



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Estudio para la remodelación del enlace del P.K.
0+041 de la N-234 en el término municipal de Jérica,
Castellón.

Presentado por

Hernández Olmos, Andreu

Para la obtención del

Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2020/2021

Fecha: 20/07/2021

Tutor: Cuadrado Tarodo, Álvaro

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

1. MEMORIA



Índice

1. Objeto.....	1
2. Localización	1
3. Antecedentes	3
4. Planeamiento y tráfico	5
4.1. Planeamiento	5
4.2. Tráfico.....	6
4.2.1. Tráfico esperado en el año de puesta en servicio (2023) y en el año horizonte (2043)	7
4.2.2. Cálculos de niveles de servicio actuales y del año horizonte (2043) para la N-234....	9
4.2.3. Nivel de servicio de la glorieta proyectada el año de puesta en servicio (2023) y en el año horizonte (2043).	10
5. Trazado.....	11
5.1. Descripción de la zona de estudio.....	11
5.2. Descripción de las alternativas.....	12
5.2.1. Alternativa 1	12
5.2.2. Alternativa 2	13
5.2.3. Elección de alternativa	14
6. Estudio ambiental	14
6.1. Descripción de la alternativa nº2	14
6.2. Características generales de la zona de actuación.....	14
6.3. Acciones del proyecto que pueden provocar daños ambientales	14
6.4. Valoración de los impactos	15
7. Geotecnia	16
7.1. Características de la zona según el IGME.....	17
7.2. Características de la zona según la Generalitat Valenciana	17
7.3. Ensayos de proyectos cercanos.....	17
7.4. Taludes	18
8. Drenaje	18
8.1. Periodo de retorno.....	18
8.2. Área de la cuenca	19
8.3. Método de cálculo.....	19
8.4. Cálculo de caudales interceptados por las cunetas	20
8.5 Cunetas y obras de drenaje transversal	21
9. Reposición de servicios	21

10. Caminos de acceso	22
10.1. Afecciones por la construcción de la nueva glorieta y la remodelación del enlace y actuaciones propuestas	22
11. Soluciones al tráfico	23
11.1 Fases.....	23
12. Presupuesto	24
13. Conclusiones.....	25
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030	26
Bibliografía	28



1. Objeto

El objeto del presente trabajo, denominado *Estudio para la remodelación del enlace del P.K. 0+041 de la N-234 en el término municipal de Jérica (Castellón)*, es preparar un conjunto de documentos que estudien y desarrollen, con el grado de detalle exigible, un estudio de soluciones para la remodelación de dicho enlace.

Se tendrá en cuenta la normativa aplicable al diseño de este tipo de actuaciones en la Red de Carreteras del Estado. En particular, se tendrá en cuenta la Norma 3.1-I.C. (B.O.E. de 4 de marzo de 2016) y la Guía de Nudos Viarios (Orden Circular 32/2012).

2. Localización

El municipio de Jérica se encuentra en el interior montañoso de la provincia de Castellón, España.



Imagen 2.1. Situación del municipio de Jérica en la península ibérica.

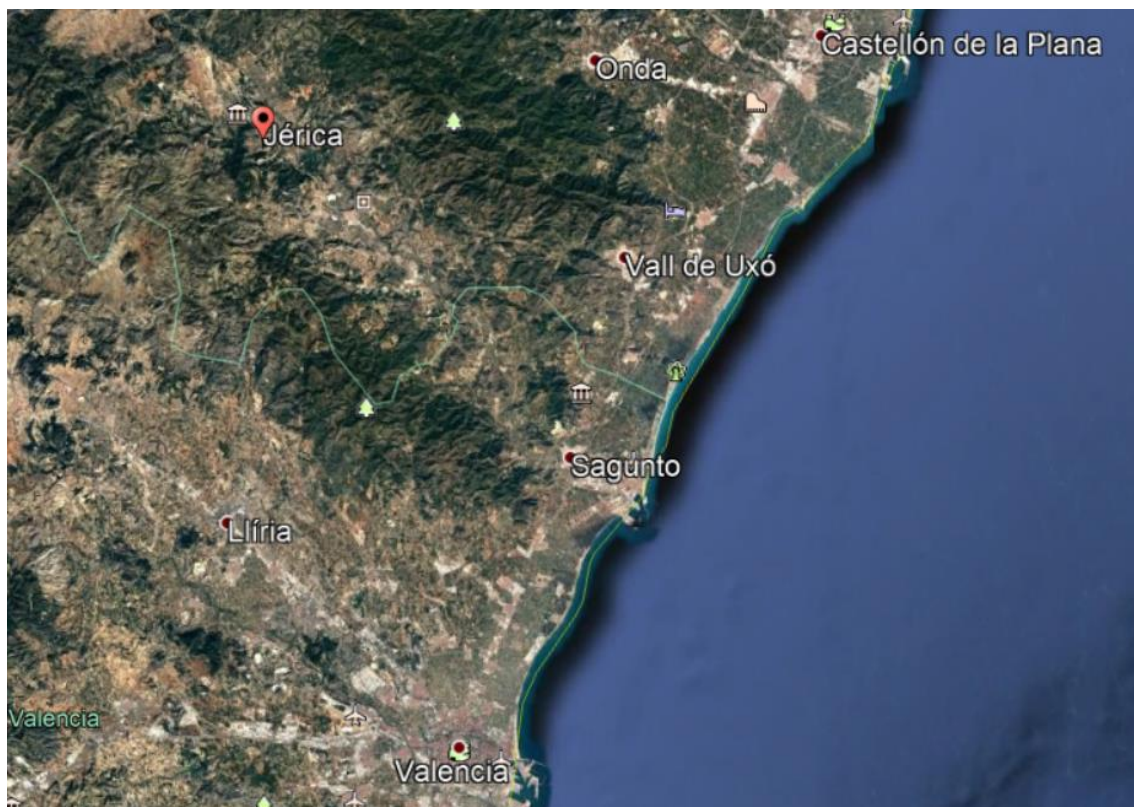


Imagen 2.2. Situación de Jérica en la provincia de Castellón.



Imagen 2.3. Vista general de Jérica y localización de la zona de actuación.

El área de actuación se encuentra en el P.K. 0+041 de la N-234, en el punto de enlace con la CV-212, en el término municipal de Jérica, provincia de Castellón, España.

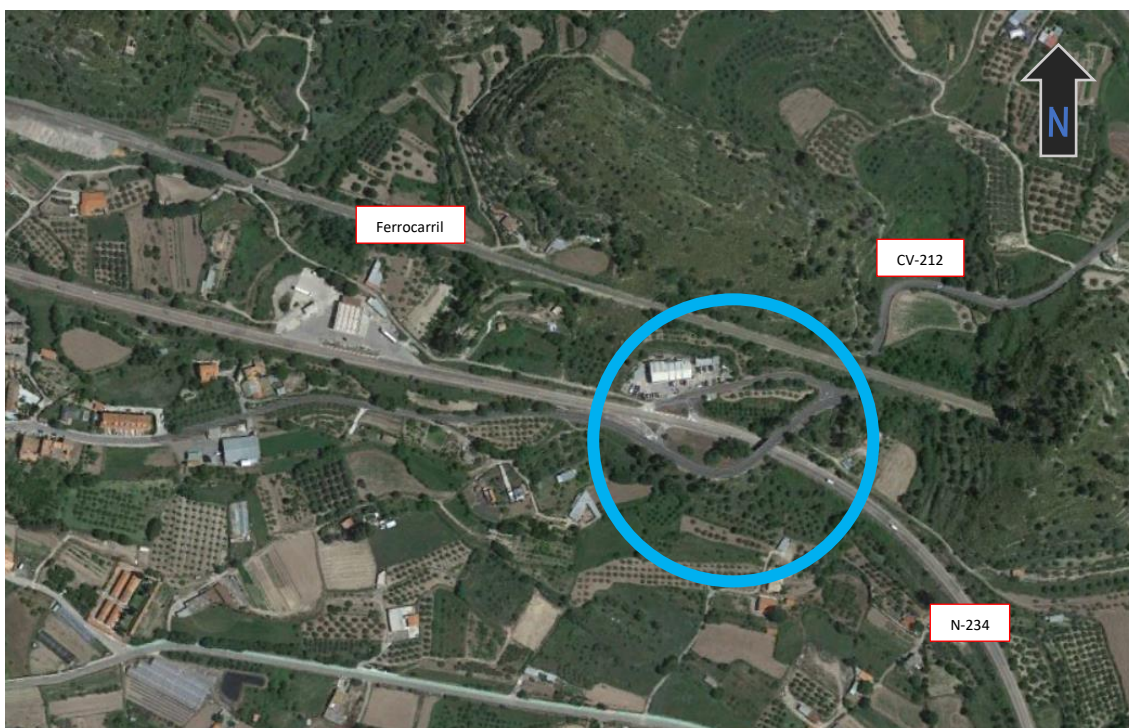


Imagen 2.4. Actual enlace entre la N-234 y la CV-212. Zona de actuación.

3. Antecedentes

El Estado es titular de la N-234, siendo el enlace con la carretera CV-212, de la que es titular la Diputación de Castellón, un paso a nivel con ramales de incorporación que no cumplen la *Norma 3.1-I.C. (B.O.E. de 4 de marzo de 2016)* y además no permite movimientos en las direcciones posibles: Sagunto, Teruel, Jérica y Novaliches.

Como se aprecia en la siguiente figura, los movimientos no permitidos son Jérica-Valencia y Teruel-Jérica:



Imagen 3.1. Movimientos no permitidos con el enlace actual.

Los ramales no cumplen con la normativa *Norma 3.1-I.C. (B.O.E. de 4 de marzo de 2016)* en diversos aspectos:

- Longitud de las cuñas de aceleración o deceleración: para una carretera con velocidad de proyecto 80 km/h, se exigen cuñas de 100 metros. En este caso, de los 4 ramales que se encuentran, 3 no tienen cuñas de aceleración o deceleración, y otro tiene una cuña más un carril de deceleración de 40 metros.

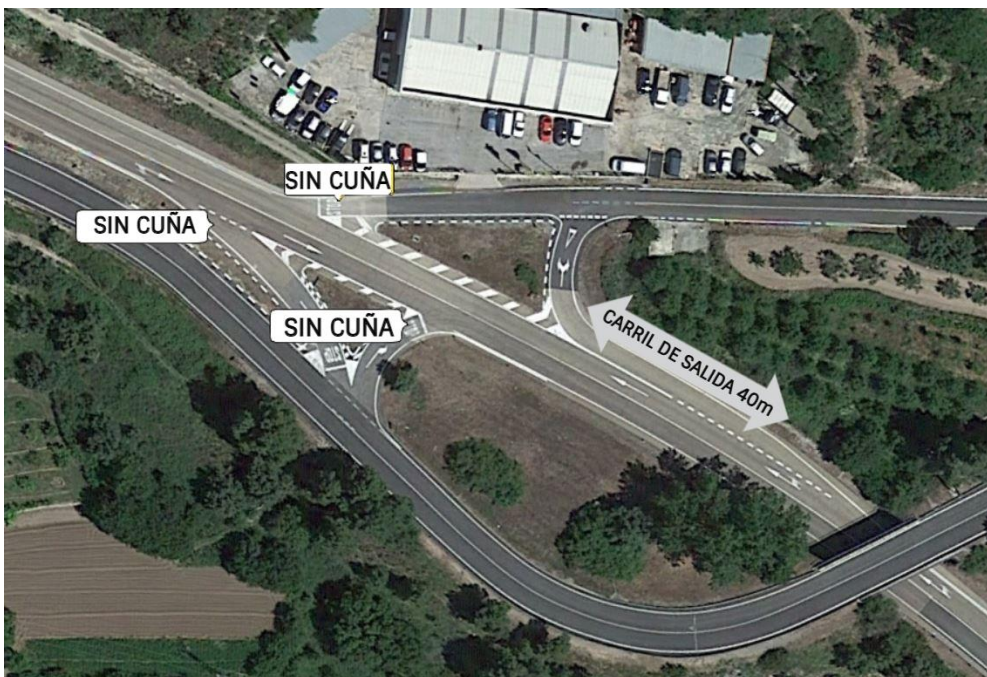


Imagen 3.2. Longitud de las cuñas de aceleración y carriles de salida.

- Ancho de las cuñas de aceleración o deceleración: se exige que estas tengan un ancho progresivo de 0 a 3,5 metros, aspecto que se cumple en 3 de los 4 ram



Imagen 3.3. Ancho de los carriles de entrada y salida.

- Distancia entre una salida y una entrada posterior: en ramales del mismo enlace la distancia mínima entre una salida y una entrada debe ser de 125 metros, y en este aspecto, no se cumple la norma en ninguno de los dos casos.



Imagen 3.4. Distancias entre salidas y entradas.

- Otro de los aspectos a mejorar en este enlace, es la entrada por el paso inferior del ferrocarril, la cual cuenta con escasa visibilidad. Ambas soluciones se diseñan para mejorar este ángulo de entrada y mejorar la visibilidad.

4. Planeamiento y tráfico

4.1. Planeamiento

A partir de las clasificaciones y usos del suelo recogidos en el *Plan General de Jérica*, aprobado el 3 de julio de 2017, se establece el terreno en el que nos encontramos se trata de un suelo **no urbanizable, protegido y reservado para infraestructuras**.

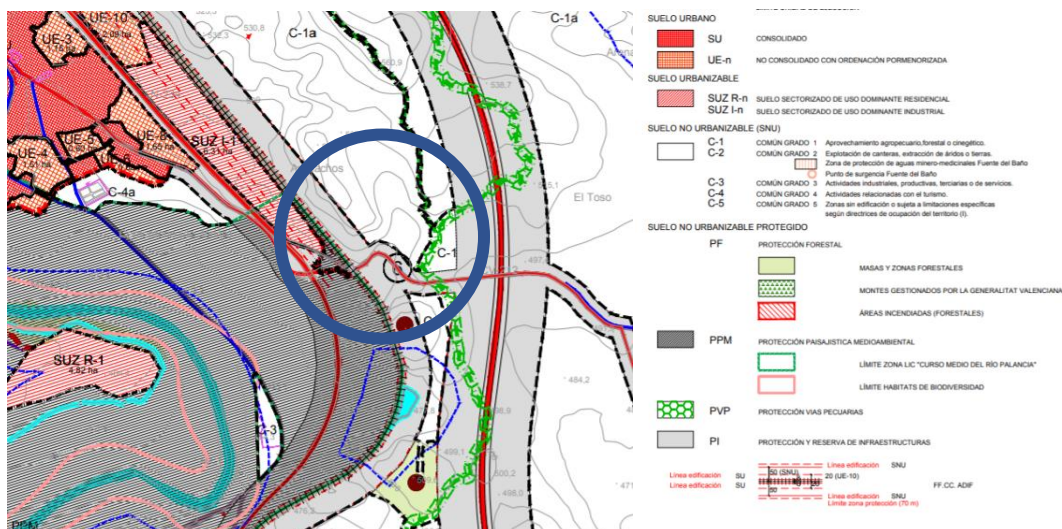


Imagen 4.1.1. Clasificación del suelo según el Plan General de Jérica.

Por otro lado, el *Plan General de Jérica* organiza también los suelos mediante una zonificación, en la cual se observa que la zona de actuación es **zona rural protegida para carreteras** y es de **dominio público**.

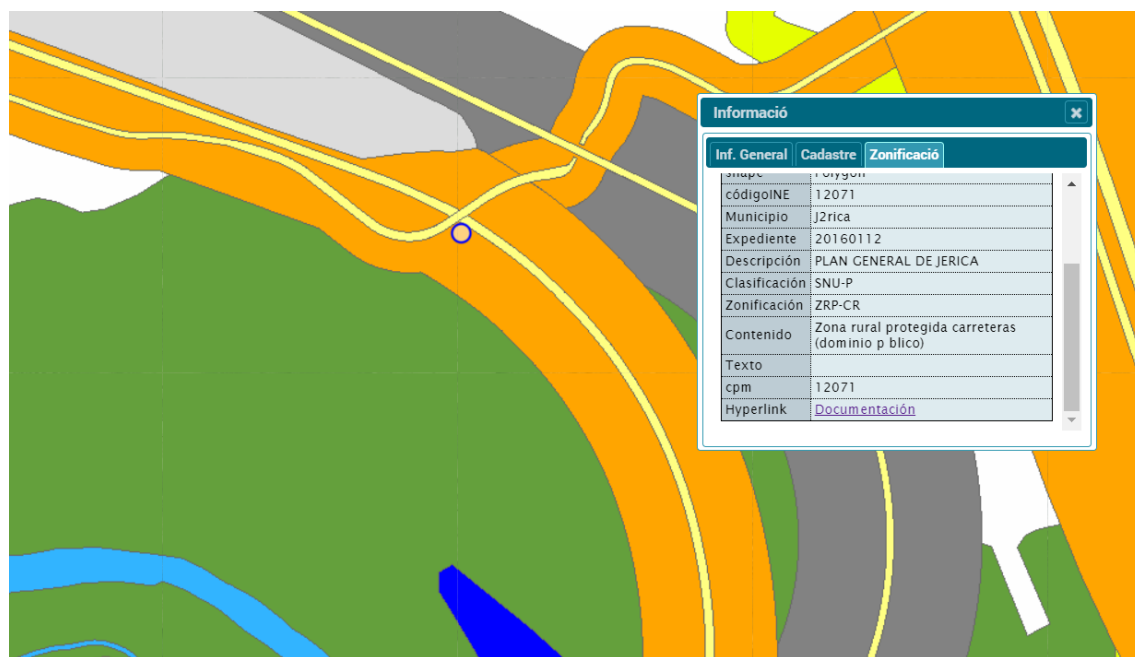


Imagen 4.1.2. Zonificación del suelo según el Plan General de Jérica.

4.2. Tráfico

Los datos de partida son los que ofrece el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en su web. Por otro lado, se han tomado aforos propios del enlace, en los que se observa que el flujo principal de vehículos es en la N-234 en ambos sentidos.

En la web de Ministerio, se encuentran datos de la carretera N-234 desde 2011 de IMD total, y desde 2016 los datos se encuentran divididos en IMD de ligeros y de pesados. Suponiendo el año 2023 como año de puesta en servicio de la nueva glorieta, se aplicará un incremento anual acumulativo hasta el año de puesta en servicio.

AÑO	N-234				TIPO DE ESTACIÓN DE AFORO
	IMD	IMDlig	IMDp	%p	
2019	1643	1148	495	30.13	COBERTURA
2018	1749	1299	450	25.73	COBERTURA
2017	2119	1545	574	27.09	COBERTURA
2016	2484	1801	683	27.50	COBERTURA
2015	2248	Sin datos	Sin datos	Sin datos	COBERTURA
2014	2317	Sin datos	Sin datos	Sin datos	COBERTURA
2013	2150	Sin datos	Sin datos	Sin datos	COBERTURA
2012	2511	Sin datos	Sin datos	Sin datos	COBERTURA
2011	2476	Sin datos	Sin datos	Sin datos	COBERTURA
2010	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Imagen 4.2.1. Tráfico existente en la N-234. Datos de tráfico del Ministerio.

4.2.1. Tráfico esperado en el año de puesta en servicio (2023) y en el año horizonte (2043)

Suponiendo el año 2023 como año de puesta en servicio de la nueva glorieta, se estimará el tráfico en el año de puesta en servicio. Para la estimación de la intensidad media diaria de tráfico en el año de puesta en servicio, se ha partido del % de crecimiento medio fijado en la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, que es siguiente:

PERIODO	INCREMENTO ANUAL ACUMULATIVO %
2017 en adelante	1.44

Imagen 4.2.1.1. Porcentaje de crecimiento fijado en la Orden FOM/3317/2010.

Aplicando el incremento anual acumulativo se obtienen los siguientes resultados para el año 2023:

AÑO	N-234			
	IMD	IMDlig	IMDp	%p
2020	1667	1165	502	30.13
2021	1691	1181	509	30.13
2022	1715	1198	517	30.13
2023	1740	1216	524	30.13

Imagen 4.2.1.2. Datos de tráfico estimados para 2023 según la Orden FOM/3317/2010.

Calculando la intensidad media diaria de pesados para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, se obtiene, siguiendo la *Norma 6.1 IC Secciones De Firme, De La Instrucción De Carreteras (BOE De 12 De Diciembre De 2003)*, una categoría de tráfico T2.

AÑO	N-234		
	IMD	PESADOS CARRIL PROYECTO	CATEGORÍA DE TRÁFICO
2020	1667	251	T2
2021	1691	255	T2
2022	1715	258	T2
2023	1740	262	T2

Imagen 4.2.1.3. IMD de pesados para el carril de proyecto y categoría de firme correspondiente.

Aplicando el incremento anual acumulativo hasta el año horizonte (2043) se obtienen los siguientes datos:

AÑO	N-234			
	IMD	IMDlig	IMDp	%p
2023	1740	1216	524	30.13
2024	1765	1233	532	30.13
2025	1790	1251	539	30.13
2026	1816	1269	547	30.13
2027	1842	1287	555	30.13
2028	1869	1306	563	30.13
2029	1896	1324	571	30.13
2030	1923	1344	579	30.13
2031	1951	1363	588	30.13
2032	1979	1382	596	30.13
2033	2007	1402	605	30.13
2034	2036	1423	613	30.13
2035	2065	1443	622	30.13
2036	2095	1464	631	30.13
2037	2125	1485	640	30.13
2038	2156	1506	650	30.13
2039	2187	1528	659	30.13
2040	2218	1550	668	30.13
2041	2250	1572	678	30.13
2042	2283	1595	688	30.13
2043	2316	1618	698	30.13

Imagen 4.2.1.4. Cálculo del tráfico en el año horizonte 2043.

4.2.2. Cálculos de niveles de servicio actuales y del año horizonte (2043) para la N-234.

Para la obtención de los niveles de servicio se siguen los criterios del *Highway Capacity Manual (HCM)*. En el *Anejo 2.1. Planeamiento y tráfico*, se encuentran desarrollados los cálculos para la obtención de los niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	Clase II	PTSF	25.0504879	A
	PTSF(%)	BPTSF	10.4504879	
A	PTSF(%)≤40	f_np,PTSF	29.2	
B	40 <PTSF≤55	v_d,PTSF	89	veh/d
C	55 <PTSF≤70	v_o,PTSF	89	veh/d
D	70 <PTSF≤85			
E	PTSF >85			

Imagen 4.2.2.1. Nivel de servicio actual según HCM.

NIVEL DE SERVICIO	Clase II		PTSF	28.221531	A
	PTSF(%)				
A	PTSF(%)≤40		BPTSF	13.621531	
B	40 <PTSF≤55		f_np,PTSF	29.2	
C	55<PTSF≤70		v_d,PTSF	119	veh/d
D	70<PTSF≤85		v_o,PTSF	119	veh/d
E	PTSF>85				

Imagen 4.2.2.2. Nivel de servicio según HCM.

Por tanto, el **nivel de servicio actual y el nivel de servicio en el año horizonte (2043) de la N-234 en ambos sentidos del tramo de estudio es A.**

4.2.3. Nivel de servicio de la glorieta proyectada el año de puesta en servicio (2023) y en el año horizonte (2043).

Para el cálculo de los niveles de servicio de la nueva glorieta se utilizan los datos de campo propios, en los que se muestran las direcciones de los vehículos durante una hora. Para ello, se ha estimado la intensidad de una hora media.

Aforo propio Media horaria	A	Sagunto		Teruel		Jérica		Novaliches		TOTAL DE VEHÍCULOS (1 HORA MEDIA)
		Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	
De					94		8		4	274
Sagunto										
Teruel			98		2		0		21	
Jérica			1		4				13	
Novaliches			14		3		12			

En amarillo movimientos no permitidos. *Dos(2) vehículos realizaron un cambio de sentido

Imagen 4.2.3.1. Intensidad horaria en cada dirección a partir de aforo propio.

Nivel de servicio	Demora
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 35$
E	$35 < d \leq 60$
F	$d > 60$

Imagen 4.2.3.2. Nivel de servicio según HCM.

A partir de los cálculos realizados en el Anejo.2.1. Planeamiento y tráfico, se obtiene una demora $d = 8.240$ s y por tanto un **nivel de servicio A en el año de puesta en servicio (2023)** para la nueva glorieta planteada.

Para el cálculo del tráfico esperado en la glorieta se han obtenido resultado a partir de la aplicación de la *Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre* en el aforo propio. Obteniendo así una demora $d = 8.673$ s y por tanto un **nivel de servicio A en el año horizonte (2043)** para la glorieta planteada.

5. Trazado

En el presente apartado se definirán las modificaciones de trazado de las carreteras N-234 y CV-212, así como el trazado de la nueva glorieta.

5.1. Descripción de la zona de estudio

Jérica es un municipio de la comarca Alto Palancia, con una población aproximada de 1500 habitantes, número que se ve duplicado en época estival por el carácter recreativo de la zona. A través de su núcleo urbano, transcurre la antigua carretera nacional, que posteriormente dejaría de serlo al construirse la variante de la N-234. El crecimiento del municipio ha hecho que las viviendas se sitúen a ambos lados de la N-234, por donde los vehículos circulan a altas velocidades.



Imagen 5.1.1. Proximidad de viviendas a la N-234 a su paso por Jérica.

El emplazamiento de una glorieta en enlace del P.K. 0+041 permitiría una entrada sur que cumpla la normativa, además de permitir los movimientos en todas las direcciones posibles (Teruel, Valencia, Novaliches y Jérica). Por otro lado, obligaría a los vehículos a reducir la velocidad en el tramo en el que la N-234 atraviesa el municipio.

De este modo, el tramo de N-234 que atraviesa el municipio queda entre dos glorietas, reduciéndose así la velocidad y permitiendo la entrada y salida de los habitantes sin atravesar el núcleo urbano.



Imagen 5.1.2. Actuales accesos al municipio.

5.2. Descripción de las alternativas

En este subapartado se da una breve descripción de las alternativas, las cuales se encuentran desarrolladas en el *Anejo 2.2. Trazado*.

En *Anejo 2.2. Trazado* se presentan los listados de definición geométrica de los ejes proyectados, tanto en planta como en alzado. Las alternativas planteadas quedarían definidas por los siguientes ejes:

- N-234
- CV-212
- Glorieta
- Acceso desde concesionario de automóviles a CV-212
- Intersección CV-212 con N-234

5.2.1. Alternativa 1

Se trata de emplazar la nueva glorieta con centro bajo el paso superior actual, lo que implica que este se debe derribar.

Aunque esta sería el emplazamiento idóneo por visibilidad, ya que se encuentra en el vértice de la curva de la N-234, en el *Anejo 2.2. Trazado* se detalla que la CV-212 tendría una pendiente demasiado pronunciada para enlazarse a la glorieta.

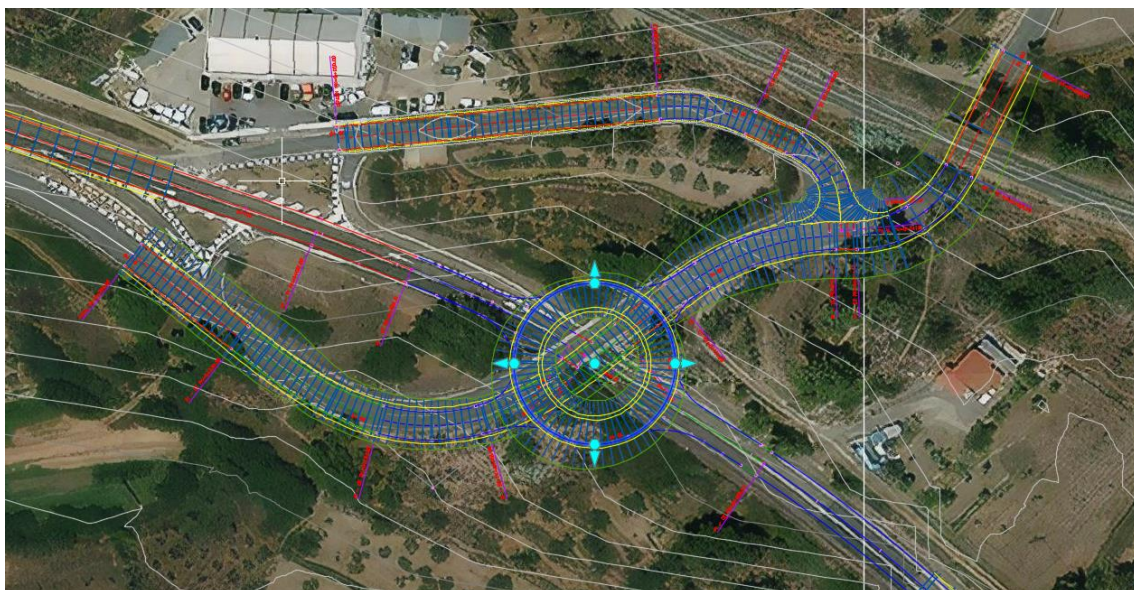


Imagen 6.2.1.1. Vista general de la alternativa 1.

5.2.2. Alternativa 2

Se trata de emplazar la nueva glorieta 36 metros tras el paso superior. No implica el derribo del paso superior.

Aunque en este caso la visibilidad de entrada es algo menor que en la alternativa 1, esta permite enlazar la CV-212 sin fuertes pendientes, pero implica modificar su trazado en planta para enlazar con la glorieta de forma perpendicular.

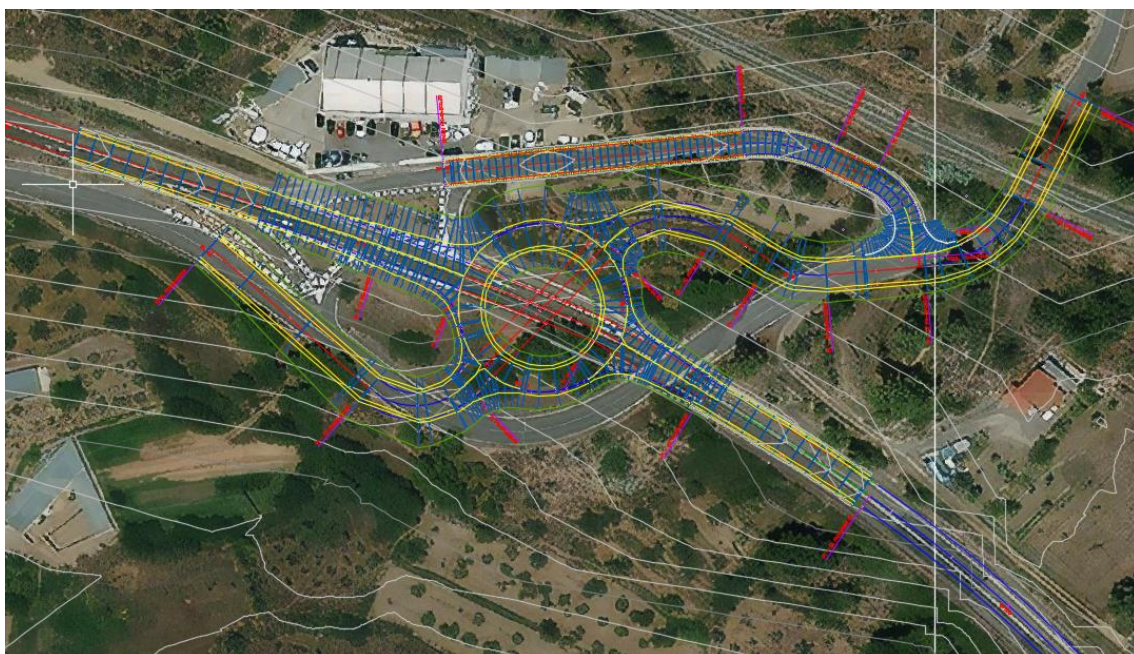


Imagen 6.2.2.1. Vista general de la alternativa 2.

5.2.3. Elección de alternativa

Debido a que no se pueden cumplir los mínimos de la normativa respecto a la seguridad vial en la CV-212 para la Alternativa 1, se escoge la Alternativa 2. En los anejos 2.6 *Reposición de servicios* y 2.7 *Caminos de acceso* se dan otras razones para elegir la Alternativa 2.

6. Estudio ambiental

En el presente apartado se muestra la valoración de los impactos que se realiza en el *Anejo 2.3. Estudio ambiental*, en el cual se identifican los impactos de las actividades relacionadas con la ejecución de las obras de la alternativa n°2, aunque los impactos para la alternativa n°1 serían similares a los que se van a describir.

6.1. Descripción de la alternativa n°2

La solución elegida consiste en sustituir el enlace por una glorieta con centro 36 metros tras el paso superior actual.

El diseño de esta alternativa implica modificar la planta y el alzado de la carretera CV-212, para suavizar su trazado y así conectarla adecuadamente a la glorieta.

El trazado de la N-234 no se modifica hasta las proximidades de la glorieta, donde se deben ejecutar las patas de esta.

El acceso al concesionario de automóviles se modifica en su tramo final para conectarlo a la carretera CV-212 mediante una intersección en T.

6.2. Características generales de la zona de actuación

La actuación propuesta no modifica el paisaje de la zona ya que se trata de remodelar un enlace, de modo que la nueva glorieta queda integrada en la zona tal y como lo hace actualmente el enlace.

Sin embargo, las repercusiones ambientales pueden depender también del modo de ejecución de las obras, de la distancia desde estas hasta los vertederos, de las instalaciones auxiliares, etc.

La vegetación predominante son cultivos herbáceos, frutales no cítricos, pastizales y olivares. Son de interés comunitario los pinares mediterráneos, bosques de enebros o el tejo común.

En cuanto a la fauna, se encuentran especies de interés comunitario como el cangrejo de río.

6.3. Acciones del proyecto que pueden provocar daños ambientales

Para estudiar la forma en que las soluciones pueden incidir sobre el medioambiente de la zona, es necesario identificar las acciones que pueden generar daños. La identificación de

acciones impactantes se realiza durante las tres fases de vida del proyecto, las cuales se desarrollan en el *Anejo 2.3. Estudio ambiental*:

- Fase de construcción: engloba todas las operaciones necesarias para la ejecución material de las soluciones. Son todas aquellas acciones que tienen relación con la obra civil previas a la puesta en servicio.
- Fase de explotación: comprende las acciones y operaciones propias de la puesta en servicio de la infraestructura. Estas operaciones son muy variables dependiendo del objeto con que se realice la solución en cuestión. comprende las acciones y operaciones propias de la puesta en servicio de la infraestructura.
- Fase de abandono: engloba las operaciones necesarias, si las hay, para que tras la vida útil de las instalaciones, el área de ubicación quede en condiciones similares a las que existían cuando dio comienzo la construcción de la obra o en consonancia con la estética paisajística del momento del abandono.

6.4. Valoración de los impactos

Tras la identificación de las alteraciones en el *Anejo.2.3. Estudio ambiental*, se muestra la valoración final de los impactos que tiene el proyecto sobre el medio.

Dada la gran cantidad de métodos de clasificación de impacto existentes en la actualidad y la inexistencia de un criterio unificado para su realización y obtención de conclusiones, se ha optado por la elaboración de matrices que muestran lo que se ha expresado anteriormente y caracterizan adecuadamente el impacto.

Globalizando los criterios anteriores y conocidos los tipos de impacto y sus características más significativas, se puede hacer la valoración cuantitativa del impacto. La expresión de tal valoración se ha concentrado en la siguiente escala:

- Impacto compatible (C): aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas protectoras o correctoras.
- Impacto moderado (M): aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas y en el que la consecuencia de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto severo (S): aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que, aún con estas medidas, la recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- Impacto crítico (C): aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable.

En la siguiente tabla se muestran los códigos para la tabla de valoración de impactos:

SIGNO	+ POSITIVO
	- NEGATIVO
DURACIÓN	1 CORTO PLAZO
	2 MEDIO PLAZO
	3 LARGO PLAZO
REVERSIBILIDAD	1 REVERSIBLE
	2 PARCIALMENTE REVERSIBLE
	3 IRREVERSIBLE
MAGNITUD	1 LEVE
	2 MEDIA
	3 GRAVE
CERTEZA	1 CIERTO
	2 PROBABLE
	3 IMPROBABLE

Tabla 6.4.1. Códigos para la valoración de impactos

En la siguiente tabla se muestra la valoración de cada impacto:

IMPACTO	SIGNO	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	MAGNITUD	CERTEZA	CALIFICACIÓN
FAUNA	-	1	1	1	1	Compatible
FLORA	-	2	1	1	1	Compatible
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO					3	Inexistente
ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS					3	Inexistente
CALIDAD DEL AIRE	-	2	1	1	1	Compatible
MEDIO SOCIOECONÓMICO	+	3	3	2	1	Compatible
RUIDOS Y VIBRACIONES	-	1	1	1	1	Compatible
GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA	-	3	3	1	1	Compatible
PAISAJE	+	3	3	1	2	Compatible
HIDROLOGÍA	-	3	3	1	2	Compatible

Tabla 6.4.2. Valoración de impactos

Según la valoración de impactos que se ha realizado, se concluye que las afecciones previstas serán leves, ya que todos los impactos son COMPATIBLES, INEXISTENTES o POSITIVOS. Por tanto, se considera un proyecto **VIABLE AMBIENTALMENTE**.

7. Geotecnia

El objeto de este apartado es la caracterización de la zona en la que se realizará la nueva intersección. Al tratarse de una remodelación, se muestra información de las características geotécnicas de la zona y los taludes a disponer.

7.1. Características de la zona según el IGME.

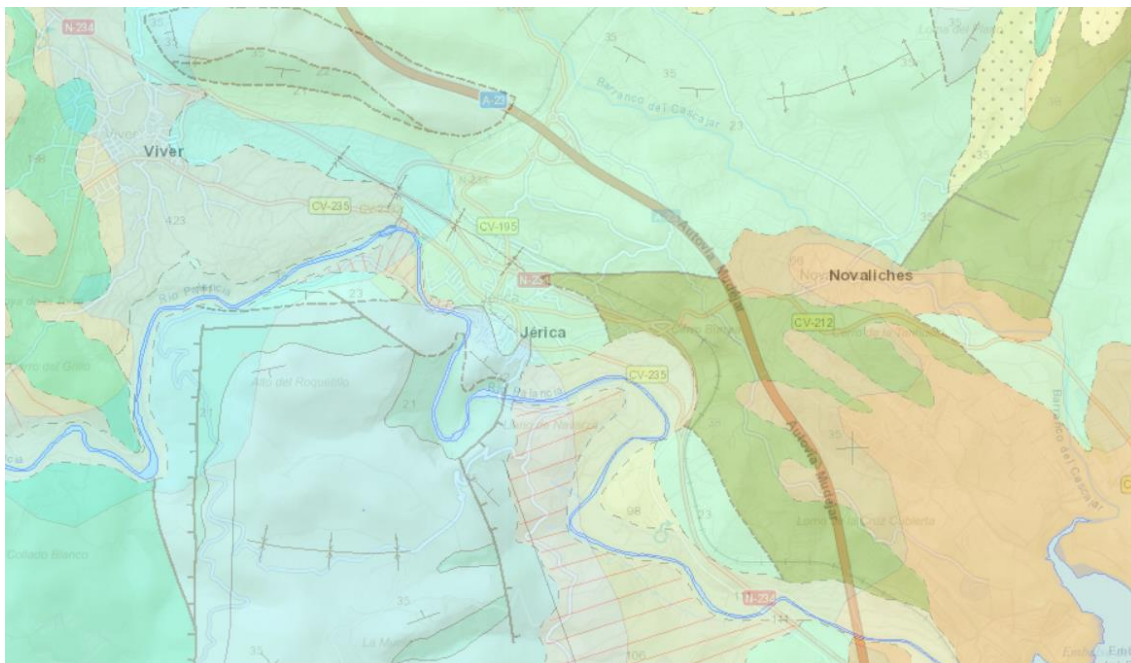


Imagen 7.1. Visor cartográfico del IGME

La información que ofrece el visor cartográfico del IGME indica una alternancia de arcillas, areniscas, margas, calizas y conglomerados.

7.2. Características de la zona según la Generalitat Valenciana

A través del *Visor Cartogràfic de la Generalitat Valenciana* se extraen características de la litología de la zona, en la que encontramos una mezcla de aluvión, calizas y dolomías, y margas.

En cuanto a la litomorfología, la web indica que existe una cobertura calcárea mesozoica del cuaternario. Se encuentra un suelo con arcillas duras.

La pendiente de la zona es menor al 15%, lo que indica que no hay grandes pendientes.

7.3. Ensayos de proyectos cercanos

En este apartado se muestra un resumen de los ensayos del proyecto *Estudio de soluciones para mejora de terraplén sobre el que asienta la plataforma ferroviaria entre los P.K. 133+180 y 133+925 de la línea Teruel-Sagunto en el T.M. de Teruel*, los cuales se desarrollan en el *Anejo.2.4. Geotecnia*.

SONDEO	PROF	MI/SPT	PROF. MUESTRA	Nº GOLPES/ 15 cm						N ₃₀	N ₃₀ '	ENSAYOS IN SITO		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
												PRESIOMETRO		
												Nº	PROF. (m)	
1	20,2	SPT-1	3,00-3,60	3	3	5	6	8	10			De 0,00 a -2,50 m: Rellenos granulares De 2,50 a -3,60 m: Limos arcillosos De 3,60 a -8,10 m: Arcillas limosas De 8,10 a -14,20 m: Limos arcillosos De 14,20 a -17,20 m: Limos arenosos De 17,20 a -20,20 m: Limos arenosos con cantos		
		SPT-2	5,00-5,60	3	4	6	5	10	10					
		MI-1	7,50-8,10	6	4	7	7	11	9					
		SPT-3	9,50-10,10	4	5	5	6	10	8					
		SPT-4	12,50-13,10	7	7	5	6	12	8					
		SPT-5	15,00-15,40	29	46	50			R	60				
2	20,3	SPT-1	3,50-4,10	4	5	6	7	11	13			De 0,00 a -2,90 m: Rellenos granulares De 2,90 a -3,50 m: Limos arenosos con cantos De 3,50 a -8,10 m: Arcillas limosas De 8,10 a -9,50 m: Limos arcillosos De 9,50 a -13,70 m: Arcillas limosas De 13,70 a -17,50 m: Limos arcillosos con cantos De 17,50 a -20,30 m: Gravas con matriz arcillosa		
		SPT-2	5,50-6,10	3	4	4	6	8	8					
		MI-1	7,50-8,10	3	4	5	6	9	8					
		SPT-3	10,00-10,60	3	3	4	5	7	5					
		SPT-4	12,50-13,10	4	6	9	11	15	10					
		SPT-5	15,00-15,10	50					R	61				
3	23,8	SPT-1	14,40-14,80	23	35	50		R	52	1	14,90	De 0,00 a -2,00 m: Rellenos granulares De 2,00 a -13,70 m: Cuerpo del terraplén. Limos arcillosos y arcillas limosas De 13,70 a -21,30 m: Intercalación de arcillas limosas con margas carbonatadas blanquecinas De 21,30 a -22,00 m: Marga muy encostrada en lajas De 22,00 a -23,80 m: Arcilla limosa		
		MI-1	16,00-16,60	22	10	14	14	24	14					
		SPT-2	16,60-16,70	50					R	58				
		MI-2	19,00-19,20	43	50				R	54				
		SPT-3	21,00-21,50	15	20	37	50	57	29					
		SPT-4	22,50-22,51	50					R	50	2		17,00	
SPT-5	23,80-24,40	8	15	25	40	40	19							

Imagen 7.3. Tabla resumen de los resultados obtenidos en los ensayos realizados

Como datos a destacar, se ha obtenido un valor promedio de resistencia a compresión simple de 100KPa y una resistencia a corte sin drenaje de $C_u = 50\text{KPa}$. Para rellenos antrópicos se obtiene un módulo de elasticidad $E = 150 * C_u = 7500\text{KPa}$, al que se le asigna un Coeficiente de Poisson $\nu = 0,3$.

7.4. Taludes

Los taludes en desmonte de la zona se disponen hasta un límite de 1H/2V. Los taludes en terraplén de la A-23 están dispuestos con una inclinación 1H/1V. Para la construcción de la nueva glorieta se tendrán en cuenta estos límites, y se realizará una hidrosiembra en los taludes para que crezca vegetación autóctona, de modo que la obra se integre ambientalmente en la zona y las aguas no erosionen los taludes con facilidad.

8. Drenaje

Lo fundamental de este estudio es conocer las condiciones hidrológicas de la zona donde se va a llevar a cabo la remodelación del enlace entre las carreteras N-234 y CV-212, para obtener un soporte estadístico y poder dimensionar el drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera.

Los criterios, directrices, y especificaciones a seguir en el diseño de obras de drenaje están contempladas en la normativa vigente de la *Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial"* aprobada por Orden Ministerial 15 de febrero de 2016 (B.O.E. del 10 de marzo de 2016), y puesta en Vigor el 11 de Marzo de 2016.

El objeto de esta norma es establecer reglas generales y definir prescripciones para proyectar, construir y conservar adecuadamente las obras, elementos y sistemas de drenaje superficial de la Red de Carreteras del Estado.

8.1. Periodo de retorno

Según las restricciones citadas en el *Anejo 2.5. Drenaje*, el periodo de retorno apropiado para el cálculo hidráulico se limita en $T = 25$ años para el drenaje de la plataforma y los márgenes, y de $T = 100$ años para el drenaje transversal.

8.2. Área de la cuenca

A partir del software informático *Civil 3D* y del *Visor Cartogràfic de la Generalitat Valenciana*, se ha obtenido el área de la cuenca que afecta a la zona de actuación.



Imagen 8.2. Área de la cuenca. 39,6 ha.

8.3. Método de cálculo

En este caso, la elección del método de cálculo para la obtención del caudal máximo es por el MÉTODO RACIONAL, ya que la cuenca de estudio tiene un área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ km}^2$) y no se va a ver afectada por nuevas aportaciones.

Siguiendo este método, el caudal máximo anual (Q_T), correspondiente a un periodo de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

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

Siendo:

- Q_T (m^3/s) = Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.

- $I(T, t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional) = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- A (km²) = Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_t (adimensional) = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

A partir de todos los cálculos desarrollados en el *Anejo 2.5. Drenaje*, se obtienen los siguientes resultados para cada variable y los caudales máximos asociados a la cuenca.

T (años)	K_t	C	$I(T,t)$ (mm/h)	A (km ²)	Q (m ³ /s)
25	1.02	0.62	127.11	0.40	8.81
100	1.02	0.62	172.51	0.40	11.95

Imagen 8.3. Cálculo de los caudales para los distintos periodos de retorno.

8.4. Cálculo de caudales interceptados por las cunetas

Como indica la *Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial"* se debe comprobar que se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- La capacidad hidráulica de los elementos lineales en régimen uniforme y lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto Q_P .

$$Q_{CH} = \frac{j^{1/2} * R_H^{2/3} * S_{MAX}}{n} \geq Q_P$$

- La velocidad media del agua para el caudal de proyecto debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material.

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \geq V_{MAX}$$

Tras los cálculos desarrollados en el *Anejo 2.5. Drenaje* se obtiene para los siguientes periodos de retorno:

T (años)	K_t	C	$I(T,t)$ (mm/h)	A (km ²)	Q (m ³ /s)
25	1.02	0.62	127.11	0.0082	0.18
100	1.02	0.62	172.51	0.0082	0.25

Imagen 8.4. Cálculo de caudales interceptados por las cunetas

8.5 Cunetas y obras de drenaje transversal

Se dispondrán cunetas a ambos lados de las secciones. Se ha optado por la solución de elementos prefabricados de hormigón. Las pendientes de estas cunetas se asemejarán a las longitudinales de la vía.

Las aguas pluviales recogidas en cada tramo serán canalizadas hasta las obras de drenaje transversal, a partir de las cuales se evacuará el agua a la red de pluviales municipal más cercana.

El diámetro de las obras de drenaje debe ser superior a 0,4 m como indica la normativa de drenaje aplicada. Además se debe comprobar que todas ellas disponen de una capacidad superior al caudal a evacuar.

Todo el caudal será recogido por las cunetas y no será interceptado por la glorieta, ya que se dispondrán cunetas perimetrales para recoger las aguas provenientes de la plataforma y los taludes.

9. Reposición de servicios

El presente apartado tiene por objeto la definición y valoración de las obras necesarias para la realización de las reposiciones de los servicios que resulten afectados correspondientes al estudio de soluciones para la ejecución de una glorieta entre las carreteras N-234 y CV-212.

En este caso, el único servicio a tener en cuenta es la línea eléctrica.

La situación del poste más cercano al paso superior refuerza la elección de la Alternativa n°2, ya que esta no afectará de ningún modo a la instalación eléctrica.

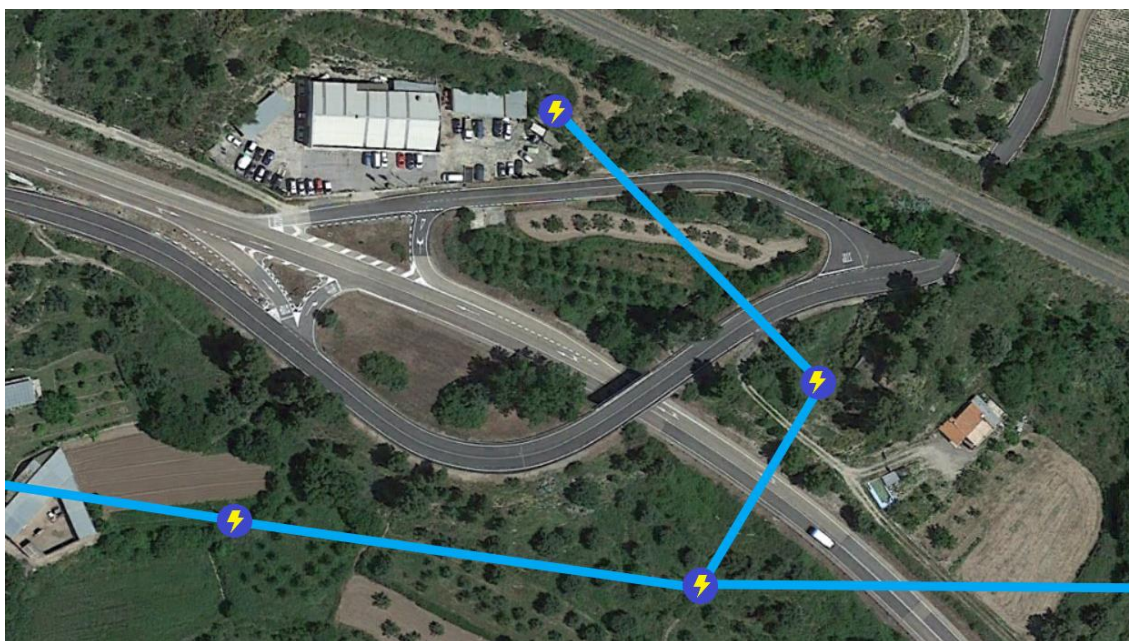


Imagen 9. Línea y postes eléctricos.

10. Caminos de acceso

En el presente apartado se relacionan las carreteras y caminos afectados por las alternativas de trazado del estudio de soluciones para el enlace entre las carreteras N-234 y CV-212.

10.1. Afecciones por la construcción de la nueva glorieta y la remodelación del enlace y actuaciones propuestas

Carretera	Margen	Vial afectado	Actuación propuesta
CV-212	Derecha	Acceso a concesionario de automóviles	La modificación del trazado de la CV-212 para mejorar la entrada al paso inferior bajo el ferrocarril implica la necesidad de conectar este vial a la CV-212 mediante una intersección en T y señal de STOP
CV-212	Izquierda	Acceso a viviendas	La modificación del trazado de la CV-212 para mejorar la entrada al paso inferior bajo el ferrocarril implica la necesidad de conectar este vial a la CV-212 mediante una intersección en T y señal de STOP

Imagen 10.1.1. Afecciones.

- Acceso al concesionario de automóviles

La nueva intersección que da acceso al concesionario de automóviles se ha diseñado mediante el software informático CIVIL 3D.



Imagen 10.1.2. Nueva intersección que da acceso al concesionario de automóviles desde la CV-212

- Acceso a viviendas

La solución óptima es conectar el camino en forma de intersección en T con señalización de STOP, ya que para realizar una intersección en X junto con el acceso al concesionario de automóviles se deben reponer las líneas eléctricas como se explica en el anejo correspondiente

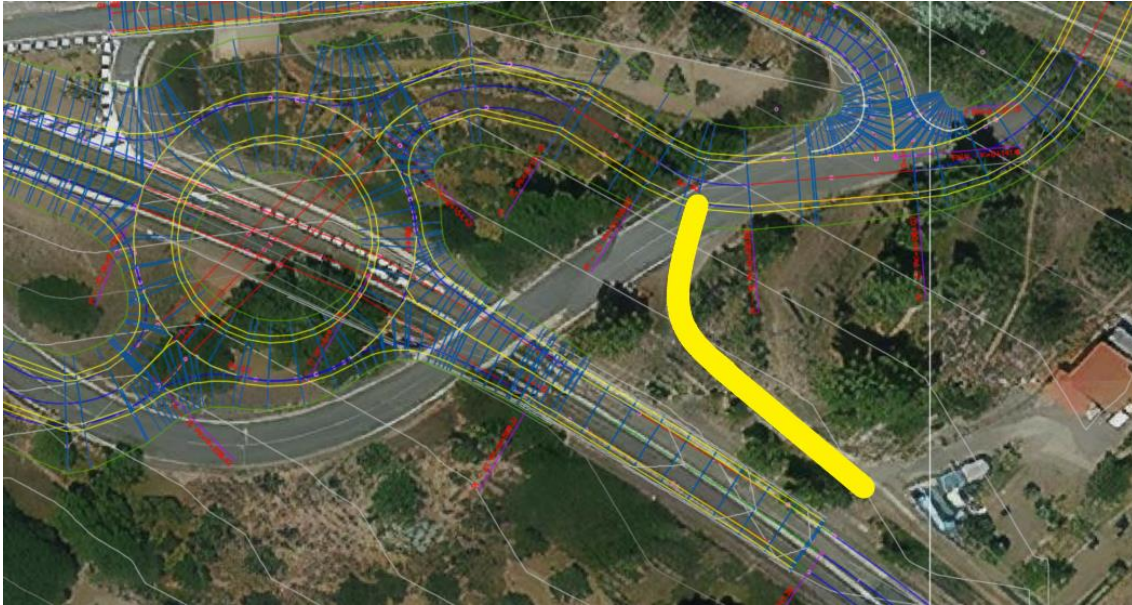


Imagen 10.1.3. Solución para el camino de acceso a las viviendas.

11. Soluciones al tráfico

La actuación implica la interrupción parcial del tráfico por las actuales carreteras en determinadas fases de la construcción, siendo necesaria la realización de desvíos provisionales que permitan liberar las zonas de trabajo más conflictivas por conllevar movimiento de tierras.

11.1 Fases

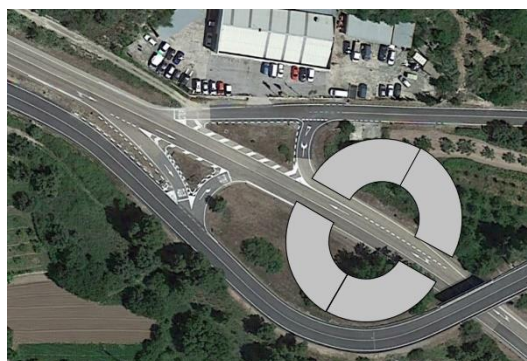
Fase 1: Construcción de los tramos de anillo de glorieta que sea posible, de modo que quede trabajo avanzado y que la intersección en X de la fase 2 se utilice el menor tiempo posible. También se deben construir las patas y las conexiones hacia la CV-212.

Fase 2: Ampliar los ramales de la siguiente imagen convirtiéndolos en dos plataformas amplias que permitan todos los movimientos, creando así una intersección en X provisional.

Fase 3: Señalizar con STOP los nuevos movimientos de la intersección en X y reducir la velocidad de la N-234 para poder cruzarla de forma segura.

Fase 4: Avanzar en la construcción de los anillos de la glorieta y de los accesos correspondientes a las direcciones de Jérica y Novaliches, permitiendo en primer lugar, el paso por el centro de esta para el acabado de la circunferencia, y en segundo lugar, obligando realizar la glorieta para el acabado de la parte central.

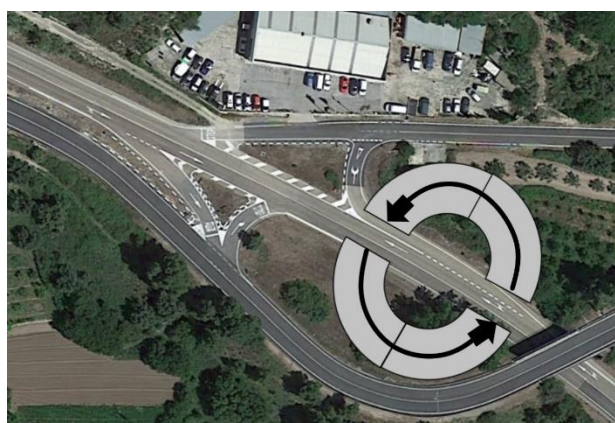
Fase 5: Eliminar los ramales existentes.



Fase 1. Construcción de parte del anillo



Fase 2. Intersección provisional en X.



Fase 4. Circulación por el anillo para la construcción de la zona central

Imagen 11. Fases.

12. Presupuesto

El objeto de este apartado no es otro que el de establecer una valoración económica del coste de la obra correspondiente a la REMODELACIÓN DEL ENLACE EN EL P.K. 0+041 DE LA N-234 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE JÉRICA (CASTELLÓN), la cual se encuentra desarrollada en el documento 4. VAORACIÓN ECONÓMICA.

Se presenta un resumen por capítulos del presupuesto:

VALORACIÓN ESTIMADA DE LA ACTUACIÓN		
Remodelación del enlace del P.K. 0+041 de la N-234 en el T.M. de Jérica. Alternativa 2.		
Código	Unidad	IMPORTE
1	TRABAJOS PREVIOS Y DEMOLICIONES	138,316.00 €
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	45,963.78 €
3	DRENAJE SUPERFICIAL	252,475.20 €
4	FIRMES	546,270.50 €
5	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	5,384.60 €
6	GESTIÓN DE RESIDUOS	12,801.60 €
7	SEGURIDAD Y SALUD	24,850.00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1,026,061.68 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		1,251,795.25 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1,514,672.25 €

Imagen 12. Resumen del presupuesto por capítulos.

Por lo tanto, la valoración económica realizada determinará que el importe total de la obra, teniendo en cuenta el coste de ejecución material, los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA, asciende a UN MILLÓN QUINIENTOS CATORCE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS Y VEINTICINCO CÉNTIMOS.

13. Conclusiones

Tras haber estudiado las alternativas, se escoge la Alternativa 2, por ello es la que se ha desarrollado en profundidad.

Esta alternativa es viable desde el punto de vista técnico, como se aprecia en los apartados de Trazado, Geotecnia y Soluciones al tráfico, pero también desde el punto de vista ambiental, como se ha concluido en el Estudio ambiental realizado.

Por otro lado, la reposición de servicios y de caminos de acceso tendría una escasa dificultad, al tratarse de remodelar un enlace con una glorieta con la que se ocupa incluso menos terreno.

Esta solución mejoraría, entre otras cosas, el acceso a Jérica y Novaliches, la reducción del ruido en tramos cercanos a viviendas y la reducción de la velocidad en la N-234, por lo cual compensa llevarla a cabo desde el punto de vista económico.

Por las razones explicadas anteriormente, se recomienda el desarrollo de la Alternativa 2 mediante un proyecto de construcción.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030

Relación del TFG “Estudio para la remodelación del enlace del P.K. 0+041 de la N-234 en el término municipal de Jérica, Castellón.” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				x
ODS 2. Hambre cero.				x
ODS 3. Salud y bienestar.		x		
ODS 4. Educación de calidad.				x
ODS 5. Igualdad de género.				x
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				x
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				x
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.			x	
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	x			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				x
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	x			
ODS 12. Producción y consumo responsables.				x
ODS 13. Acción por el clima.				x
ODS 14. Vida submarina.				x
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				x
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				x
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				x

Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto.

Objetivo 3 – SALUD Y BIENESTAR

El emplazamiento de una glorieta en la zona de proyecto contribuirá a la reducción de la velocidad en la zona urbana, de modo que se reducirán las emisiones de gases contaminantes y de ruido

Objetivo 8 – TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.

La obra civil es un motor generador de empleo para la mano de obra de la zona.

Objetivo 9 – INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS

La creación de infraestructuras que mejoran la movilidad de los ciudadanos desempeña un papel clave en la generación de empleo.

Objetivo 11 – CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

La creación de infraestructuras como la que se presenta en este trabajo tiene como finalidad mejorar aspectos socioeconómicos de la zona, de modo que se coopera contra la despoblación.

Bibliografía

- AEMET. (2018). *Mapas Climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016)*. Agencia Estatal de Meteorología.
- Ayuntamiento de Jérica (2017). *Plan General de Jérica*.
- BOE. (2010). *Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1 IC Secciones De Firme, de la Instrucción de Carreteras, Boletín Oficial del Estado, 297(1), 44274*.
- BOE. (2016). *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la norma 3.1 IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, Boletín Oficial del Estado, 55, 17657*.
- BOE. (2016). *Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras, Boletín Oficial del Estado, 60, 18882*.
- Diputación de Castellón (2019). *Datos de aforos*.
- Google Earth.
- Guía de Nudos Viarios (Orden Circular 32/2012).
- Highway Capacity Manual (HCM). *Cálculo de Niveles de Servicio*.
- Institut Cartogràfic Valencià. Disponible en <https://visor.gva.es/visor/>
- IGME (1974). *Mapa geológico Nacional a escala 1:50000 (MAGNA 50). Hoja 639-Jérica*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Ministerio de Fomento (2012). *Orden circular 32/2012. Guía de Nudos Viarios. Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Carreteras*.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2019). *Datos de aforos*.
- Riunet. UPV. (2019). *Estudio de soluciones para mejora de terraplén sobre el que asienta la plataforma ferroviaria entre los P.K. 133+180 y 133+925 de la línea Teruel-Sagunto en el T.M. de Teruel*.