuenca-Fernando Zóbel, a partir de Pk 6+500, que es donde da comienzo el apeadero se plantea la implantación de un tercer hilo en uno de los apartaderos para que pueda circular sin inconveniente el ferrocarril de ancho ibérico hasta el Pk 7+150, donde da comienzo de nuevo el ancho ibérico.



Ilustración 3: Estación AVE Cuenca Fernando Zóbel (Fuente: Propia)

Tras haber realizado el trazado su paso por la estación de alta velocidad, este efectúa un giro a izquierdas de 585 metros de radio con una longitud de más de 670 metros. Una vez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



finalizado el acuerdo parabólico se tiene una recta de 90 metros, a la cual se sigue otro acuerdo parabólico de más de 600 metros y radio 585 metros. Una vez superado este acuerdo el trazado presenta una recta de 487 metros, desde el Pk. 1+688 hasta 2+176, en el P.K 1+720 el trazado presenta una bifurcación en dirección Valencia, la cual presenta dos acuerdos parabólicos de radio 585 metros y superando los 400 metros de longitud los dos, todo ello en 1200 metros hasta enlazar con la línea actual.

En dirección Cuenca, una vez se ha superado la recta se tiene un giro a izquierdas de más de 500 metros y radio 585, con este acuerdo parabólico el nuevo trazado propuesto se sitúa en la zona del actual trazado. Sin embargo, no se sigue el actual trazado, ya que se ha decidido modificar el mismo. Hasta llegar a la nueva estación propuesta en Cuenca el trazado presenta 3 acuerdos parabólicos, dos de 585 metros y uno de 600 metros, ellos enlazados con rectas de 48 metros, 1286 metros y 170 metros.

Finalmente, el trazado llega a la nueva estación mediante una recta de 80 metros, la cual va desde el Pk. 5+259 hasta el Pk. 5+340.

En Anejo Estudio de Alternativas se propone una estación de fondo de saco con 4 vías y tres andenes, además de ubicarla cercana a la estación de autobuses.

Cabe destacar que se ha planteado un tramo de vía de vía doble tanto en el tramo 2 dirección Cuenca como en la bifurcación a Valencia, esto es debido por si fuera necesario que un vehículo de pasajeros necesitase adelantar a los de mercancías.

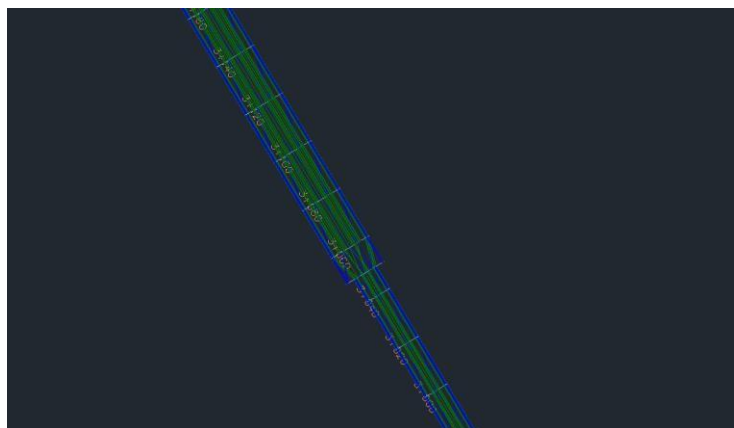


Ilustración 4: Ejemplo de transición de vía única a vía doble (Fuente: Propia)



3. Descripción del trazado en Alzado

El trazado de la alternativa escogida da comienzo con una elevación de 898 metros sobre el NMM. Desde el Pk 0+000 hasta el Pk 2+408 el trazado tiene una pendiente positiva de 1,08 %, en este alcanza una elevación de 925 metros NMM.

El trazado en alzado desde el Pk 2+408 hasta el Pk 2+471 presenta un acuerdo parabólico. Tras este acuerdo el trazado presenta una rampa desde el Pk 2+471 hasta el Pk 3+780, la rampa presenta una pendiente de 0,25% en toda su longitud, ya que en este tramo encontramos el apeadero del nuevo hospital de Castilla-La Mancha.

Sucesivo a la rampa de 1300 metros se encuentra un acuerdo parabólico de longitud 80 metros.

Tras este acuerdo parabólico el trazado presenta una recta desde el Pk 3+860 hasta el Pk 6+560. Sucesivo a este encontramos un acuerdo parabólico y una recta de 0,2%, ya que en esta recta encontramos la estación de Alta Velocidad de Cuenca Fernando Zóbel.

La recta de rampa 0,2% impuesta para la estación sigue hasta el Pk.7+478, tras esta recta se tiene un acuerdo parabólico que provoca un cambio de pendiente del 0,2% al -1,37%.

Tras esta recta tenemos se tiene 2 acuerdos parabólicos más y 3 rectas, la primera de -1,46%, la segunda de -0,97%, la cual finaliza en Pk 4+721 y la última recta que viene precedida por un acuerdo parabólico cóncavo de 95 metros de longitud que precede a una recta de más de 500 metros con pendiente de 0,18%, donde encontramos la nueva estación de Cuenca.

4. Tablas de Planta y Alzado de la Alternativa 1

En este apartado se procede a la explicación de la obtención de los valores de planta y alzado elegidos para el diseño de la alternativa.

Cabe destacar que tanto la alternativa 1, la elegida como la alternativa 2 se han dividido en dos tramos, de modo que los tiempos computacionales se vean reducidos.

Por ello, la alternativa 1 se ha dividido en dos tramos, uno que va desde el Pk 0+000 hasta 6+958 y un segundo tramo donde encontramos la bifurcación dirección Valencia y el tramo que sigue dirección Cuenca, este tramo es el que da comienzo en el Pk 6+958. Por tanto, el Pk 0+000 del tramo 2 dirección es realmente el Pk 6+958 del tramo completo.



4.1. Planta Tramo 1 Alternativa 1 (0+000 – 6+958)

Tabla 3: Planta Tramo 1 Alternativa 1 (0+000 – 6+958)

Nº	A	K	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio
1			Recta	111.809m	0+000.00m	0+111.81m	
2	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+111.81m	0+211.81m	
3			Círculo	227.955m	0+211.81m	0+439.76m	585.000m
4	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+439.76m	0+539.76m	
5			Recta	1975.454m	0+539.76m	2+515.22m	
6	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+515.22m	2+615.22m	
7			Círculo	139.429m	2+615.22m	2+754.65m	585.000m
8	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+754.65m	2+854.65m	
9			Recta	30.789m	2+854.65m	2+885.44m	
10	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+885.44m	2+985.44m	
11			Círculo	301.472m	2+985.44m	3+286.91m	585.000m
12	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	3+286.91m	3+386.91m	
13			Recta	70.983m	3+386.91m	3+457.89m	
14	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	3+457.89m	3+557.89m	
15			Círculo	299.829m	3+557.89m	3+857.72m	585.000m
16	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	3+857.72m	3+957.72m	
17			Recta	1399.524m	3+957.72m	5+357.24m	
18	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	5+357.24m	5+457.24m	
19			Círculo	108.764m	5+457.24m	5+566.01m	585.000m
20	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	5+566.01m	5+666.01m	
21			Recta	1292.343m	5+666.01m	6+958.35m	

4.2. Planta Tramo 2 dirección Cuenca (P.K 6+958-12+217)

Tabla 4: Planta Tramo 2 dirección Cuenca (P.K 6+958-12+217)

Nº	A	K	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio
1			Línea	270.031m	0+000.00m	0+270.03m	
2	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+270.03m	0+370.03m	
3			Círculo	472.119m	0+370.03m	0+842.15m	585.000m
4	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+842.15m	0+942.15m	
5			Línea	89.514m	0+942.15m	1+031.66m	
6	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	1+031.66m	1+131.66m	
7			Círculo	457.229m	1+131.66m	1+588.89m	585.000m
8	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	1+588.89m	1+688.89m	
9			Línea	487.712m	1+688.89m	2+176.60m	
10	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+176.60m	2+276.60m	
11			Círculo	292.889m	2+276.60m	2+569.49m	585.000m
12	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+569.49m	2+669.49m	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



13			Línea	48.362m	2+669.49m	2+717.86m	
14	238.747m	47.490m	Clotoide	95.000m	2+717.86m	2+812.86m	
15			Círculo	49.980m	2+812.86m	2+862.83m	600.000m
16	244.949m	49.988m	Clotoide	100.000m	2+862.83m	2+962.83m	
17			Línea	1286.599m	2+962.83m	4+249.43m	
18	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	4+249.43m	4+349.43m	
19			Círculo	260.248m	4+349.43m	4+609.68m	585.000m
20	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	4+609.68m	4+709.68m	
21			Línea	167.298m	4+709.68m	4+876.98m	
22	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	4+876.98m	4+976.98m	
23			Círculo	182.299m	4+976.98m	5+159.28m	585.000m
24	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	5+159.28m	5+259.28m	
25			Línea	80.898m	5+259.28m	5+340.18m	

4.3. Planta Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia (0+000-1+200)

Tabla 5: Planta Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia (0+000-1+200)

	Nº	A	K	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio
Inicio de la Bifurcación Dirección VALENCIA	1			Círculo	30.141m	0+000.00m	0+030.14m	262.254m
	2			Línea	1.478m	0+030.14m	0+031.62m	
	3			Línea	58.056m	0+031.62m	0+089.68m	
	4			Círculo	246.414m	0+089.68m	0+336.09m	585.000m
	5			Línea	0.957m	0+336.09m	0+337.05m	
	6	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+337.05m	0+437.05m	
	7			Círculo	428.225m	0+437.05m	0+865.27m	585.000m
	8	241.868m	49.988m	Clotoide	100.000m	0+865.27m	0+965.27m	
	9			Línea	234.816m	0+965.27m	1+200.09m	

4.4. Alzado Tramo 1

Tabla 6: Alzado Tramo 1

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.00 m	898.244 m		1.08%					
2	2+440.00 m	924.693 m	1.08%	0.24%	0.84%	Convexo	74.374	62.796 m	7437.431 m
3	3+820.00 m	928.000 m	0.24%	1.50%	1.26%	Cóncavo	63.281	80.003 m	6328.074 m
4	6+580.00 m	969.508 m	1.50%	0.21%	1.30%	Convexo	30	38.925 m	3000.000 m



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



5	6+958.35 m	970.289 m	0.21%						
---	---------------	--------------	-------	--	--	--	--	--	--

4.5. Alzado Tramo 2 dirección Cuenca

Tabla 7: Alzado Tramo 2 dirección Cuenca

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.00 m	970.00 0m		-0.21%					
2	0+580.00 m	968.78 8m	-0.21%	-1.37%	1.17%	Conve xo	102.41	119.39 8m	10240.951 m
3	1+320.00 m	958.61 4m	-1.37%	-1.46%	0.09%	Conve xo	971.043	84.014 m	97104.257 m
4	2+320.00 m	944.00 0m	-1.46%	-0.0097	0.005	Cónca vo	130.979	64.943 m	13097.858 m
5	4+760.00 m	920.44 0m	-0.0097	-0.0018	0.0078	Cónca vo	122.741	95.948 m	12274.127 m
6	5+340.00 m	919.37 4m	-0.0018						

4.6. Alzado Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia

Tabla 8: Alzado Tramo 2 Bifurcación dirección Valencia

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.0 0m	953.503 m		-1.49%					
2	0+260.0 0m	949.623 m	-1.49%	-1.50%	0.01%	Conve xo	1827.0 54	71.846 m	182705.43 8m
3	0+660.0 0m	943.498 m	-1.50%	-1.49%	0.01%	Cónca vo	1329.1 8	55.633 m	132917.96 3m
4	0+970.0 0m	938.881 m	-1.49%	-0.0149	0	Cónca vo	8511.3 55	36.200 m	851135.51 1m
5	1+200.0 9m	935.463 m	-0.0149						



5. PLANOS

PLANO PLANTA TRAMO 1



PLANO TRAMO 2 DIRECCIÓN CUENCA



PLANO TRAMO 2 BIFURCACIÓN DIRECCIÓN VALENCIA



PLANO SECCIÓN TRANSVERSAL VÍA ÚNICA



PLANO SECCIÓN TRANSVERSAL VÍA DOBLE



CAMINOS
apv



ANEJO 4.

SUPERESTRUCTURA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

*“ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA
VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)”*

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO: 2022/2023



ÍNDICE:

1.	Características de la superestructura.....	2
2.	Elección de elementos de la superestructura.....	3
2.1.	Banqueta de Balasto	4
2.2.	Capa de Sub-balasto.....	4
2.3.	Espesores de la banqueta de balasto y capa de Sub-balasto.....	5
2.4.	Carril.....	7
2.5.	Traviesas.....	7
2.6.	Aparatos de vía.....	8
3.	PLANOS.....	10



1. Características de la superestructura

En este apartado se va a exponer la importancia de la superestructura y las funciones que tiene la misma.

La superestructura se sitúa encima de la infraestructura, que es aquella superficie cuya finalidad es la de servir de apoyo a la superestructura, esta superficie puede ser de materiales dispuestos en capas y también obras de fábrica. La misión es la misma, disponer de una superficie apta que permita un buen apoyo de la superestructura, que absorba correctamente los esfuerzos recibidos y evacuar el agua que pudiese haber en la zona.

La superestructura se encuentra compuesta por diversos elementos, a continuación, se enumeran cada uno de ellos.

Carriles

Elementos alargados y procedentes de fundición que reciben de manera directa las cargas que se producen por el tránsito de los ferrocarriles.

Las funciones de los carriles son:

- Resistir y transmitir esfuerzos
- Guiar a los ferrocarriles

Traviesas

Elementos alargados situados de manera perpendicular a los carriles, pueden ser fabricadas de diversos materiales como son madera y hormigón.

Las funciones que deben cumplir las traviesas son las siguientes:

- Absorber, transmitir y recibir esfuerzos
- Asegurar la ubicación adecuada de los carriles

Sujeciones

Las sujeciones son elementos de tamaño reducido empleadas para la unión de las traviesas y los carriles.

Las funciones de las sujeciones son:

- Asegurar la correcta unión entre el carril y las traviesas
- Absorber y transmitir esfuerzos



Neopreno

Elemento que se coloca junto a las sujeciones de manera que el emparrillado adquiera una mayor elasticidad a la hora de recibir determinados esfuerzos.

Funciones principales del neopreno son:

- Dar elasticidad al conjunto de manera que los esfuerzos se han transmitidos de manera correcta y la vía pueda regularse.

Balasto

El Balasto es un material de rodadura que se ubica entre el emparrillado y la plataforma, este se divide en sub—balasto (más cercano a la plataforma) y el balasto (más cercano al emparrillado).

Funciones principales del balasto:

- Amortiguar y distribuir cargas en la plataforma
- Estabilidad
- Evacuación de agua

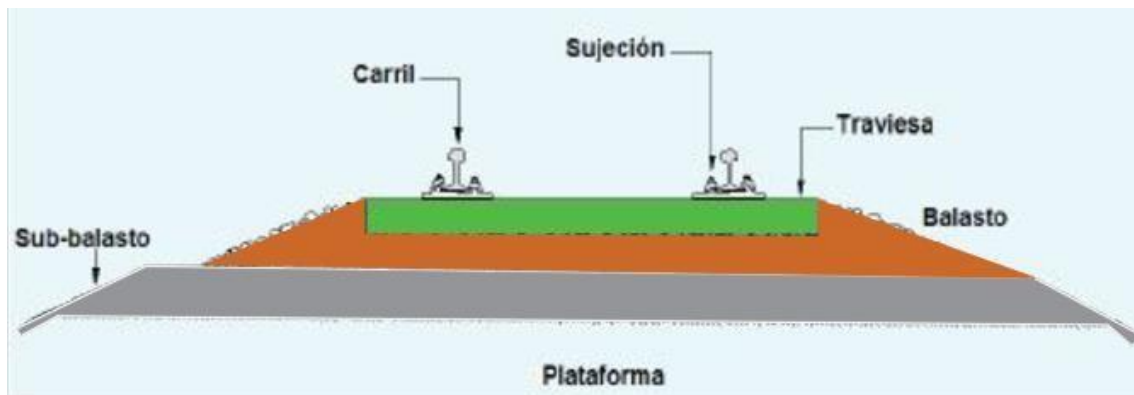


Ilustración 1: Infraestructuras y Superestructura (Fuente: Vol. 1 “Elem. constituyentes de la superestructura”)

2. Elección de elementos de la superestructura

En este apartado se propone los elementos que deben formar la superestructura de la alternativa 1, es decir, el tipo de balasto, traviesa, sujeción y carril. Este apartado se ha realizado con la ayuda de las normativas NAV 2101 Y NAV 3400 de ADIF.



2.1. Banqueta de Balasto

Para la realización de este apartado se ha tomado como referencia la normativa NAV 3400. A continuación, se muestra lo indicado por la normativa que debe cumplir el balasto de la obra.

Al suponer que el trazado va a tener un tráfico superior a 4.000 TKBR/Km día (Toneladas Kilómetro brutas remolcadas por kilómetro y día) se propone que el tipo de balasto del tipo A, concretamente se propone el gabro de grano fino que es una roca ígnea, plutónica.

Tiene que cumplir los siguientes valores:

- Ensayo Directo a Compresión Simple: debe dar una carga de rotura superior a 1.200 Kg f/cm^2 .
- Resistencia al choque y desgaste mediante el ensayo de Los Ángeles debe dar un valor inferior al 19%.
- No más del 5% de elementos con espesor menor a 16 mm. Si se encuentra entre 16 mm y 25 mm que el porcentaje no exceda del 27% del total del peso de la muestra
- Solo se permite el 0,5% del peso de la muestra ensayada como máxima existencia de polvo para el balasto tipo A y B. Esto se determina con tamiz 0,63 mm UNE.

La pendiente transversal que se ha propuesto para todo el trazado excepto en la zona del puente es del 4%, en la zona del puente se colocará sobre un mortero de nivelación directamente sobre el tablero, de modo que se consiga un 2% de bombeo

Se propone una banquetta de balasto con pendiente 5H:4V con anchura de hombro lateral de 1 metro. La normativa NAV 2101 indica que la banquetta de balasto debe tener un tamaño comprendido entre 250 mm y 600 mm

2.2. Capa de Sub-balasto

La capa de Sub-balasto debe existir en todos los casos donde tengamos plataforma. Además, debe estar compuesta por gravas arenosas con un elevado porcentaje de finos, de manera que la compactación de esta sea sencilla, aguante los esfuerzos, no sufra daños por el hielo y proteja a la plataforma del agua.

Tiene que cumplir los siguientes valores:

- Porcentaje mayor al 30% de piedra procedente de machaqueo.



- Deval seco > 12
- Deval húmedo >6
- Coeficiente de Los Ángeles <28
- Capa de Sub-balasto compactada al 105% de la densidad del ensayo Proctor.

2.3. Espesores de la banquetta de balasto y capa de Sub-balasto

Para la determinación de los espesores se emplea la normativa NAV 2101, donde encontramos la siguiente ecuación:

La Administración Francesa propone obtener el espesor a través del tráfico ficticio diario y del grupo al que pertenece la línea férrea i , según la clasificación que propone la UIC.

Tráfico ficticio diario ($Tf2$) es igual:

$$Tf2 = S * Tf1$$

$$Tf1 = Tv + Km Tm + Kt Tt$$

Siendo:

- **Tv** = Tonelaje diario de viajeros, expresado en toneladas brutas remolcadas.
- **Tm** = Tonelaje diario de mercancías, en toneladas brutas remolcadas.
- **Tt** = Tonelaje diario de las locomotoras, en toneladas brutas.
- **Km** = Coeficiente de valor 1,15, salvo para las vías que soportan un tráfico preponderante de ejes de 20 toneladas en que toma el valor de 1,30.
- **Kt** = Coeficiente de valor 1,40.
- **S** = Es un coeficiente indicativo de la calidad de la vía, que para nuestro caso adopta el siguiente valor:

- **S** = 1,10 Para las líneas cuyo tráfico de viajeros se realiza en trenes de velocidad igual o inferior a 120 Km/h.

$$Tf1 = 10000 + (1,15 * 8000) + (1,4 * 2000) = 22.000 TBR$$

$$Tf2 = 1,1 * 22000 = 24.200 TBR$$

Según el tráfico ficticio ($Tf2$), la UIC clasifica la línea férrea en el Grupo 5, ya que se encuentra en el rango de entre 14.000 y 28.000.

Para el cálculo escogemos una traviesa de hormigón de longitud 2,60 metros

— — — — — TRAVIESA DE HORMIGÓN DE LONGITUD $l \geq 2,40$ m.



Por tanto, fijándonos en la ilustración adjunta (Ilustración 2) facilitada por la norma NAV 3410 tenemos que los espesores de la banqueta de balasto y capa de Sub-balasto es de 0,4 metros, al encontrarse en el grupo 5 en la clasificación de UIC, y en el grupo 1C de la clasificación de grupos de RENFE.

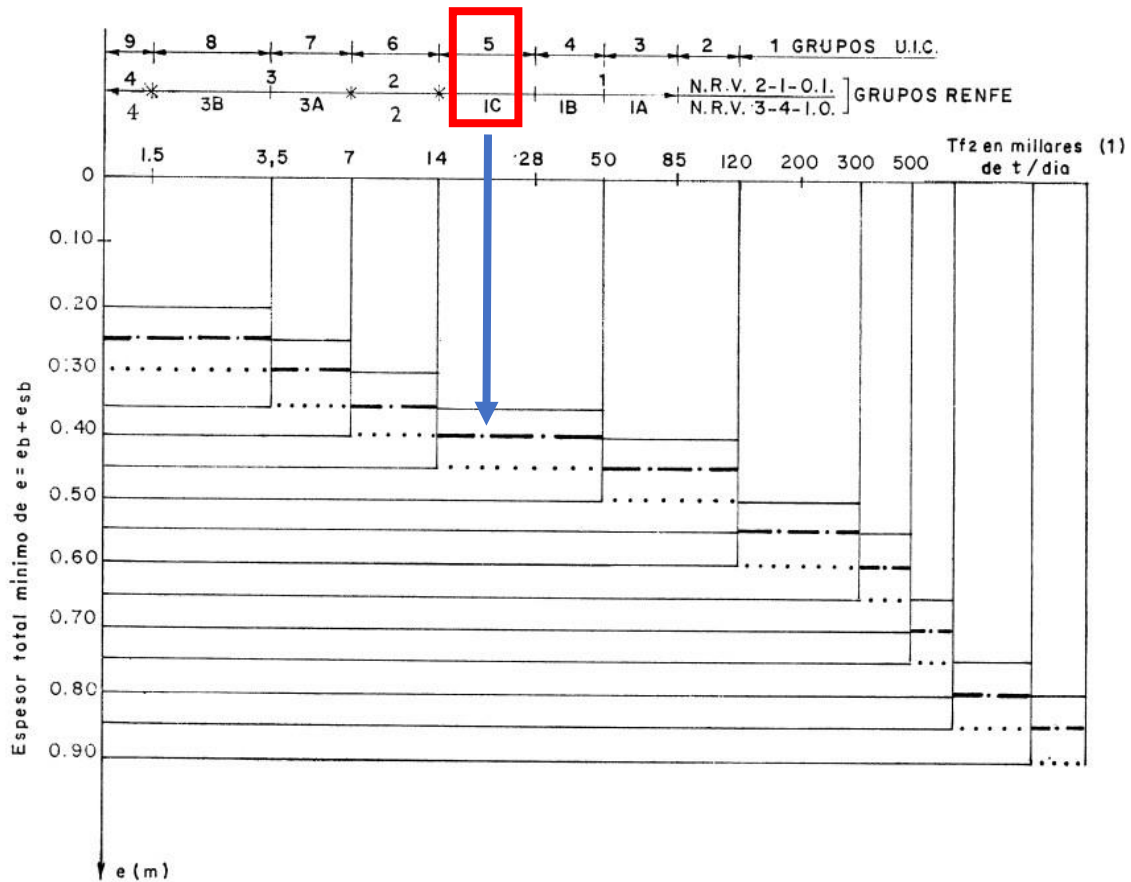


Ilustración 2: Grupos de Clasificación UIC (Fuente: ADIF)

Sin embargo, consultando dicha normativa (NAV 3410), en el apartado 6.1. “Espesor de balasto bajo traviesa”, se encuentra que el valor mínimo del espesor de la capa de sub-balasto debe ser la mitad del espesor total, e , del ábaco, y que, además, cuando el espesor de la capa de balasto haya de ser superior a la mitad de “ e ”, el espesor del sub-balasto se aumentará en la misma cantidad.

Hay que destacar además que el espesor mínimo determinado por la norma NAV 3410 es de 30 cm para el balasto bajo traviesa. De modo que teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, y para estar del lado de la seguridad, se tomará un espesor de 30 cm para la banqueta de balasto (eb) de 30 cm.

Por tanto:

- **Espesor Banqueta de Balasto (eb):** 0,3 metros
- **Espesor Capa Sub-balasto (esb):** 0,3 metros



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



- Placa acodada guía del carril o placa acodada ligera (ambas son válidas)
- Clip elástico SKL-1 en acero
- Placa de asiento del carril en copolímero de etileno y acetato de vinilo
- Tirafondo nº9 de acero con arandela prisionera Uls 7.

El correcto apretado de la traviesa corresponde al par 180-200 Nm indicado para la sujeción Vossloh.

Recordemos que las funciones que deben cumplir las traviesas son las siguientes:

- Absorber, transmitir y recibir esfuerzos
- Asegurar la ubicación adecuada de los carriles

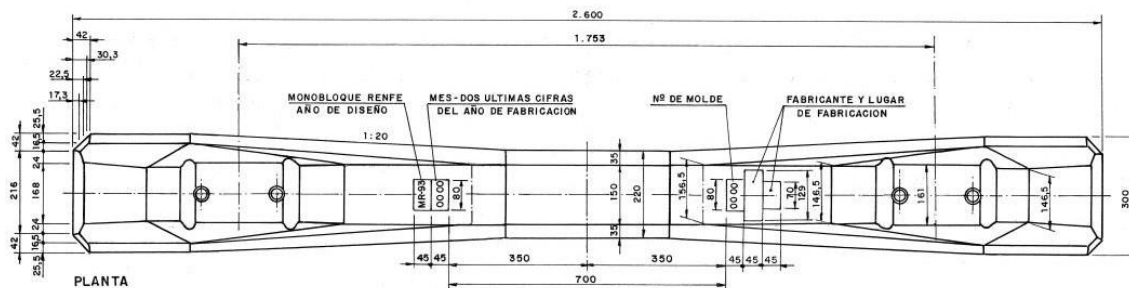


Ilustración 6: Planta Traviesa MR-93 (Fuente: ADIF)

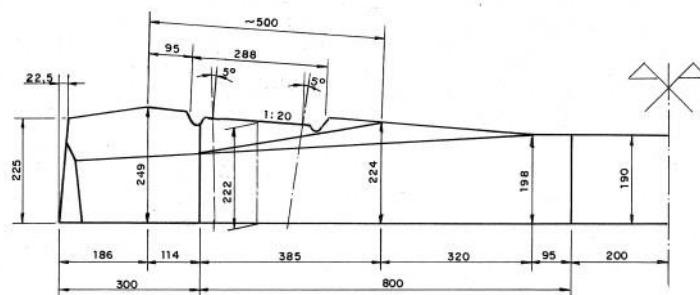


Ilustración 7: Alzado Traviesa MR-93 (Fuente: ADIF)

2.6. Aparatos de vía

Para la realización de este apartado se ha empleado la normativa NAV3609 (‘‘Designación de Aparatos de Vía’’) de ADIF.

Los aparatos de vía que se tiene en este trazado son los siguientes:

En primer lugar, el desvío que se produce en el P.K 8+678, donde se tiene una bifurcación dirección Valencia. En segundo lugar, los desvíos que se producen cuando la vía pasa de vía única a vía doble, esto se produce tanto en la bifurcación dirección Valencia como en el trazado que sigue dirección Cuenca.



El tipo de aparato de vía elegido para la bifurcación en vía de ancho ibérico (1668 mm) es el siguiente:

- **DS-C-54-250-0.11-CR-D:** Desvío elegido para la bifurcación dirección Valencia, se trata de un desvío sencillo tipo C dispuesto sobre traviesas de hormigón, la soldadura aluminotérmica se realiza en los elementos anterior y posterior, el material empleado es el mismo que el empleado para el carril (UIC-54). La tangente en el cruzamiento es de 0,11, radio de la bifurcación con el trazado que sigue a Cuenca es de 250 metros, corazón recto (CR) y desviación a derechas.

El tipo de aparato de vía elegido para las vías de apartado donde encontramos la doble plataforma el siguiente:

- **DSH-C-54-318-0.09-CR-D o I:** Desvío con características similares al anterior, pero con radio de la vía desviada frente a la directa de 318 metros, cruzamiento recto y la tangente en el cruzamiento es de 0,09.

Cabe destacar que el valor de la tangente varía en función de la velocidad de circulación de los ferrocarriles en dicha zona. A mayor tangente menor es el radio de la vía desviada frente a la directa, y, por tanto, menor la velocidad de circulación.



Ilustración 8: Desvíos Sencillos con corazón recto (Fuente: ADIF)



3. PLANOS

PLANO SECCIONES TRANSVERSALES CON DIMENSIONES



CAMINOS
apv



ANEJO 5. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

*“ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA
VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)”*

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO:2022-2023



ÍNDICE:

1. Climatología e Hidrología.....	2
1.1. Climatología	2
1.2. Hidrología.....	4
1.2.1. Cálculo de Caudales de referencia	5



1. Climatología e Hidrología

A continuación, se va a detallar cada uno de los condicionantes existentes en las tres alternativas. En cuanto a los condicionantes y/o afecciones que atañen a una alternativa se detallará en el apartado donde se explique dicha alternativa.

1.1. Climatología

En este apartado se va a detallar la climatología de la zona donde se encuentra el trazado objeto de estudio.

El clima existente en la zona objeto de estudio se trata de **mediterráneo continentalizado**. En este tipo de clima se caracteriza por tener veranos calurosos e inviernos fríos.

Las temperaturas en verano se encuentran habitualmente por encima de los 30°C y en invierno las temperaturas oscilan alrededor de los 0°C.

La zona objeto de estudio se encuentra en un espacio árido, ya que las precipitaciones a lo largo del año son escasas, se encuentran alrededor de los **400 litros por m² al año**. Los meses donde se ubican estas precipitaciones son en los meses de otoño y primavera.

A continuación, en la tabla 1 adjunta se muestran los **valores extremos** absolutos tanto máximos como mínimos de los datos de la serie variable climatológica del observatorio situado en Cuenca. Cabe destacar que los registros de precipitación van desde 1951 hasta 2023, los de Temperatura desde 1955 hasta 2023 y los de Viento desde 1971 hasta 2023.

La altitud a la que se encuentra la ciudad de Cuenca es de 948 metros sobre el Nivel medio del mar (NMM).

TABLA 1: VALORES CLIMATOLÓGICOS EXTREMOS (FUENTE: AEMET)

VARIABLE	MEDICIÓN	FECHA
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	23 días	Noviembre de 2019
Máx. núm. de días de nieve en el mes	10 días	Febrero de 2013
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	14 días	Agosto de 1955
Prec. máx. en un día (l/m ²)	98.2 l/m ²	7 de Julio de 2017
Prec. mensual más alta (l/m ²)	182.1 l/m ²	Diciembre de 2009
Prec. mensual más baja (l/m ²)	0.0 l/m ²	Agosto de 1985



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



VARIABLE	MEDICIÓN	FECHA
Racha máx. viento: velocidad y dirección (km/h)	Vel 113 Km/h, Dir 240	25 de febrero de 1989 a las 22:40
Tem. máx. absoluta (°C)	41.5°C	13 de agosto de 2021
Tem. media de las máx. más alta (°C)	36.1 °C	1 de Julio de 2022
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-6.4	Febrero de 1956
Tem. media más alta (°C)	27.7	Julio de 2022
Tem. media más baja (°C)	-0.8	Febrero de 1956
Tem. mín. absoluta (°C)	-17.8	3 de enero de 1971

A continuación, se muestran los **valores climatológicos anuales habituales** en la zona objeto de estudio. Estos valores son una media de los valores recogidos en el periodo desde 1981 hasta 2023.

- Temperatura media mensual/anual (°C): 13.1
- Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C): 19.3
- Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C): 6.9
- Precipitación mensual/anual media (mm): 501
- Humedad relativa media (%): 60
- Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm: 71.2
- Número medio mensual/anual de días de nieve: 8.6
- Número medio mensual/anual de días de tormenta: 17
- Número medio mensual/anual de días de niebla: 10.1
- Número medio mensual/anual de días de helada: 62.2

1.2. Hidrología

En este apartado se expondrá con ayuda del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables los posibles condicionantes hidrológicos existentes en la zona objeto de estudio. Este apartado es de gran importancia, ya que el cauce del río Júcar se encuentra cercano a los Trazados propuestos en cada una de las alternativas, también cabe destacar que los trazados de las distintas alternativas propuestas cruzan el cauce del río mediante puentes.



ILUSTRACIÓN 1: RIESGO INUNDACIÓN FLUVIAL (FUENTE: GOBIERNO DE ESPAÑA)

Como se puede apreciar en la ilustración adjunta (Ilustración 1), la zona objeto de estudio se ve afectada por el riesgo de inundación. Concretamente se ven afectadas en mayor parte la alternativa 2 y alternativa 3, ya que el inicio de sendas alternativas da comienzo en la parte norte del cauce del río Júcar y transcurren paralelos a la margen derecha de la carretera nacional N-320. Debido a que el trazado de ambas alternativas transcurre contiguo al cauce del río el riesgo de inundación es tan elevado, se tienen zonas donde el riesgo de inundación fluvial es tan elevado que incluso superaría los 2 metros de altura, lo cual sería devastador para las alternativas propuestas.

En cuanto a la alternativa 1 sería la que menos se vería afectada, ya que su trazado discurre por la margen izquierda de la nacional N-320, y, por tanto, el cauce del Júcar se encuentra alejado de la zona objeto de estudio.

Esta alternativa solo se ve afectada por el riesgo de inundación fluvial cuando el trazado se bifurca. Sin embargo, el riesgo de inundación en dicha zona es reducido, siendo el riesgo de inundación de hasta 1 metro, lo cual con un drenaje adecuado se podría resolver.



ILUSTRACIÓN 2: RIESGO A LA POBLACIÓN EN UN PERIODO DE 100 AÑOS (FUENTE: GOBIERNO DE ESPAÑA)

En la ilustración adjunta se muestra el riesgo de inundación fluvial para la población existente en la zona objeto de estudio. Se ha elegido un periodo de retorno de 100 años, ya que las obras civiles se dimensionan para este periodo de tiempo. Como se puede apreciar cercana a la zona objeto de estudio tenemos una zona en la que se verían afectados entre 101 y 1000 habitantes.

1.2.1. Cálculo de Caudales de referencia

El objetivo del presente apartado es el dimensionar las obras de drenaje para llevar a cabo la plataforma de las distintas alternativas y no se produzca ningún tipo de problema si surgiese algún tipo de fenómeno meteorológico. Por tanto, en este apartado se pretende obtener los caudales de avenida correspondientes a las precipitaciones máximas que tienen probabilidad de darse en la zona objeto de estudio.

1.2.1.1. Datos pluviométricos

Es de gran importancia la obtención de las máximas precipitaciones dadas en un día de la estación pluviométrica más cercana a la zona objeto de estudio, ya que se trata de obra lineal que presenta gran longitud.

A continuación, se muestran los datos pluviométricos máximos obtenidos en 24 horas en la estación de Cuenca con código 8096.

Como se ha citado anteriormente, en Julio de 2017 es cuando se dio la mayor precipitación diaria con una precipitación acumulada de 98,2 mm.



TABLA 2: PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS EN LA ESTACIÓN DE CUENCA

CUENCA-(8096)		
AÑO	MES	Pd24h(mm)
2000	6	96
2001	10	47
2002	5	83
2003	8	48
2004	12	73
2005	11	90
2006	10	69,5
2007	9	54
2008	3	80,5
2009	4	44
2010	12	78,6
2011	10	89,6
2012	10	67
2013	11	82
2014	9	74,6
2015	10	5
2016	12	92
2017	7	98.2
2018	10	45
2019	11	59
2020	6	75
2021	9	80.5
2022	4	56

A continuación, la serie se somete a un análisis estadístico en el que se emplean distintas funciones de distribución (Gumbel y SQRT-máx), el objetivo es el de obtener los valores de precipitación máxima en 24 horas (Pd24h) para periodos de retorno de 25,50,100 y 500 años. También cabe destacar que se empleará una metodología publicada en “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, esta metodología consiste en obtener las máximas precipitaciones de un lugar de España únicamente conociendo sus coordenadas geográficas en función de los distintos periodos de retorno.

Distribución GUMBEL y SQRT-máx

➤ GUMBEL

Este tipo de distribución de funciones es la más habitual tanto para máximos como para mínimos. No presenta ninguna limitación por la izquierda, por tanto, puede presentar valores negativos. Otra limitación es que puede existir asimetrías en caso de valores máximos.

Por tanto, Gumbel puede conducir a valores que no se encuentran del lado de la seguridad.

Formulación de Gumbel:

$$X = -\ln(-\ln(f(x)))\alpha + \mu$$

Siendo:



- **Sx:** Desviación Estándar de Pd24h
- **Sn:** Se obtiene de la tabla adjunta, al ser 23 datos Sn es 1,08115
- $a = \frac{Sx}{Sn} = \frac{18,067}{1,081} = 16,71$
- $f(x) = 1 - \frac{1}{Tr}$, siendo Tr el periodo de retorno
- **yn:** Se obtiene de la tabla adjunta, al ser 23 datos yn es 0,52823
- Media: Promedio de Pd24h
- $\mu = media - (yn * a) = 66.5 - (0.52823 * 16,71) = 57,673$
- **Nº Datos:** 23

TABLA 3: VALORES OBTENIDOS DE LA DISTRIBUCIÓN GUMBEL (FUENTE: PROPIA)

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	T (AÑOS)	PRECIPITACIÓN (mm)	f(x)
GUMBEL	10	95.28	0.900
	25	111.12	0.960
	50	122.88	0.980
	100	134.54	0.990
	500	161.51	0.998

TABLA 4: VALORES EMPLEADOS PARA LA DISTRIBUCIÓN GUMBEL (FUENTE: POLIFORMAT)

Nº datos	yn	Sn
23	0,52823	1,08115
24	0,52959	1,08646
25	0,53086	1,09145
26	0,53206	1,09613
27	0,53319	1,10054
28	0,53426	1,10470

A continuación, se procede al cálculo empleando la distribución de funciones SQRT-Etmáx para comprobar los valores que se obtienen con la distribución de funciones Gumbel.

➤ SQRT-Etmáx

Es uno de los pocos modelos que han sido desarrollados explícitamente para el análisis de máximas lluvias diarias. Cabe destacar, que los valores que facilita son más conservadores que lo que facilita Gumbel. SQRT-Etmáx es una distribución con únicamente dos parámetros y basada en datos la zona a estudiar.

Formulación de SQRT-Etmáx:

$$F(x) = e^{-k(1+\sqrt{ax})e^{-\sqrt{ax}}}$$

Siendo:



- $F(x)$: Probabilidad de ocurrencia
- K : Parámetro de escala
- α : Parámetro de frecuencia

TABLA 5: FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMÁX (FUENTE: PROPIA)

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	T (AÑOS)	PRECIPITACIÓN (mm)
SQRT-Etmax	10	88.38
	25	102.70
	50	113.99
	100	125.76
	500	154.94

A continuación, se procede al análisis de los resultados obtenidos de las dos distribuciones de funciones. Para ello, se adjunta un gráfico en el que se muestran las tendencias de Gumbel y de SQRT-Etmax.

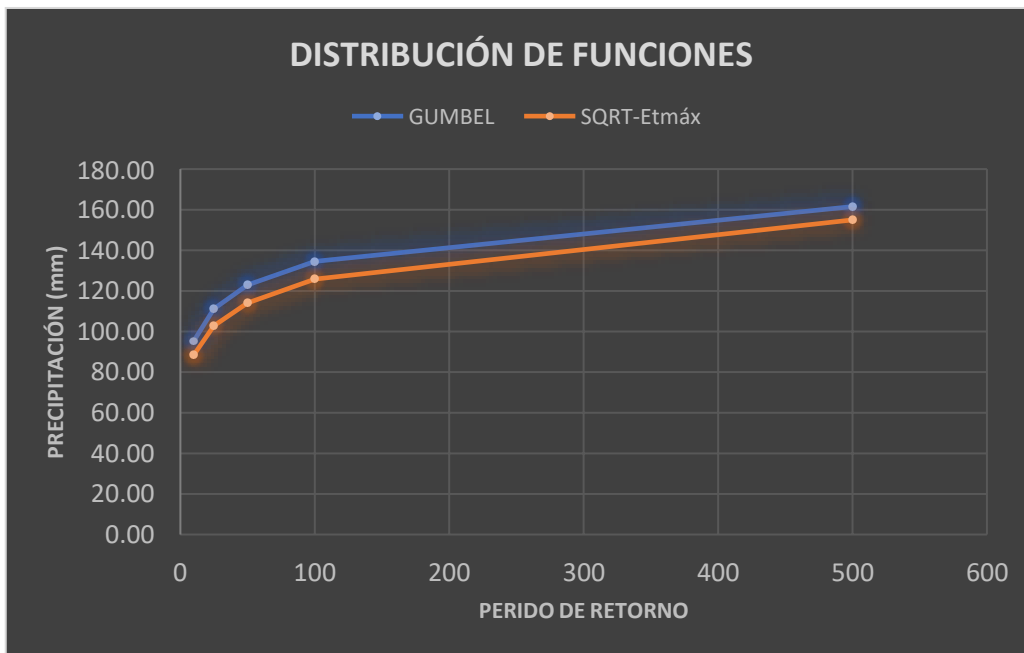


ILUSTRACIÓN 3: DISTRIBUCIÓN DE FUNCIONES (FUENTE: PROPIA)

Como se puede observar en el gráfico anterior y en las tablas también adjuntas los valores obtenidos en ambas distribuciones de funciones son parecidas entre sí en periodos de retorno bajos. Sin embargo, esta diferencia aumenta conforme a mayores años de retorno.

Metodología mostrada en “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”

La dirección general de carreteras en el año 1999 publicó “Máximas lluvias diarias en España peninsular”, en este texto se explicaba cómo obtener las máximas precipitaciones



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA
LÍNEA CONVENCIONAL MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)



diarias en un lugar de la España peninsular sabiendo únicamente sus coordenadas geográficas en función de los periodos de retorno.

A continuación, se procede a la obtención de estos valores y se compararán con los obtenidos en las distribuciones de funciones de Gumbel y SQRT-Etmáx.

Observando la imagen adjunto observamos que Cuenca se entre las líneas de nivel de 0.35 y 0.34, la zona objeto de estudio al ser una zona amplia, escogemos la línea de 0.35.

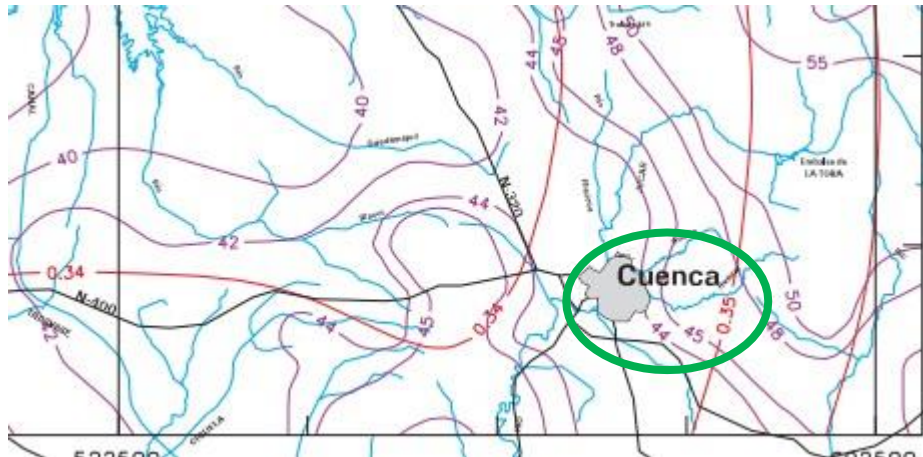


ILUSTRACIÓN 4: LÍNEAS CV EN CUENCA (FUENTE:MITMA)

De la siguiente tabla obtenemos los valores de los periodos de retorno en años (T):

TABLA 6:PERIODO DE RETORNO SEGÚN ``MÁXIMAS PRECIPITACIONES DIARIAS EN ESPAÑA PENINSULAR``
(FUENTE: MITMA)

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831

Por tanto, cogemos el valor de Pd24h del año 2022 para la obtención de los valores de Pd24h para los de periodos de retorno de 10,25,50,100 y 500 años.



TABLA 7: VALORES DE PRECIPITACIÓN APLICANDO EL MÉTETO MOSTRADOS EN ``MÁXIMAS PRECIPITACIONES DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR`` (FUENTE: MITMA)

Código	ESTACIÓN	P (mm/día)	Cv	Precipitación diaria (mm/día)				
				10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
8096	Cuenca	56	0.35	80.528	96.992	109.816	124.32	158.536

A continuación, se muestra un gráfico en el que se comparan los tres métodos donde se puede apreciar como conforme aumenta el periodo de retorno los valores de precipitación son cada vez más parecidos. También cabe destacar que las pendientes de las tres curvas son prácticamente idénticas.

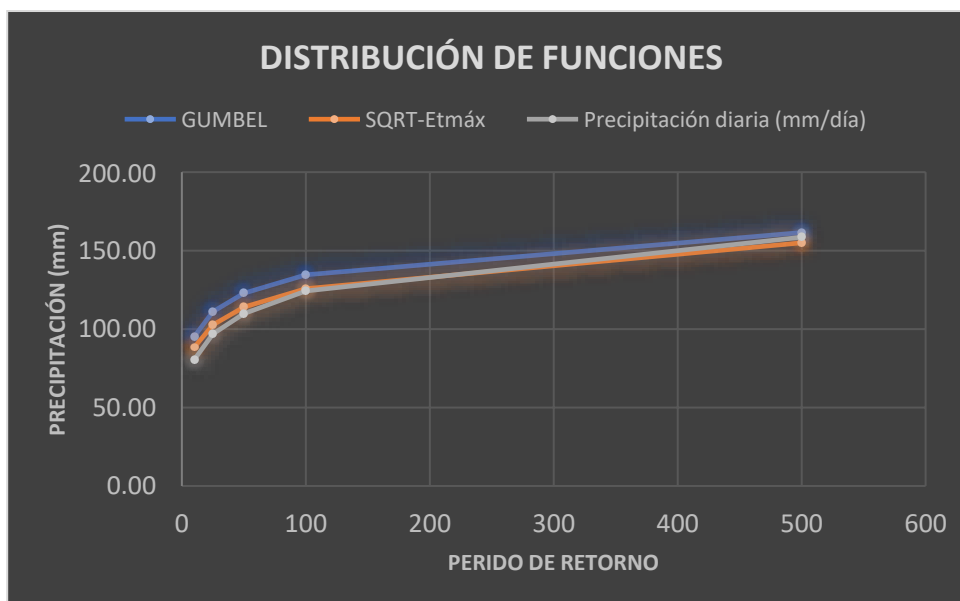


ILUSTRACIÓN 5: VALORES DE PRECIPITACIONES EN FUNCIÓN DE PERIODOS DE RETORNO (FUENTE: PROPIA)

Por tanto, tras la comparación de los tres métodos los caudales de cálculo de la cuenca se toman los valores obtenidos de la distribución de funciones SQRT-Etmáx, ya que de las tres es la más restrictiva.

De modo que los caudales son:

TABLA 8:FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMÁX (FUENTE: PROPIA)

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	T (AÑOS)	PRECIPITACIÓN (mm)
SQRT-Etmax	10	88.38
	25	102.70
	50	113.99
	100	125.76
	500	154.94



Estos valores serán empleados para el dimensionamiento y comprobación de las diferentes obras de drenaje a proyectar en la alternativa a proyectar.

1.2.1.2. *Tiempo de Concentración*

Tiempo de concentración (T_c), según cita la Norma 5.2-IC es: *“El mínimo tiempo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe.”*

Para cuencas principales T_c :

$$T_c = 0,3 * Lc^{0,76} * Jc^{-0,19}$$

Siendo:

- **T_c** (horas): Tiempo de concentración
- **L_c** (Km): Longitud de Cauce
- **J_c** (Adimensional): Pendiente media del cauce

Tomamos L_c como 6 kilómetros, ya que es la longitud en la que el cauce coincide colindante con el trazado ferroviario de las alternativas. En cuanto a J_c se escoge una pendiente constante de 2%.

Por tanto:

$$T_c = 0,3 * 6^{0,76} * 2^{-0,19} = 1,026 \text{ horas}$$

Este valor de 1,026 horas es para la cuenca principal, la del río Júcar. Sin embargo, para el resto de los afluentes al río Júcar este tiempo de concentración será de 0,1667 horas según lo indica la Norma 5.2-IC.

1.2.1.3. *Intensidad media de precipitación*

Para la realización de este apartado se emplea la norma 5.2-IC. Se toma un periodo de retorno de 100 años para el estudio del drenaje transversal y un periodo de retorno de 25 años para el drenaje longitudinal.

$$\frac{I_t}{I_d} = \left[\frac{I_1}{I_d} \right]^{0,28^{0,1} - T_c^{0,1} / (28^{0,1} - 1)}$$

Siendo:

- **I_d** (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación correspondiente a un periodo de retorno. $I_d = P_d / 24$.



- **Pd** (mm): Valor de la precipitación total diaria correspondiente a un periodo de retorno determinado.
- **It** (mm/h): Intensidad horaria de precipitación correspondiente a un periodo de retorno determinado.
- **Tc** (h): Tiempo de concentración.

De la página 11 de la Norma 5.2-IC obtenemos el índice de torrencialidad (I1/I_d). La zona de estudio al situarse en Cuenca el índice de torrencialidad es igual a 10.

➤ Drenaje Transversal

Para el drenaje transversal se toma un periodo de retorno de 100 años, Pd para este periodo de retorno es 125.76 mm.

Por tanto:

TABLA 9:INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN PARA Tc=100 AÑOS (FUENTE: PROPIA)

CUENCA	Tc(h)	It(mm/h)
Júcar	1.026	51.62

➤ Drenaje Longitudinal

Para el drenaje transversal se toma un periodo de retorno de 25 años, Pd para este periodo de retorno es 102.70 mm.

➤ Por tanto:

TABLA 10:INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN PARA Tc=25 AÑOS (FUENTE: PROPIA)

CUENCA	Tc(h)	It(mm/h)
Júcar	1.026	42.51

1.2.1.4. *Coficiente de escorrentía*

Según la norma 5.2-IC el coeficiente de escorrentía (C): “ define la parte de la precipitación de intensidad I (T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. ”

La formulación para la obtención de este es la siguiente:

$$C = \frac{\left(\frac{Pd * Ka}{P0} - 1\right) \left(\frac{Pd * Ka}{P0} + 23\right)}{\left(\frac{Pd * Ka}{P0} + 11\right)^2}$$



Esta formulación se emplea cuando $Pd \cdot Ka > P0$. Sin embargo, cuando $Pd \cdot Ka \leq P0$, C será nulo, es decir, tendrá un valor de 0.

Siendo:

- **C:** Coeficiente de Escorrentía (Adimensional)
- **Pd:** Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno considerado (mm)
- **Ka:** Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (Adimensional)
- **P0:** Umbral de escorrentía (mm)

Observando la normativa se procede a la obtención del valor P0, este valor se puede obtener observando la normativa 5.2-IC. El tipo de suelo que encontramos en la zona objeto de estudio es el tipo "C", este tipo de suelo presenta una infiltración lenta con potencia de media a pequeña de textura franco-arcillosa/franco-arcillo-limosa/Arcillo-arenosa, y además presenta un drenaje imperfecto.

Los terrenos por los que discurrirá son prados arbolados que presentan un valor inicial de P0 de 18. En cuanto al coeficiente corrector se obtiene de la tabla 2.5 de la Norma 5.2-IC, al encontrarse la zona de estudio en Cuenca este alcanza un valor de 1.30.

En cuanto a Ka (Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca) se toma como la formulación siguiente. El área de la cuenca del río (A) que afecta a las obras de las diferentes alternativas alcanza un valor de 24,87 Km².

$$Ka = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}, \text{ esto es debido a que } \text{Área} \geq 1\text{Km}^2.$$

$$Ka = 1 - \frac{\log_{10} 24,87}{15} = 0.907$$

Por tanto, el valor definitivo de P0 será de:

TABLA 11: VALOR FINAL DE P0 (FUENTE: PROPIA)

Estación/Código	Estimación inicial P0	Coef. Corrector	Valor final P0
Cuenca(8096)	18	1.3	23.4

A continuación, se muestran los resultados del coeficiente de escorrentía a partir de los datos y valores obtenidos anteriormente. Cabe destacar que se ha obtenido para los periodos de retorno de 10,25,50,100 y 500 años.



TABLA 12: COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA DIFERENTES AÑOS DE RETORNO (FUENTE: PROPIA)

Características				Precipitación máxima en 24 horas (Pd24h)					Coeficiente de Escorrentía				
Estación	Código	Pend (%)	PO (mm)	Pd 10	Pd 25	Pd 50	Pd 100	Pd 500	Esc.10	Esc.25	Esc.50	Esc.100	Esc.500
Cuenca	8096	2	23.4	88.38	102.7	114	125.8	154.9	0.31	0.36	0.39	0.43	0.50

1.2.1.5. *Cálculo de caudales máximos anuales*

Según la normativa 5.2-IC el cálculo de los caudales máximos anuales se obtienen de la siguiente manera:

$$Qt = \frac{It * C * A * K}{3,6}$$

Siendo:

- **Qt:** Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T
- **It:** Intensidad de precipitación
- **C:** Coeficiente medio de escorrentía
- **A:** Área de la cuenca
- **Kt:** Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

$$Kt = 1 + \frac{tc^{1,25}}{tc^{1,25} + 14} = 1 + \frac{1,026^{1,25}}{1,026^{1,25} + 14} = 1,0687$$

Tomando el periodo de retorno como 100 años, Qt tendrá un valor de:

$$Qt = \frac{51,62 * 0,34 * 24,87 * 1,0687}{3,6} = 129,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

De modo que el caudal máximo anual correspondiente a la zona objeto de estudio con un periodo de retorno de 100 años alcanza un valor de 129,57 m³/s

A continuación, se muestra las obras de drenaje propuestas para la alternativa escogida

- Desde el Pk. 0+800 hasta Pk 2+515 se dispone drenaje longitudinal con cuneta y colector, debido a las posibles escorrentías que se puedan producir en ese tramo debido a la idiosincrasia de la zona.
- En el resto del trazado se dispone de drenaje longitudinal con cuneta únicamente.
- En la zona del río moscas se dispone de drenaje transversal 6 tubos de hormigón armado de tamaño 3x1,0 metros, estos se disponen en la plataforma en la cual el trazado se dirige a Cuenca.
- En la plataforma de la bifurcación a Valencia en la zona del río moscas se disponen 4 tubos de 3x1,0 metros.



A continuación, en la siguiente tabla se muestran unos ejemplos de los drenajes a disponer a lo largo del recorrido.



ILUSTRACIÓN 6: CUNETA (FUENTE: GOOGLE IMAGES)

CUNETA



ILUSTRACIÓN 7: CUNETA CON COLECTOR (FUENTE: GOOGLE IMAGES)

CUNETA CON COLECTOR



ILUSTRACIÓN 8: TUBO DE HORMIGÓN (FUENTE: GOOGLE IMAGES)

TUBO DE HORMIGÓN



CAMINOS
upv



ANEJO 6. PRESUPUESTOS DE ALTERNATIVAS

TRABAJO FINAL DE MÁSTER:

“ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA
VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA
(CUENCA)”

AUTOR : MANUEL JIMÉNEZ GALLARDO

CURSO:2022-2023



ÍNDICE:

1. Presupuesto Alternativa 1.....	2
2. PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2.....	15
3. PRESUPUESTO ALTERNATIVA 3.....	26



1. PRESUPUESTO

ALTERNATIVA 1



CAPÍTULO 1: PLATAFORMA

1.1 DEMOLICIONES

Código	UD	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P1.1	m	Levantamiento y retirada de vías (traviesas, carril, aparatos de vías y demás elementos) y de balasto existente, incluso carga, transporte, descarga, acopio y clasificación de los materiales	1	800	-	-	-	800	800	11.2	8960
P1.2	m3	Demolición de firme y/o cajeo	1	350	12	0.5	2100	2100	2100	5.5	11550
P1.3	m	Demolición de obra de drenaje existente	1	150	12	0.5	900	900	900	90	81000

1.2 EXPLANACIONES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P2.1	m3	Excavación de la explanación mediante medios mecánicos	1	-	-	-	689389.63	689389.63	1134328.5	1.61	1826268.885
P2.2	m3	Terraplén con productos procedentes de la excavación	1	-	-	-	721790.4	721790.4	631519	1.63	1029375.97
P2.3	m3	Transporte de tierras a vertedero con medios auxiliares	1	-	-	-	32400.77	32400.77	0	4.05	0
P2.4	m3	Terraplén con productos procedentes de préstamo	1	-	-	-	0	0	502809.5	3.9	1960957.05
1.3 DRENAJE											
Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud (km)	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)**



P3.1	km	Drenaje longitudinal con cuneta y colector P.K. 0+800-2+515	1,715	-	-	-	1,715	1.72	132000	226380
P3.2	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 2+515-12+293	9.77	-	-	-	9.77	9.77	40000	390800
P3.3	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 0+000-0+960	0.96	-	-	-	0.96	0.96	132000	126720
P3.3	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Moscas P.K. 1+300 - 2+100	18 (6 tubos)	-	-	-	18	18	645	11610



P3.4	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Desvío a Valencia Zona Río Moscas P.K. 0+000 - 1+000		12 (4 tubos)	-	-	-	12		12	645	7740
------	---	--	--	--------------	---	---	---	----	--	----	-----	------

1.4 ESTRUCTURAS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P4.1	m	Puente sobre el río Júcar con cimentación profunda	1	550	6.5	-	-	3575	3575	1500	5362500
P4.2	m	Muro Pantalla h>3 m	1	1500	-	-	-	1500	1500	1500	2250000
P4.3	m	Modificación estructura existente Puente N-420 en el P.k. 6+120	1	-	-	-	-	1	1	150000	150000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P4.4	m2	Paso Inferior Camino P.K. 2+000	1	25	8	-	-	200	4960		
		Paso Inferior Camino P.K. 3+517	1	30	8	-	-	240			
		Paso Inferior Camino P.K. 4+920	1	30	8	-	-	240			
P4.5	m2	Paso Inferior Camino P.K. 7+418	1	20	8	-	-	160			
P4.6	m2	Paso Inferior Camino P.K. 7+618	1	20	8	-	-	160			
P4.7	m2	Paso Inferior Camino P.K. 8+888 dirección Cuenca; P.K. 0+160 desvío Valencia	1	80	8	-	-	640			
										4960	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P4.8	m2	Paso Inferior Camino P.K. 9+158	1	20	8	-	-	160		
P4.9	m3	Paso Inferior Camino P.K. 0+420 (Desvío Valencia)	1	20	8	-	-	160		
P4.10	m4	Paso Inferior Nacional 420 P.K. 9+018 dirección Cuenca; P.K. 0+320 desvío Valencia	1	200	15	-	-	3000		
									850	4216000

1.5 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y CAMINOS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P5.1	Km	Reposición de caminos P.K 2+000	1	0,5	-	-	-	0.5	0.5	120000	60000
P5.2	Km	Reposición de caminos P.K 3+517	1	0,65	-	-	-	0.65	0.65	120000	78000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P5.3	Km	Reposición de caminos P.K 4+920	1	0,6	-	-	-	0.6	0.6	120000	72000
P5.4	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 7+418	1	0,7	-	-	-	0.7	0.7	120000	84000
P5.5	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 7+618	1	0,8	-	-	-	0.8	0.8	120000	96000
P5.6	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 8+888 dirección Cuenca; P.K. 0+160 desvío Valencia	1	0,9	-	-	-	0.9	0.9	120000	108000
P5.7	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 9+158	1	0.5	-	-	-	0.5	0.5	120000	60000
P5.8	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 0+420 (Desvío Valencia)	1	0,5	-	-	-	0,5	0.5	120000	60000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P5.9	Km	Reposición de caminos Nacional 420 P.K. 9+018 dirección Cuenca; P.K. 0+320 desvío Valencia	1	1	-	-	-	1		1	530000	530000

CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA

Código	Unidades	Descripción	No	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P7.1	m	Vía única (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	11591	-	-	-	11591	11591	650	7534150
P7.2	m	Vía doble (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	1981	-	-	-	1981	1981	1000	1981000
											9515150

CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

Código	Unidades	Descripción	No	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
--------	----------	-------------	----	----------	---------	--------	---------	-----------	----------	--------------------	----------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)**



P8.1	Km	Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 0+000 - P.K 0+585	1	0.58	-	-	-	0.58			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 2+340 - P.K 3+136	1	0.8	-	-	-	0.8			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 3+136 - P.K 4+180	1	1.05	-	-	-	1.05			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 5+260 - P.K 6+040	1	0.78	-	-	-	0.78			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 8+558 - P.K 9+100	1	0.55	-	-	-	0.55			



CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P9.1	m2	Revegetación	1	100000	-	-	-	100000	100000	4.7	470000

CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P10.1	m	Reposición subterránea o aérea línea eléctrica BT	1	2865	-	-	-	2865	2865	63.5	181927.5

CAPÍTULO 6: ESTACIONES

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
--------	----------	-------------	----	----------	---------	--------	---------	-----------	----------	--------------------	----------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P11.1	PA	Apedero junto al nuevo hospital de CASTILLA-LA MANCHA	1	-	-	-	-	1			1900000
		Adaptación de las instalaciones de la estación Cuenca-Fernando Zóbel de Alta Velocidad	1	-	-	-	-	1		300000	300000
		Modificación de las instalaciones actuales de la estación Cuenca	1	-	-	-	-	1		3000000	3000000
COSTE TOTAL PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)										37.830.029.41Euros	



2. PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2



CAPÍTULO 1: PLATAFORMA

1.1 DEMOLICIONES

Código	UD	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P1.1	m	Levantamiento y retirada de vías (traviesas, carril, aparatos de vías y demás elementos) y de balasto existente, incluso carga, transporte, descarga, acopio y clasificación de los materiales	1	1000	-	-	-	1000	1000	11.2	11200
P1.2	m3	Demolición de firme y/o cajeo	1	250	12	0.5	1500	1500	1500	5.5	8250
P1.3	m	Demolición de obra de drenaje existente	1	125	12	0.5	750	750	750	90	67500

1.2 EXPLANACIONES

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
--------	----------	-------------	----	----------	---------	--------	---------	-----------	----------	--------------------	----------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P2.1	m3	Excavación de la explanación mediante medios mecánicos	1	-	-	-	977018.89	977018.89	977018.89	1.61	1573000.41
P2.2	m3	Terraplén con productos procedentes de la excavación	1	-	-	-	914516	914516	914516	1.63	1490661.08
P2.3	m3	Transporte de tierras a vertedero con medios auxiliares	1	-	-	-	62503	62502.89	62502.89	4.05	253136.705
P2.4	m3	Terraplén con productos procedentes de préstamo	1	-	-	-	0	0	0	3.9	0

1.3 DRENAJE

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud (km)	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P3.1	km	Drenaje longitudinal con cuneta y colector P.K. 1+300-4+800		3.5	-	-	-	3.5	3.5	132000	462000
P3.2	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 5+720-13+852		8.10	-	-	-	8.1	8.1	40000	324000
P3.3	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 0+000-1+500 (Desvío Valencia)		1.50	-	-	-	1.5	1.5	132000	198000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P3.3	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Júcar P.K. 0+520 - 0+780 (2Tubos)	6	-	-	-	6	6	645	3870
P3.4	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Júcar P.K. 1+300 - 2+500 (12 Tubos)	36	-	-	-	36	36	645	23220
P3.5	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Moscas P.K. 9+762 - 11+076 (7 tubos)	21	-	-	-	21.0	21.0	645	13545
P3.6	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Desvío a Valencia Zona Río Moscas P.K. 0+000 - 1+000(4 tubos)	12	-	-	-	12.0	12.0	645	7740

1.4 ESTRUCTURAS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P4.1	m	Puente sobre el río Júcar con cimentación profunda	1	200	6.5	-	-	1300	1300	1500	1950000
P4.3	m	Modificación estructura existente Puente N-420 en el P.k. 5+500	1	-	-	-	-	1	1	150000	150000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P4.4	m2	Paso Inferior Nudo Viario junto al nuevo hospital de Castilla-La Mancha P.K. 2+665	1	65	40	-	-	2600	10120		
		Paso Inferior Camino P.K. 3+080	1	20	8	-	-	160			
		Paso Inferior Camino P.K. 3+820	1	30	8	-	-	240			
P4.5	m2	Paso Inferior Camino P.K. 4+420	1	50	8	-	-	400			
P4.6	m2	Paso Inferior Nacional 320 P.K. 5+040	1	200	15	-	-	3000			
P4.7	m2	Paso Inferior Camino P.K. 6+816	1	20	8	-	-	160			
P4.8	m2	Paso Inferior Camino P.K. 7+096	1	20	8	-	-	160			
P4.9	m3	Paso Inferior Camino P.K. 8+196	1	50	8	-	-	400			
P4.10	m3	Paso Inferior Nacional 420 P.K. 10+336	1	200	15	-	-	3000			



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P4.11	m3	Paso Inferior Desvío a Nacional 320a P.K. 0+620 desvío Valencia	1	50	15	-	-	750			
P4.12	m3	Paso Inferior Nacional 320a P.K. 0+780 desvío Valencia	1	200	15	-	-	3000			
P4.13	m3	Paso Inferior Nacional 320a P.K. 1+100 desvío Valencia	1	200	15	-	-	3000			
										850	8602000

1.5 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y CAMINOS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P5.1	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 3+080	1	0,5	-	-	-	0.5	0.5	120000	60000
P5.2	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 3+820	1	0,65	-	-	-	0.65	0.65	120000	78000
P5.3	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 4+420	1	0,6	-	-	-	0.6	0.6	120000	72000
P5.4	Km	Reposición de caminos Nacional 320 P.K. 5+040	1	0,7	-	-	-	0.7	0.7	120000	84000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P5.5	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 6+816	1	0,8	-	-	-	0.8	0.8	120000	96000
P5.6	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 7+096	1	0,9	-	-	-	0.9	0.9	120000	108000
P5.7	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 8+196	1	0.5	-	-	-	0.5	0.5	120000	60000
P5.8	Km	Reposición de caminos Nacional 420 P.K. 10+336	1	0,5	-	-	-	0,5	0.5	120000	60000
P5.9	Km	Reposición de caminos Desvío a Nacional 320a P.K. 0+620 desvío Valencia	1	1	-	-	-	1	1	530000	530000
P5.10	Km	Reposición de caminos Nacional 320a P.K. 0+780 desvío Valencia	1	1	-	-	-	1	1	530000	530000
P5.11	Km	Reposición de caminos Nacional 320a P.K. 1+100 desvío Valencia	1	1	-	-	-	1	1	530000	530000

CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
--------	----------	-------------	----	----------	---------	--------	---------	-----------	----------	--------------------	----------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P7.1	m	Vía única (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	12669	-	-	-	12669	12669	650	8234850
P7.2	m	Vía doble (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	3193	-	-	-	3193	3193	1000	3193000

11427850

CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P8.1	Km	Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 2+500 - P.K 3+200	1	0.7	-	-	-	0.7			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 5+500 - P.K 7+600	1	2.1	-	-	-	2.1			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 1+500 - P.K 2+000(Desvío Valencia)	1	0.5	-	-	-	0.5			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 0+000 - P.K 0+200(Desvío Valencia)	1	0.2				0.2			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 12+500 - P.K 13+852	1	1.35	-	-	-	1.35			



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



									4.85	550000	2667500
P8.2	Km	Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía doble P.K 0+374 - P.K 1+164(Desvío Valencia)	1	0.79	-	-	-	0.79			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía doble P.K 3+900 - P.K 5+625	1	1.73	-	-	-	1.73			
									2.52	935000	2356200

CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P9.1	m2	Revegetación	1	150000	-	-	-	150000	150000	4.7	705000

CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
--------	----------	-------------	----	----------	---------	--------	---------	-----------	----------	--------------------	----------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)





3. PRESUPUESTO ALTERNATIVA 3



CAPÍTULO 1: PLATAFORMA

1.1 DEMOLICIONES

Código	UD	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P1.1	m	Levantamiento y retirada de vías (traviesas, carril, aparatos de vías y demás elementos) y de balasto existente, incluso carga, transporte, descarga, acopio y clasificación de los materiales	1	600	-	-	-	600		11.2	
									600		6720
P1.2	m3	Demolición de firme y/o cajeo	1	150	12	0.5	900	900		5.5	
									900		4950
P1.3	m	Demolición de obra de drenaje existente	1	50	12	0.5	300	300		90	
									300		27000
P1.4	m3	Demolición aparente de edificación, incluso transporte a vertedero o gestor de residuos	1	20	10	2	400	400		8.99	
									400		3596

1.2 EXPLANACIONES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P2.1	m3	Excavación de la explanación mediante medios mecánicos	1	-	-	-	751731.81	751731.81	751731.81	1.61	1210288.21
P2.2	m3	Terraplén con productos procedentes de la excavación	1	-	-	-	359030.17	359030.17	359030.17	1.63	585219.17
P2.3	m3	Transporte de tierras a vertedero con medios auxiliares	1	-	-	-	392701.64	392701.64	392701.64	4.05	1590441.64
P2.4	m3	Terraplén con productos procedentes de préstamo	1	-	-	-	0	0	0	3.9	0

1.3 DRENAJE

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud (km)	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P3.1	km	Drenaje longitudinal con cuneta y colector P.K. 0+600-2+512		1.9	-	-	-	1.9	1.9	132000	250800
P3.2	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 3+500-8+493		5.00	-	-	-	5.0	5.0	40000	200000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P3.3	Km	Drenaje longitudinal con cuneta P.K. 0+000-2+843(Desvío Valencia)	2.84	-	-	-	2.8	2.8		132000	374880
P3.4	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Júcar P.K. 0+600 - 2+500 (7 Tubos)	21	-	-	-	21	21		645	13545
P3.5	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Tramo dirección Cuenca Zona Río Moscas P.K. 6+160 - 7+500 (5 tubos)	15	-	-	-	15.0	15.0		645	9675
P3.6	m	Tubo de hormigón armado de 3x1,0 m(Drenaje Transversal) Desvío a Valencia Zona Río Moscas P.K. 0+973 - 1+725 (2 tubos)	6	-	-	-	6.0	6.0		645	3870

1.4 ESTRUCTURAS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P4.1	m	Puente sobre el río Júcar con cimentación profunda	1	200	6.5	-	-	1300		1500	1950000
P4.2	m2	Paso Inferior Nudo Viario junto al nuevo hospital de Castilla-La Mancha P.K. 2+512	1	65	40	-	-	2600		7280	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P4.3	m2	Paso Inferior Camino P.K. 2+920	1	20	8	-	-	160
P4.4	m2	Paso Inferior Camino P.K. 3+634	1	30	8	-	-	240
P4.5	m2	Paso Inferior Camino P.K. 4+239	1	120	8	-	-	960
P4.7	m2	Paso Inferior Camino P.K. 5+260	1	20	8	-	-	160
P4.8	m2	Paso Inferior Carretera del Alcázar P.K. 5+640 dirección cuenca; P.K. 0+120 desvío Valencia	1	200	12	-	-	2400
P4.9	m3	Paso Inferior Camino de Estilla P.K. 5+900 dirección Cuenca; P.K. 0+380 desvío Valencia	1	75	8	-	-	600
P4.10	m3	Paso Inferior Camino P.K. 6+400	1	20	8	-	-	160
P4.11	m3	Paso Inferior Camino P.K. 0+900 (Desvío Valencia)	1	20	8	-	-	160
P4.12	m3	Paso Inferior Camino P.K. 7+340	1	20	8	-	-	160



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
 MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



P5.7	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 6+400	1	0.5	-	-	-	0.5		0.5	120000	60000
P5.8	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 0+900 (Desvio Valencia)	1	0,5	-	-	-	0,5		0.5	120000	60000
P5.9	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 7+340	1	0.8	-	-	-	0.8		0.8	530000	424000
P5.10	Km	Reposición de caminos Camino P.K. 6+581	1	0.8	-	-	-	0.8		0.8	530000	424000

CAPÍTULO 2: SUPERESTRUCTURA

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P7.1	m	Vía única (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	9243.8	-	-	-	9243.8	9243.8	650	6008470
P7.2	m	Vía doble (balasto, carril UIC 60 y traviesa)	1	2093.76	-	-	-	2093.76	2093.76	1000	2093760
											8102230



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



CAPÍTULO 3: INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

Código	Unidades	Descripción	Número	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P8.1	Km	Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 1+500 - P.K 2+200	1	0.7	-	-	-	0.7			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 2+500 - P.K 3+300	1	0.8	-	-	-	0.8			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 0+000 - P.K 0+600(Desvío Valencia)	1	0.6	-	-	-	0.6			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía única P.K 7+500 - P.K 8+493	1	1	-	-	-	1			
									3.1	550000	1705000
P8.2	Km	Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía doble P.K 0+900 - P.K 1+800(Desvío Valencia)	1	0.9	-	-	-	0.9			
		Instalaciones de seguridad y comunicaciones en vía doble P.K 6+000 - P.K 6+800	1	0.8	-	-	-	0.8			
									1.7	935000	1589500



CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P9.1	m2	Revegetación	1	50000	-	-	-	50000	50000	4.7	235000

CAPÍTULO 5: REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P10.1	m	Reposición subterránea o aérea línea eléctrica BT	1	1000	-	-	-	1000	1000	63.5	63500

CAPÍTULO 6: ESTACIONES

Código	Unidades	Descripción	Nº	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Parciales	Cantidad	Coste Unitario (€)	Coste(€)
P11.1	PA	Apeadero junto al nuevo hospital de CASTILLA-LA MANCHA	1	-	-	-	-	1			250000



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA VARIANTE FERROVIARIA DE LA LÍNEA CONVENCIONAL
MADRID – VALENCIA A SU PASO POR LA CIUDAD DE CUENCA (CUENCA)



Modificación de las instalaciones
actuales de la estación Cuenca

1

-

-

-

-

1

3000000

3000000

2

COSTE TOTAL PRECIO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

Euros

31.080.215