



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los Nudos.

Memoria

Trabajo Final de Grado

Curso:

2015/16

Autor: Jorge Planells Zamora

Tutor: Ana María Pérez Zuriaga

Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

*Titulación: Grado de Ingeniería de Obras
Públicas*

Valencia, Noviembre de 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°1

MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO MULTIDISCIPLINAR BAJO EL TÍTULO GENÉRICO:
“CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).”

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La autoría del apartado inicial recae en la totalidad de los alumnos incluidos en la presente tabla, definiéndose posteriormente en el resto de documentos del proyecto la autoría de cada uno de ellos.
El resto de documentos corresponden a una de las alternativas del concurso.



MEMORIA GENERAL

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETO.....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
4. EQUIPOS.....	2
5. MÉTODO DE TRABAJO	4



1. ANTECEDENTES

La población de Figueroles se sitúa en la comarca de l'Alcalatén, dentro de la zona de influencia del puerto y la ciudad de Castellón, formando parte de un área industrial azulejera de gran importancia económica.

La carretera objeto de estudio tiene una función vertebradora en la zona más hacia el interior de la provincia., además de servir de acceso al gran número de empresas del sector ubicadas en los alrededores del municipio.

Este alto nivel de actividad industrial implica un alto nivel de tráfico de vehículos pesados, lo que supone una limitación de la funcionalidad del tramo de travesía, a su paso por el municipio, y una falta de confort y seguridad vial para los habitantes de Figueroles.

Como consecuencia de esta problemática surge la necesidad de estudiar la construcción de una variante a dicha carretera, de forma que se evite el paso del gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

Se propuso una solución en el año 2005 donde se iba a proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud total de 3.801 metros, la cual tenía origen en la glorieta existente de veinticinco metros de radio interior que se ubicaba en el término de Lucena del Cid, en la intersección en T que daba acceso a la fábrica de Mosavit.

El inicio de esta variante transcurriría principalmente por campos cultivados y parcelas turísticas y tendrán que sobreponerse a elementos como el río Lucena a través de un puente conformado con un vano de 35 metros de luz libre y cinco vanos de treinta metros que generarían una longitud total de 190 metros, con una sección de 10 metros de anchura, sustentado en cinco pilas. No sería la única vía de paso, ya que también venían incluidas en el proyecto una estructura de 185 metros de longitud con seis vanos de 30 metros de luz libre que solventaría el barranco del Agua. Además estaba incluido un falso túnel que atravesaría el pasillo forestal.

Ambientalmente, dicha solución disminuiría la contaminación y los problemas de ruido soportados en el caso urbano, y se soluciona la afección a la fauna y la las vías pecuarias, creando pasos de fauna y dando continuidad a las vías pecuarias afectadas.

Respecto a los efectos sobre el tráfico, el diseño de la variante con un ensanchamiento de la calzada y la creación de dos glorietsas aumentan la capacidad a excepción del tramo de la travesía y suponen una mejora en la accesibilidad urbana.

El presupuesto previsto ascendía a 9.733.343,23 Euros.

2. OBJETO

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo Fin de Grado (TFG) por los alumnos especificados en el apartado 4 de esta memoria, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat

Politécnica de València (UPV). La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRADUADO EN INGENIERIA CIVIL o GRADUADO EN OBRAS PÚBLICAS, dependiendo de la titulación cursada por cada alumno.

El trabajo final de grado denominado "Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)" se ha redactado de manera conjunta entre veinticinco alumnos de diferente especialización. A partir de la problemática actual en la carretera CV-190, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía de Figueroles, cuyos trazados discurren en las zonas próximas a dicha población.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, se puede caracterizar la carretera con la dualidad existente por parte de vehículos pesados como turismos. La variante pretende desviar la circulación de los vehículos pesados que actualmente se ven obligados a atravesar por el interior del municipio con el fin de mejorar la seguridad vial.

El tráfico pesado que circula por ella conforma un 15,60% del tráfico total, lo que nos indica que es de suma importancia el estudio de una solución que pueda evitar el paso de los vehículos pesados que suponen un alto riesgo para la seguridad.

Para el estudio de la existente carretera, se ha compuesto un grupo de personas que se encargarán de la definición de la vía actual con los elementos que puedan ser de estudio. Se partirán de bases de parámetros de la carretera actual, junto con otras características que se detallan como el estudio geológico-geotécnico y los posibles impactos económicos-ecológicos que puedan existir a los alrededores de Figueroles.

Para dar solución a esta problemática, se ha optado por la realización de tres alternativas que desviarían el flujo de los vehículos fuera de la localidad, permitiendo así la liberación del tráfico que atraviesa actualmente el casco urbano de Figueroles. Las alternativas descritas en el presente proyecto, se pueden definir como alternativa sur, alternativa centro y alternativa norte, las cuales han sido redactadas por grupos distintos conformando soluciones con diferentes características físicas debido a la variedad de su trazado.

Cada grupo ha realizado distintos trazados adaptándose al máximo a la orografía y demás factores y elementos puntuales existentes con el fin de dar soluciones óptimas.

4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los 25 estudiantes en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se encargan de estudiar una alternativa por grupo. Para ello, dichos grupos están integrados por alumnos que se centraron en



estudiar los aspectos estructurales, hidrológicos, diseño de la carretera, entre otros.

Por otra parte, el último grupo está conformado por aquellos estudiantes que desarrollaron trabajos comunes a todas las variantes. La organización de cada uno de los grupos de trabajo, así como los nombres de los alumnos que la conforman se resume en la siguiente tabla.

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Camarena Escribano, Marina	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Contreras Moya, Marta	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Deltell Bernabé, Guillermo	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme
Díaz-Miguel Manzanque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Fuentes Gómez, Alejandro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Gamarra Sahuquillo, David	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño de los nudos
Higón García, Fernando	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Mateo Cornejo, Kathya Gabriela	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Moya Blasco, César	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme
Natividad Roig, Francisco	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Norte. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Pascual Caballero, Ana	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Rambla Cerdà, Nerea	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Romero Ballesteros, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Saenz Rada, Asier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el barranco al Este de Figueroles
Sánchez Laosa, Javier	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño y dimensionamiento del puente sobre el río Lucena
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico
Zamora Alférez, José María	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Centro. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

La alumna Ana Pascual Caballero ha desarrollado todo su trabajo centrándose en el cálculo de la Alternativa Norte. Por motivos académicos, y puesto que la hidrología es común entre las alternativas Norte y Centro, finalmente va a asociarse su trabajo a la Alternativa Centro, con el fin de que los cálculos hidrológicos sirvan para el análisis de las obras de protección para las obras de esta última alternativa.



5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología aplicada para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado multidisciplinar, conformado por veinticinco alumnos, ha sido trabajar con dos tipologías de grupo, por una parte los grupos formados por cada alternativa y por otra parte los grupos formados por especialidad.

En primer lugar, cabe destacar que para la redacción de este proyecto ha sido importante la interrelación entre los alumnos de una misma alternativa, ya que para obtener los datos de partida de cada uno de los trabajos individuales como de otros datos característicos han sido necesario los resultados de los compañeros de otras especialidades como también la interrelación entre los alumnos que conforman la alternativa general. Para facilitar este intercambio de información se realizaron talleres semanales. En ello se tuvo la posibilidad de comentar el avance de los estudios individuales entre los alumnos así como con los tutores que conforman este Trabajo Fin de Grado. También debido a la existencia de estas reuniones semanales se logró la interacción entre todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de las alternativas.

El segundo de los grupos de trabajo, el grupo de cada especialidad, se ha centrado en el trabajo directo con el tutor y cotutor correspondiente, además de con los alumnos de la misma especialidad, con el objetivo de conocer el alcance de cada uno de los trabajos. En este caso la organización ha dependido de los tutores encargados de cada especialidad, formando seminarios o reuniones según las necesidades de los grupos, que han servido para el avance en la redacción y dar solución a los problemas que han ido surgiendo.

El número de talleres aproximado por cada especialidad ha sido aproximadamente de diez, cuyo objetivo ha sido el de enseñarlos a los alumnos el uso de software específico para poder aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la carrera a una problemática práctica, que ha sido el presente proyecto.

Finalmente destacar que antes de dar comienzo a la elaboración del proyecto a finales de Enero del 2015 se efectuó una visita de campo para realizar un reconocimiento del terreno sobre el que discurriría el trazado de las distintas variantes, en el cual visitaron detenidamente tanto la actual CV-190 así como las zonas donde probablemente se ubicarían el trazado de cada una de las tres variantes contando además con la explicación de la geología de cada zona. En esta visita además los alumnos participaron en un aforo de tráfico y se realizó un reportaje fotográfico de la visita.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°2

MEMORIA Y ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



ALUMNOS QUE FORMAN PARTE DE LA ALTERNATIVA SUR

Alumno	Subtítulo
Álvarez Mondaca, Nacho	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño del tablero del puente sobre el barranco del Tossal de la Negra
Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme
Mateo Villalba, Salvador	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Estudio hidrológico y drenaje transversal
Ortiz Verdú, Carlos	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Análisis del tráfico y de la seguridad vial
Palao Puche, Juan Pedro	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño hidráulico de las obras de ingeniería fluvial para la protección del puente sobre el río Lucena
Planells Zamora, Jorge	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Diseño de los nudos
Zheng Lu, Jia Wei	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de subestructuras y obras de fábrica
Zheng Lu, Jia Yi	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Alternativa Sur. Concepción estructural y diseño de tableros del puente sobre el río Lucena

ALUMNOS QUE REALIZAN ESTUDIOS GENERALES INCLUIDOS EN EL DOCUMENTO

Alumno	Subtítulo
Mateo, Kathya	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio físico.
Mira Abad, Aitor	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras
Romero, Luis	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el medio biótico
Tatay Calvet, Jennifer	Concurso para el Proyecto de Construcción de la Variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). Estudio geológico-geotécnico



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de contenidos

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



Documentos	Alumno
Memoria	Todos
Valoración económica	Todos

Anejo	Alumno
Geología y geotecnia	Tatay Calvet, Jennifer
Hidrología y drenaje	Mateo Villalba, Salvador
Situación actual	Mira Abad, Aitor
Tráfico	Ortiz Verdú, Carlos
Diseño geométrico	Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto
Diseño geométrico de los nudos	Planells Zamora, Jorge
Seguridad vial	Ortiz Verdú, Carlos
Firmes	Alberto Díaz-Miguel Manzaneque
Cálculos estructurales	Álvarez Mondaca, Ignacio José
	Zheng Lu, Jia Wei
	Zheng Lu, Jia Yi
Obras de protección	Palao Puche, Juan Pedro

Índice de planos	Alumno
1. Localización	Todos
2. Situación actual	Mira Abad, Aitor
3. Diseño geométrico	Díaz-Miguel Manzaneque, Alberto
4. Diseño geométrico de los nudos	Planells Zamora, Jorge
5. Estructuras	Álvarez Mondaca, Ignacio José
	Zheng Lu, Jia Wei
	Zheng Lu, Jia Yi
6. Hidráulica	Palao Puche, Juan Pedro
7. Impacto ambiental	Gabriela Mateo Cornejo, Kathya
	Romero Ballesteros, Luis



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



MEMORIA

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



MEMORIA ALTERNATIVA SUR

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETO DE ESTUDIO	2
3. LOCALIZACIÓN.....	2
4. SITUACIÓN ACTUAL	2
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	3
5.1. Geología y geotecnia.....	3
5.2. Hidrología y drenaje	4
5.3. Estudio de tráfico.....	6
5.4. Trazado	7
5.5. Nudos.....	8
5.6. Estudio de seguridad vial, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	8
5.7. Señalización y balizamiento	9
5.8. Firmes	9
5.9. Calculo estructural.....	10
5.10. Protección de los puentes	12
5.11. Valoración económica.....	13



1. ANTECEDENTES

El primer documento administrativo relacionado con el alcance del presente proyecto lo constituye el “Proyecto básico y estudio de impacto ambiental ronda de Figueroles de la carretera CV-190” redactado por la Consellería d’Infraestructures i Transport d’Obres Públiques (COPUT), el cual fue aprobado provisionalmente en septiembre de 2005. Sin embargo dicho documento sólo presenta una única solución a los problemas que presenta la CV-190 a su paso por Figueroles, la de proyectar una variante por el lado Norte de Figueroles con una longitud de 3801 metros.

En julio de 2009, se autoriza la redacción del “Plan General de Figueroles”, redactado por SESAN Arquitectura y Urbanismo, S.L.P., en el que se distinguen dos documentos administrativos de interés para la redacción de este proyecto:

- Estudio de Paisaje, redactado en julio de 2009. En él se realiza una caracterización básica del territorio del municipio de Figueroles, así como las diversas unidades paisajísticas de la zona.
- Estudio de recursos Hídricos, redactado en julio de 2013. En este documento se recoge la afección del planeamiento al dominio público hidráulico e incidencia en el régimen de corrientes e inundabilidad, así como la disponibilidad de recursos hídricos.

2. OBJETO DE ESTUDIO

El presente Trabajo Final de Grado “Concurso para el proyecto de construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón)” consiste en la definición del proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-190 a su paso por Figueroles, concretamente entre el P.K. 0+009 y el P.K. 0+011 para eliminar o mitigar los problemas que se dan actualmente en dicho tramo.

Los principales problemas que se presentan en el tramo son la disminución de la seguridad vial dentro de la población de Figueroles debido a la poca sección de la calzada para el paso de los vehículos pesados procedentes de las instalaciones industriales colindantes al municipio, y tiempos de recorrido elevados por la acumulación de pesados.

Ante este problema y a la vista de una posible expansión de las instalaciones industriales en la zona se hace necesario el desarrollo del presente trabajo de manera que se mejore la velocidad de desplazamiento y aumente la seguridad vial.

3. LOCALIZACIÓN

El tramo de estudio de la carretera autonómica CV-190 de aproximadamente 2000 metros de longitud se encuadra dentro del término municipal de Figueroles, la cual se sitúa al noroeste de la Provincia de Castellón, con una extensión aproximada de 12.4 km².

Dentro de la zona de estudio no se encuentra ninguna otra carretera de importancia relevante, lo que hace aún más importante la realización del Trabajo, como única opción para la solución de los problemas planteados con anterioridad.

La variante de estudio cuenta con una longitud aproximada de 1700 metros y se sitúa al sur del municipio de Figueroles. La variante comienza a la entrada este de la población de Figueroles, atraviesa el río Lucena y el barranco Tossal de la Negra mediante dos puentes, de 144 y 72 metros de longitud respectivamente, para reinsertarse en la CV-190 a la altura del puente que cruza el río Lucena a la salida de la población de Figueroles, entre el P.K. 0+010 y 0+011.

En cuanto a superficies se refiere, dentro del término municipal encontramos las siguientes:

Término Municipal.....	12.400.295 m ²
Suelo urbano.....	268.458 m ²
Suelo urbanizable.....	83.490 m ²
Suelo no urbanizable.....	12.048.345 m ²

4. SITUACIÓN ACTUAL

Análisis de Tráfico

El objetivo fundamental consiste en analizar y caracterizar el tráfico localizado en nuestro ámbito de actuación, que será descrito con detalle en el alcance. Será necesario para ello el análisis de datos de distintas estaciones de aforo, junto con los aforos manuales elaborados expresamente para este proyecto de actuación. Se determinará la capacidad y nivel de servicio de los distintos tramos de vía. Es importante analizar no solo analizar el tramo en el que se van a ejecutar las mejoras, sino también los adyacentes, pues son estos los que condicionan el desarrollo del tráfico y resultan indispensables para una correcta interpretación de los datos analizados, evitando así posibles deformaciones locales de la realidad del tráfico.

Estudio Dinámica Poblacional

Las infraestructuras de transporte se conciben como una herramienta al servicio de las personas para desarrollar su actividad. De esta condición se deduce necesariamente la estrecha relación entre los factores socio-económicos y la necesidad de estas infraestructuras. Analizar la interacción entre el territorio, la infraestructura y su población es vital para la correcta interpretación de la situación y detección de necesidades. En resumen, estudiar el comportamiento de la población ubicada en el territorio de afección de una determinada infraestructura de transporte será determinante en la toma de decisión de posibles soluciones.

Análisis seguridad vial

La importancia del análisis de la seguridad en la vía radica en el simple hecho de que los usuarios de las infraestructuras de transporte, puedan utilizar las mismas con la mínima exposición al riesgo y evitar así posibles accidentes con consecuencias tanto físicas como psicológicas. Se analizan los diversos factores concurrentes en la seguridad vial, explicando las características de cada uno de ellos. Se realizará un listado de deficiencias de seguridad vial detectadas y documentadas tanto en la visita a campo, como en análisis posteriores mediante herramientas informáticas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1. Geología y geotecnia

Este trabajo Fin de Grado se enmarca en el trabajo multidisciplinar denominado Proyecto de Construcción de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (Castellón), elaborado en su conjunto por un grupo de más de 20 alumnos de las titulaciones de Grado en Ingeniería de Obras Públicas y Grado en Ingeniería Civil.

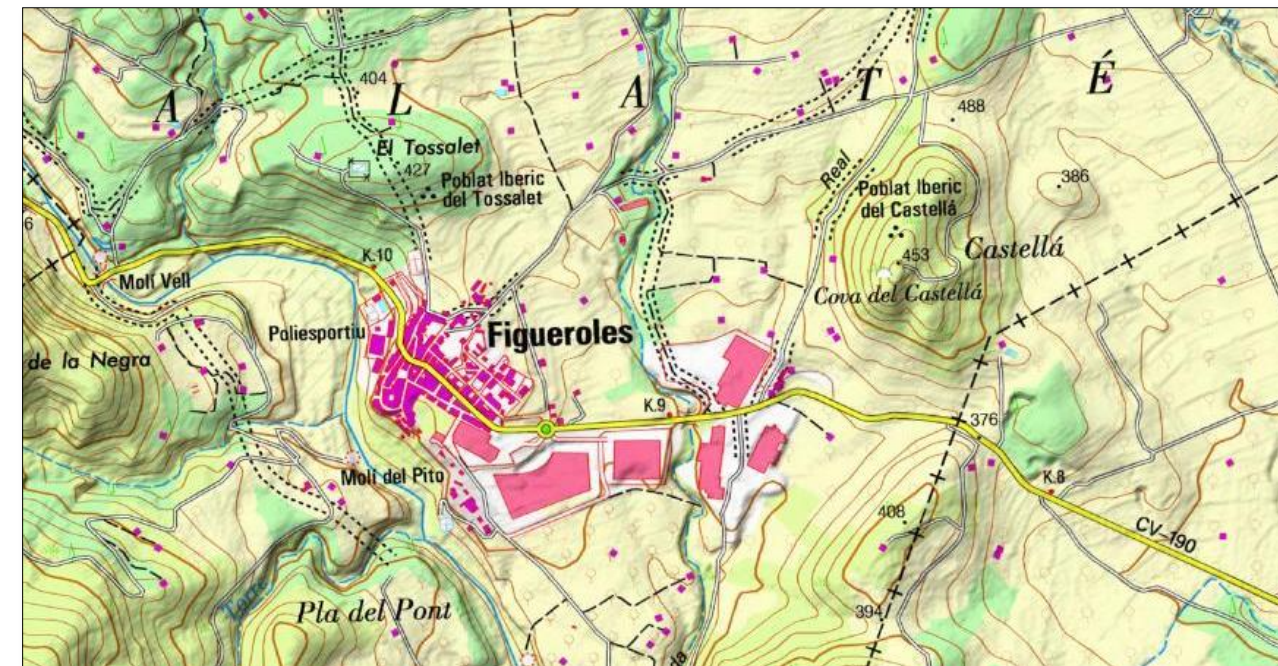


Fig. 1 Localización Figueroles

Como el título indica se trata de estudiar las alternativas al trazado de la actual carretera CV-190. Este estudio se justifica en que el trazado existente atraviesa la población de Figueroles. A las molestias que esto supone se añade el peligro de su elevado tráfico de vehículos pesados como consecuencia de la actividad de las industrias azulejeras de la zona.

Para resolver esta situación se ha establecido como objetivo general el estudio de tres alternativas distintas a la variante de la carretera CV-190, denominada alternativa sur, centro y norte. El objetivo concreto de este documento es estudiar la geología del corredor en su conjunto y, específicamente, de cada una de las tres alternativas planteadas, así como analizar y resolver los problemas geotécnicos que presentan cada una de ellas.

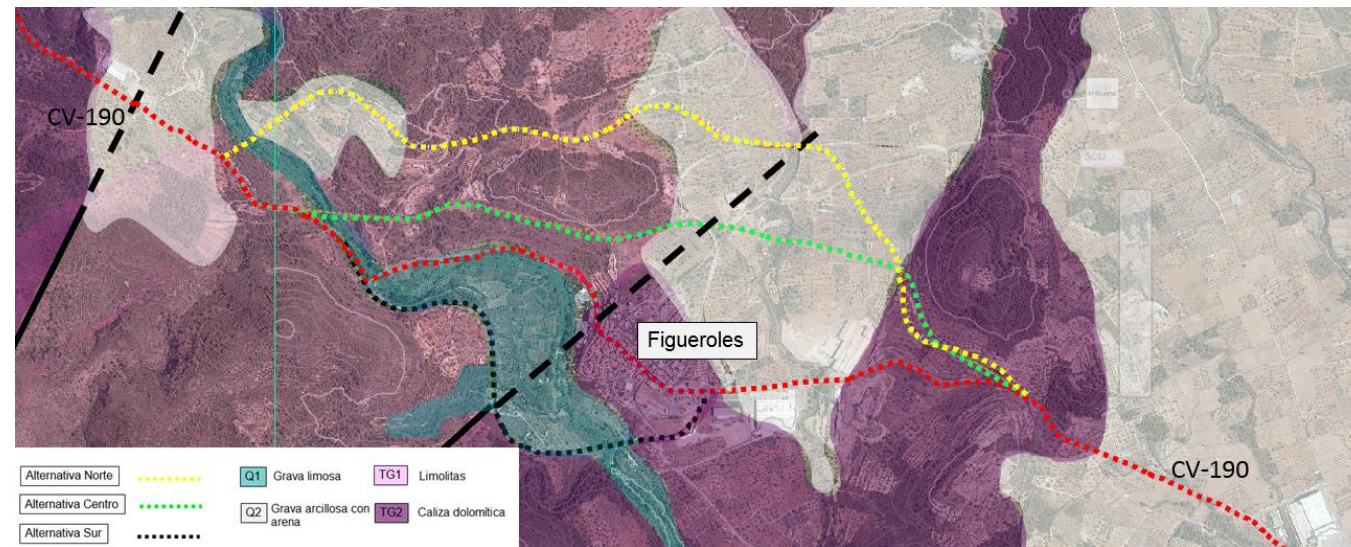


Fig. 2 Variante norte, centro y sur del concurso para la variante CV-190

La metodología de trabajo empleada ha constado de varias fases. La primera de ellas ha consistido en una recopilación de información exhaustiva sobre la zona de trabajo y sobre los datos básicos del proyecto. La segunda fase ha sido la visita al área en estudio; en total se han realizado tres visitas. La tercera y última fase ha consistido en el análisis de los datos recopilados en las dos fases anteriores y en el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones necesarias desde el punto de vista de la ingeniería geotécnica.

Este documento se centra en conocer la litoestratigrafía del entorno y las características geomecánicas de los materiales afectados por las distintas alternativas. Para cada alternativa se ha elaborado un perfil con el inventario de puntos singulares desde el punto de vista geotécnico y se han establecido recomendaciones de actuación en los casos más interesantes.

5.2. Hidrología y drenaje

El objetivo del estudio hidrológico e hidráulico del drenaje, es la obtención de los caudales de crecida, para diversos periodos de retorno, del sistema hidrológico vertiente a la variante sur para su posterior cálculo del drenaje transversal y longitudinal.

En primer lugar se ha de obtener el umbral de escorrentía (P_o a partir de ahora) ya que es el único parámetro del que depende el modelo SCS empleado para la simulación y la estimación de la escorrentía acumulada. Para ello se realiza una caracterización del sistema hidrológico, a saber: la identificación de los usos del suelo del terreno empleando los datos proporcionados por el SIOSE, la caracterización de la capacidad del suelo para el uso agrícola y la caracterización litológica suministrada por la COPUT. Se emplean las tres capas de información para obtener el valor del P_o correspondiente a cada combinación de cubierta de suelo y grupo de suelo finalmente adoptado, mediante el uso de herramientas de geoprocésamiento de ArcMap. Posteriormente y mediante una ponderación areal se obtiene el valor P_o de la cuenca de estudio mostrado en la Fig. 3.

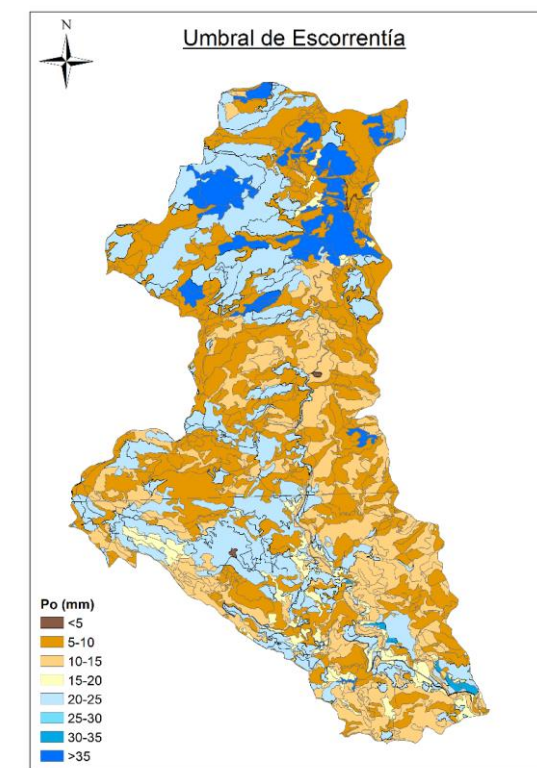


Fig. 3 Umbral de escorrentía de la cuenca de estudio.

En ausencia de una serie de datos de aforo fiable en la cuenca, se emplea un método hidrometeorológico para la obtención de los cuantiles de precipitación máxima anual de periodos de retornos deseado para las diferentes estaciones empleadas. Así pues se realiza un análisis estadístico de máximos pluviométricos empleando las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas, a saber: Gumbel, General Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square-Root Exponential Type Distribution of the

Maximum (SQRT-ETmax). Todas ellas ajustadas por máxima verosimilitud. Los cuantiles de máximos pluviométricos anuales se muestran en la Tabla 1.

Estación	Longitud de datos	Modelo	X ₁₀	X ₂₅	X ₅₀	X ₁₀₀	X ₂₀₀	X ₅₀₀
Adzaneta	53	SQRT ML	129.3	164.4	192.9	223.2	255.4	300.9
Alcora	39	Gumbel ML	99.5	118.6	132.8	147.0	161.0	179.5
Lucena del cid	37	Gumbel ML	102.8	122.6	137.3	151.8	166.4	185.5
Zucaina	40	TCEV ML	95.4	121.1	166.7	295.8	435.6	620.2

Tabla 1 Cuantiles de Pd máxima anual adoptados para la cuenca.

En cuanto al proceso lluvia-escorrentía, se ha evaluado la idoneidad de desagregar la cuenca del río Lucena, empleando finalmente un modelo pseudo-distribuido con tormenta de diseño de hidrograma unitario implementado en el software de libre distribución HEC-HMS. Para otorgar homogeneidad al sistema se ha realizado la misma modelación para el resto de cuencas del sistema hidrológico. Los modelos empleados para la simulación han sido: hidrograma unitario adimensional del SCS para la propagación en cuencas, Muskingum-Cunge para la propagación de cauces, y el modelo de producción de escorrentía del SCS.

Los valores de los caudales pico y el volumen de respuesta del sistema obtenido de los hidrogramas de crecida para cada periodo de retorno se muestran en la Tabla 2.

Periodo de retorno		Cuencas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Qp (m ³ /s)	0.25	0.04	0.05	0.01	1.36	0.00	0.05	0.00	75.59	0.32
	V (x10 ³ m ³)	0.94	0.16	0.27	0.05	7.16	0.01	0.29	0.01	1087.30	0.77
25	Qp (m ³ /s)	0.49	0.08	0.11	0.02	2.46	0.00	0.12	0.00	146.50	0.46
	V (x10 ³ m ³)	1.51	0.26	0.47	0.11	11.39	0.02	0.53	0.02	1890.10	1.06
50	Qp (m ³ /s)	0.69	0.12	0.18	0.04	3.44	0.01	0.18	0.01	232.13	0.57
	V (x10 ³ m ³)	1.99	0.35	0.65	0.16	14.95	0.03	0.73	0.03	2832.80	1.29
100	Qp (m ³ /s)	0.90	0.16	0.26	0.06	4.54	0.01	0.27	0.01	414.47	0.68
	V (x10 ³ m ³)	2.51	0.45	0.85	0.21	18.78	0.04	0.96	0.04	4832.00	1.53
200	Qp (m ³ /s)	1.13	0.20	0.35	0.08	5.69	0.02	0.38	0.02	638.59	0.79
	V (x10 ³ m ³)	3.06	0.55	1.06	0.27	22.82	0.05	1.21	0.06	7262.40	1.77
500	Qp (m ³ /s)	1.45	0.26	0.48	0.12	7.31	0.02	0.52	0.02	962.33	0.94
	V (x10 ³ m ³)	3.83	0.69	1.36	0.36	28.47	0.06	1.56	0.08	10764.00	2.09

Tabla 2 Caudal pico y volumen de respuesta del sistema para los periodos de retorno y cuencas de estudio.

Finalmente, el análisis del drenaje transversal y longitudinal de la variante se realiza en régimen estacionario unidimensional para los caudales de crecida para periodos de retorno 10 (drenaje longitudinal) y 100 años (drenaje transversal). El cálculo del caudal proveniente de la plataforma se realiza mediante el Método de Témez, mientras que el caudal procedente de las cuencas vertientes a la carretera se obtiene de los hidrogramas

de crecida. Finalmente se redirige la totalidad del caudal hacia unas cunetas situadas a ambos márgenes de la variante tal y como se muestra en la Fig. 4. Mediante una verificación del régimen variado desarrollado por las condiciones de contorno existentes aguas arriba y aguas abajo de las cunetas, se determina que no existe ninguna condición de contorno geométrica que invalide el diseño en régimen uniforme.

La Fig. 4 muestra la dirección del flujo de las cuencas a ambos márgenes de la variante, así como el depósito necesario entre la cuneta C3A y C3B debido a la presencia de un punto bajo en ese tramo de la carretera.

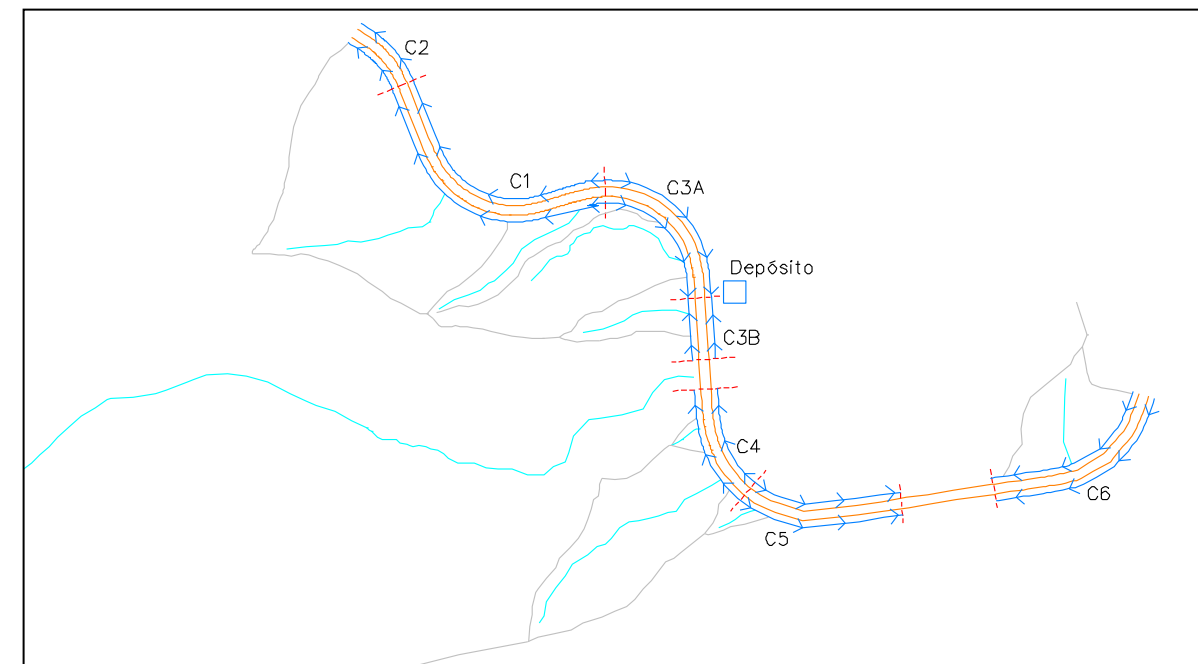


Fig. 4 Drenaje finalmente adoptado en la variante de estudio.



5.3. Estudio de tráfico

En el presente anejo se va a proceder a la realización del análisis del tráfico para poder llegar a la caracterización de la vía que transita por el interior de la localidad de Figueroles. Este estudio será base para diferentes anejos, ya que proporcionaremos datos como las IMD de la carretera como los niveles de servicio que se utilizarán para el trazado de la carretera.

El anejo está dividido en seis apartados y un apéndice donde se van a recoger diferentes tablas y cálculos necesarios para la realización del estudio de tráfico.

En primer lugar se introducirá el anejo y se describirán todos los procesos que se han llevado a cabo para su redacción.

El siguiente apartado consta del análisis del tráfico actual que discurre por la localidad donde se tiene prevista la implantación de la variante. Para ello, se ha decidido la realización de aforos manuales en una de las visitas a la obra propuestas. Los datos obtenidos según el aforo manual deberán ser extrapolados con los aforos que se encuentran en las proximidades y comparten características del flujo con tal de poder hallar la IMD ya que solo se aforaron seis horas de un día laboral en enero. En él se pueden observar los diferentes procesos que se han necesitado para la obtención.

En tercer lugar se ha determinado el tráfico futuro atendiendo a la Orden FOM/3317 donde existen unos incrementos anuales que deben ser de estudio para la obtención del tráfico futuro. Se ha decidido obtener las intensidades en los años de puesta en servicio (2.020) y en el año horizonte (2.040) donde según las normativas se deben de cumplir diferentes aspectos para su caracterización.

El estudio de la glorieta del este se detalla en el apartado cuatro, y como se ha conseguido establecer los flujos de las glorietas. Esta glorieta ha sido de estudio importante ya que el quince por ciento de los vehículos pesados tenían como destino o salida las industrias azulejeras que se sitúan próximas a ella. Para su redacción, se realizó una salida a obra con el objetivo de caracterizar todo el flujo que circulaba por la actual glorieta para poder así distribuir uniformemente el flujo de vehículos y las direcciones que estas tomaban en dicha intersección.

En el quinto apartado se ha procedido al cálculo de los niveles de servicio y capacidades de nuestra carretera. Para ello nos hemos basado en el Highway Capacity Manual donde se ofrecen técnicas para la evaluación de la calidad de carreteras. En HCM dispone de métodos de evaluación de los servicios de transporte sin entrar en políticas relativas que corresponden a diferentes regiones, o circunstancias. Se han realizado diferentes métodos de evaluación los cuales se basan en distintas características tanto del trazado, del tipo de vehículos o su intensidad media diaria entre otros. Se ha calculado además los

factores de hora punta y las intensidades horarias de proyecto para poder realizar los cálculos que establece el HCM. Este apartado incluye las comparaciones entre la actual carretera tanto para el año en el que nos encontramos como el año horizonte, además de su comparación con la variante en el año horizonte para poder justificar por el análisis de tráfico la necesidad de la actuación.

El último apartado corresponde a un análisis de sensibilidad para la carretera, para ello se tomará como valor de mayor incertidumbre el porcentaje de vehículos que tomarían la variante. A partir de este valor se han realizado simulaciones para un intervalo de $\pm 2\sigma$ respecto a dicha variación, con el fin de indicar hasta qué valores la variante resuelve los problemas de eficiencia o no.

Por finalizar, se han adjuntado diversos apéndices con las tablas o cálculos realizados para la obtención de los apartados anteriores, como la formulación empleada con Microsoft Office Excel con el formato de desarrollador para el cálculo del análisis de sensibilidad.

5.4. Trazado

En el anejo correspondiente al diseño geométrico se ha definido con todo detalle la traza del corredor. Se han tenido en cuenta la instrucción de Carreteras 3.1-I.C "Trazado", de enero de 2000 aprobada el 27 de diciembre, así como las Normas, Ordenes Circulares y Recomendaciones, vigentes y/o en trámite de aprobación derivadas de la misma.

El corredor a proyectar posee características de una C-60, de 1700 metros de longitud aproximada. El trazado de la carretera evitará el tráfico de los vehículos que utilizan la CV-190 como como travesía por Figueroles. La carretera discurrirá por el sur de Figueroles, por la margen derecha del barranco del río Lucena, como se puede apreciar en la Fig. 5.



Fig. 5 Trazado de la variante sur

La parte oeste ha sido la más restrictiva como se detalla en el anejo del diseño geométrico debido a la orografía del terreno, ya que se discurre a media ladera, teniendo que evitar la invasión del cauce del río con los terraplenes. La parte este, al ser menos abrupta, ha sido más fácil. La unión con la carretera existente, en la zona oeste se ha realizado de forma que se consiga la eliminación de una curva de radio escaso, que era un problema para la seguridad vial. La intersección en el este se ha realizado en una

rotonda existente, con sus correspondientes modificaciones, quedando todas estas reflejadas en el anejo perteneciente a los nudos.

Como se puede observar en el perfil longitudinal de la Fig. 6 los movimientos de tierra han sido importantes.

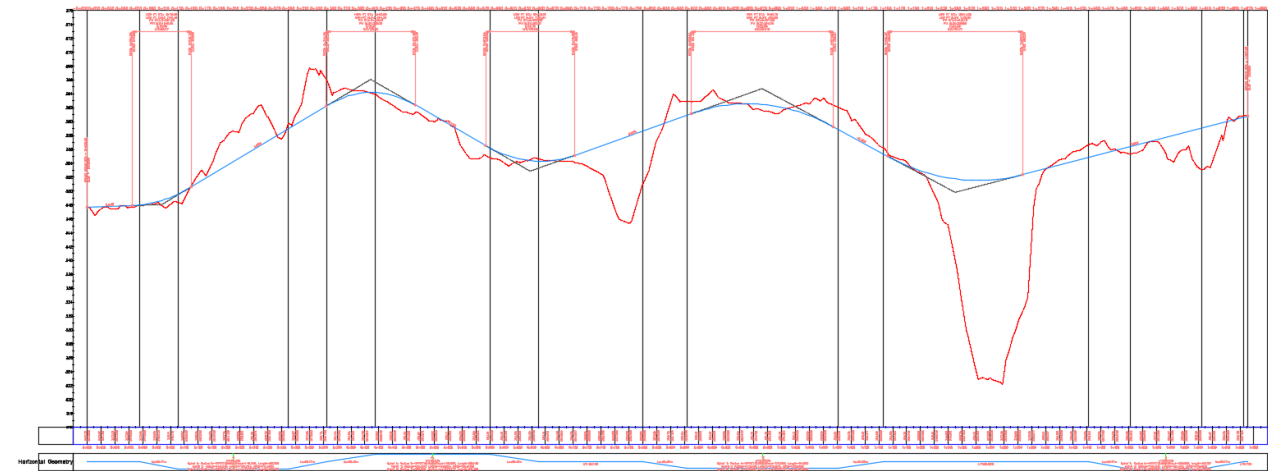


Fig. 6 Perfil longitudinal de la variante sur

La carretera proyectada es:

- Carretera convencional
- Calzada única
- Doble sentido de circulación

La sección transversal adoptada queda esquematizada en la Fig. 7

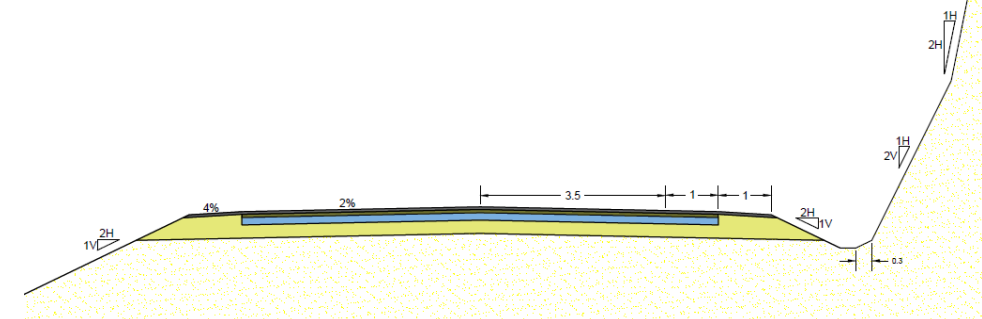


Fig. 7 Sección transversal de la variante

Para la realización de los trazados se ha utilizado el programa informático AutoCad Civil 3D 2015, y se incluyen en las secciones pertinentes tanto listados en planta, alzado, y secciones transversales.



5.5. Nudos

El objeto del anejo diseño de los nudos, es el estudio, diseño y definición de las características geométricas de las posibles soluciones de los nudos de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón). A priori y gracias a la visita in situ realizada, el primer paso ha sido proponer una serie de alternativas, tanto para el nudo este como el oeste. En el caso del nudo oeste se conectaría la Variante de la CV-190 a través de la carretera existente que atraviesa el río Lucena gracias a un puente. Las alternativas que se han planteado han sido una glorieta, y una intersección en "T". Mientras que para el nudo este las alternativas planteadas han sido, conectar la Variante propuesta directamente con la CV-190 antes de su llegada al municipio, o conectar la variante a la glorieta existente del nudo. La elección de la solución óptima se ha llevado a cabo mediante una elección multicriterio, que consiste en darle unos pesos en tanto por ciento a unas variables, que han sido coste económico, impacto ambiental, seguridad vial y funcionalidad, para luego aplicárselos a cada una de las alternativas en cada uno de los nudos para hallar de esta forma la solución más óptima. A continuación y una vez elegida una solución para cada nudo se prosiguió con el diseño de la solución adoptada desarrollándola. Esto incluye tanto el diseño geométrico de la solución como la señalización, cumplimiento de los criterios de seguridad y análisis de las trayectorias de vehículos pesados para ambas soluciones. Por último se realizó un estudio sobre los caminos y servicios afectados, teniendo en cuenta las fases constructivas para la no interrupción del tráfico.

5.6. Estudio de seguridad vial, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

A continuación se va a proceder a la redacción del estudio de seguridad vial, señalización y balizamiento. El contenido redactado explica todas las funciones sobre la seguridad vial que se han tenido en cuenta para la redacción de nuestra carretera junto con el correspondiente uso de la normativa para señalización y balizamiento.

Para el estudio de seguridad vial de nuestra carretera se ha realizado la proyección de los perfiles de velocidades de operación de la variante. Se define como velocidades de operación a las velocidades a la que operan los conductores que depende de parámetros como geometría, entorno y otros factores sociales. Estos perfiles se han redactado mediante las fórmulas teóricas para las rectas y curvas, y donde existen tasas de aceleración y deceleración. En total se han realizado las dos propuestas que se describirán a continuación determinados por el nudo del este de nuestra carretera.

El siguiente apartado que se encontrará en el anejo será el análisis de la consistencia del diseño geométrico ya que la consistencia afecta en el nivel de accidentes provocados por la inconsistencia ya que muchas veces los riesgos no son percibidos por los conductores. Para ello se han realizado los dos tipos de consistencias como son las locales, y las globales. En las dos clasificaciones se deberá tener en carreteras de nueva construcción características buenas, no obstante eso no exime de cualquier accidente que se pueda producir en el futuro.

El estudio de la variante no se centrará tan solo en la travesía que se va construir, ya que también deberá tener consistencia con el trazado de la carretera donde se enlazará. Se ha plasmado el enlace con la carretera mediante otro perfil de velocidades de operación donde se puede observar la consistencia entre la nueva variante y la carretera actual, para poder justificar de esta manera el entronque de la variante con la carretera existente.

En el análisis de seguridad vial, se ha propuesto además un cálculo de los accidentes esperados en los próximos años, a partir de una SPF, y una comparación con los accidentes actuales. Dicha comparación nos ofrecerá como la actuación nos sirve como justificación a la realización de la variante ya que en ella se reducirán de manera efectiva el riesgo de accidentes y su gravedad.

5.7. Señalización y balizamiento

Otro de los documentos que ofrece el anejo es la señalización y balizamiento de la vía. Se han dispuesto tanto la señalización horizontal como la señalización vertical, justificándose con la normativa 8.1-IC y 8.2-IC.

Los márgenes de carreteras se verán tratados en el siguiente punto, donde se debe dar importancia a su objeto ya que el 30% de las muertes que se producen en la carretera son debido a la salida de la vía. Existe preferencias a la hora de la reordenación de los márgenes de carretera entre los que se debe dar preferencia a la eliminación o rediseño del obstáculo, y si esta posibilidad no se puede llevar a cabo, la protección del obstáculo mediante una contención vial como serían las barreras de seguridad, diseñada para la redirección de los vehículos. Para el estudio se deben de visualizar los márgenes de la carretera y mirar donde se encuentran los posibles elementos u obstáculos para tratar de aplicar las distintas medias para eliminar el peligro existente. Si no ha sido posible la eliminación de los obstáculos y se ha decidido a la delimitación de estos mediante barreras de contención, se deberá analizar la zona libre existente y ver si es necesario su aplicación. Para la elección de los sistemas de contención se necesitarán detallar el nivel riesgo para la clase de contención y las anchuras de trabajo de estas. Se incorporarán barreras de seguridad a lo largo del trazado y en las obras de paso se localizarán pretilas como elementos de contención. Además se deberá dar continuidad a la rigidez de las barreras para entrelazar las barreras de seguridad y los pretilas, incluso con las distintas clases de contención de estas.

Los moderadores de velocidad han sido incluidos en este anejo con el fin de mejorar la carencia de visibilidades existentes en nuestro trazado y que no han podido ser removidas por cuestiones económicas y técnicas. Se han explicado las dos posibilidades de dotación más convenientes a nuestra carretera con respecto al tráfico circulante y las características del trazado y una justificación de las elecciones.

En último lugar se ha realizado un chequeo completo de las disposiciones de seguridad vial recogidas en el Anejo de Seguridad Vial de la Comunidad Valenciana. En ella se han tenido en cuenta las distintas fases que se encontraría nuestra obra, y una justificación detallada sobre las cuestiones de diseño, intersecciones u otros aspectos con referencia a la variante sur.

5.8. Firmes

En este anejo se determinará de forma justificada y detallada la sección de explanada y forme a utilizar en función tanto de criterios económicos como técnicos, obteniendo como resultado la sección tipo a utilizar en el proyecto constructivo así como la cubicación y dosificaciones-

Explanada

Según la Norma 6.1-I.C Secciones de Firmes, a los efectos de definir la estructura del firme se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2, E3, en función de su capacidad portante, siendo la E3 la de mayor.

En nuestro caso, aunque el eje de la traza discurre por roca, se ha decidido proyectar una E2 debido a las zonas terraplenadas a media ladera. Para conseguir dicha E2 se han realizado los rellenos con suelo seleccionado que es adquirido de cantera.

Firmes

Para el dimensionamiento de los firmes la característica determinante para el dimensionamiento de los mismos es el número de vehículos pesados que circularán por la travesía.

Con esos datos, la solución adoptada es la que se puede apreciar en la Fig. 8

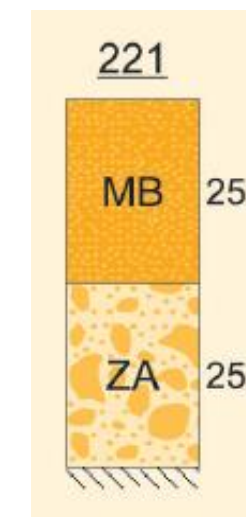


Fig. 8 Firme adoptado

La sección del firme constará de 25 cm de zahorra y 25 cm de mezcla bituminosa. La mezcla bituminosa estará dividida en tres capas, la base, de 14 cm, formada por una mezcla bituminosa AC 22 base G, la capa intermedia será una AC 22 bin S con un espesor de 6 cm y por último la capa de rodadura, una AC 16 surf S de 5 cm de espesor.

En la Tabla 3 Paquete de firmes adoptado se puede apreciar el paquete de firmes que ha sido proyectado.

Capa	Material	Espesor (cm)
Rodadura MBC	AC 16 surf S	5
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Intermedia MBC	AC 22 bin S	6
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Base MBC	AC 22 base G	14
Riego de imprimación C60BF5 IMP		
Base	Zahorra	25

Tabla 3 Paquete de firmes adoptado

5.9. Calculo estructural

En este anejo de cálculo estructural se estudian las obras generadas por una variante de la carretera CV-190 a su paso por el sur del municipio de Figueroles, provincia de Castellón. La necesidad de este nuevo trazado se debe al uso de la travesía principal de la localidad, con una elevada peligrosidad, por vehículos pesados.

Este anejo se ha realizado de manera conjunta por los tres componentes del equipo de construcción cuyos trabajos se detallarán en el propio anejo. Aun así, se ha trabajado conjuntamente con los equipos de trazado, hidráulica, hidrología, impacto ambiental y geotecnia para llegar a una solución óptima.

Se requieren soluciones ingenieriles para salvar las limitaciones de la morfología del terreno natural. Entre dichos problemas, se incluyen la construcción de dos puentes y tramos de muro con el objetivo de protección y sostenimiento de los terrenos ocupados.

Para el cálculo de las acciones y combinaciones que afectaran a los puentes, se recurrirá a la IAP-11 (Instrucción de Acciones sobre Puentes) y para dimensionamiento de los elementos a la EHE 08 (Instrucción Española de Hormigón Estructural). Para las cimentaciones y estribos se ha utilizado la Guía de cimentaciones y para los muros, la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera.

En las zonas adyacentes al cauce del río, la construcción de terraplenes supone la invasión de zonas del cauce con probabilidades de inundación. Por tanto, surge la necesidad de obras de fábrica que protejan estas actuaciones y garanticen la menor afección posible al medio ambiente.

Se construyen tres muros de escollera entre el P.K. 0+265 y el P.K.0+315, con una altura variable entre 5.50 y 1.27 metros; entre el P.K. 0+386 y el P.K.0+400, con alturas entre 2.89 y 1.53 metros, y entre el P.K. 0+522 y P.K.0+590.62 y alturas entre 1.01 y 5.14 metros. En la figura 9 se aprecia un esquema tipo del muro de escollera.

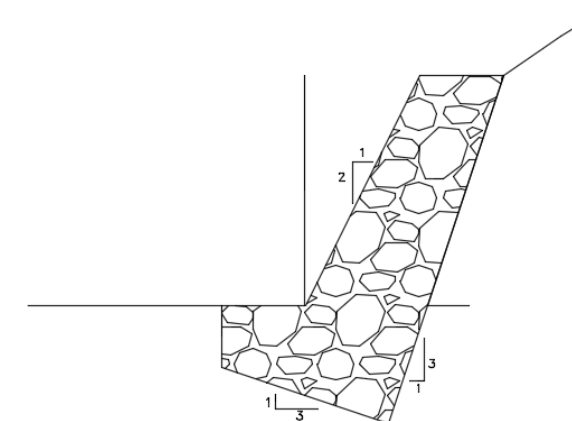


Fig. 9 Muro de escollera

En el barranco del Tossal de la Negra, en la margen derecha, se opta por un puente debido a que un marco generaría un gran movimiento de tierras, además del gran volumen necesario. Dicho puente se desarrolla con una pendiente constante del 2% y recto en planta entre el P.K. 0+760 y el 0+832, con una luz total de 72 metros.

Consiste en dos vanos iguales con una pila intermedia. En la interacción entre el tablero del puente con su subestructura, se ha podido proyectar los estribos cerrados con funciones de contención de tierras en su interior. La construcción de la pila será in situ por las dificultades técnicas.

Los datos hidráulicos aportados sobre este barranco dan caudales insignificantes para cualquier periodo de retorno.

También existe la necesidad de salvar el cauce del río Lucena. El puente se sitúa entre los PK's 1+221 y 1+365 y se localiza un acuerdo vertical en el mismo. El trazado aprovecha un estrechamiento del río para realizar una construcción perpendicular al valle y de menor longitud. Esta solución se halló para su posterior estudio, in situ, en una visita al municipio realizada en Enero de 2015. El curso del río tiene un desvío hacia la derecha produciendo un meandro en el estrechamiento. Por este motivo, las pilas tienen una superficie demasiado grande perpendicular al flujo del río y se produce una mayor socavación en ellas. Se soluciona con un esviaje de 20 grados de las pilas y dinteles en la misma dirección del flujo para reducir esta área.

De esta manera se consiguen cuatro vanos de igual longitud y tres pilas. Los estribos son también cerrados.

Se elige una solución de puente prefabricado para ambos puentes pues la luz de uno es el doble que el otro. El ancho de plataforma de los puentes es de 10 metros, dato proporcionado por el equipo de trazado.

Dentro de esta tipología, los puentes prefabricados, se eligió la opción de vigas con sección en doble T con una longitud de 36 metros. La losa es continua, por lo que construyen dos puentes semi-continuos. Este tipo de vigas destaca por su bajo peso que supone un ahorro de material pero ofrecen un comportamiento resistente notable respecto a otras tipologías.

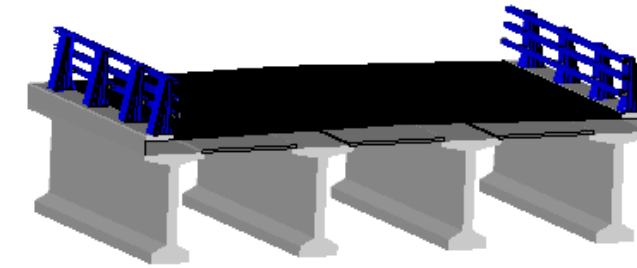


Fig. 10 Sección tipo puente

Con esta solución se aprovecha la economía de escala que ofrece el recurso de los prefabricados. Los mayores inconvenientes son el transporte de las vigas hasta el emplazamiento de la obra y su izado hasta la posición final. Asimismo, la opción de prefabricado supone un ahorro para la Administración tanto económico como en tiempo de ejecución.



5.10. Protección de los puentes

En el presente documento se pretende analizar la interacción entre el cauce del río Lucena y el puente de la Alternativa Sur, en situación de avenida. Para ello se ha realizado un modelo hidráulico con el programa informático HEC-RAS, partiendo de los datos disponibles topográficos e hidrológicos, y asumiendo valores de los parámetros hidráulicos.

Las avenidas a considerar serán, la de 100 años de periodo de retorno para evaluar la capacidad hidráulica de los puentes, y la de 500 años de periodo de retorno para la comprobación de sus cimentaciones frente a la socavación de pilas y estribos.

Tras realizar el análisis hidráulico, se ha comprobado que para la avenida de 100 años, la capacidad hidráulica del cauce del río Lucena es suficiente para que no se produzca el desbordamiento en todo el tramo estudiado. En cambio, para la avenida de 500 años, y tras realizar el estudio hidrológico-sedimentológico, resulta necesario estudiar y diseñar medidas de protección, tanto para las pilas como para el lecho del río, para minimizar el impacto de la socavación que puede producir el fallo de las cimentaciones de la estructura.

Estas actuaciones de ingeniería fluvial consisten en:

- Actuación de Regulación del Cauce.

Consiste en la regularización del lecho de la sección transversal del cauce y la pendiente longitudinal del mismo formando las zonas de transición adecuadas a las condiciones de flujo desde las secciones naturales al tramo que se desea proteger y desde éste de nuevo al cauce natural.

- Actuación bajo el Puente de la Alternativa Sur.

Consiste en la protección tanto del lecho como de las pilas frente a la erosión generalizada y la local a causa de la socavación. Para ello se procede a la colocación de escollera recebada como protección local de $D_{50}=1.2$ m alrededor de las pilas y protección general en el entorno con escollera de diámetro $D_{50}=0.36$ m. Se ha optado por el recebado debido al gran tamaño de escollera si fuera vertida y a que el espesor de la capa es del doble que la recebada.

- Actuación en el entorno de influencia inmediata, en la zona de aguas arriba y aguas abajo, envoltentes de la actuación anterior.

Consiste en crear una zona con una estabilidad y rugosidad suficientes para que se puedan resistir las tensiones tangenciales generadas por el paso del flujo, mediante escollera de diámetro $D_{50}=0.36$ m, a lo largo de 25 metros aguas arriba y aguas abajo de la estructura.

En conclusión, con el conjunto de actuaciones propuestas y diseñadas anteriormente, y aplicando un margen de seguridad más que correcto, queda resuelto el problema de la

socavación en el puente proyectado de la variante CV-190 de la Alternativa Sur, siendo ésta una solución técnica y económicamente viable.

**5.11. Valoración económica**

Capítulo	Resumen	Euros	%
1	Movimiento de tierras y demoliciones	459.244,72	18,58
2	Firmes y pavimentos	491.057,27	19,87
3	Obras hidráulicas	146.747,94	5,94
4	Estructuras	1.214.801,95	49,14
5	Señalización y balizamiento	6.082,33	0,25
6	Varios	154.000	6,23

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		2.471.934,21
13% Gastos generales		321.351,45
6% Beneficio industrial		148.316,05
	SUMA GG y BI	469.667,50
21% I.V.A		617.736,36
PRESUPUESTO DE LIQUIDACIÓN		3,559.338,07



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°6

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



ANEJO 6: DISEÑO DE LOS NUDOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Situación Actual.....	3
1.2. Descripción de la zona de actuación.....	4
1.3. Objetivo del estudio de alternativas.....	4
1.4. Estudios previos.....	5
1.5. Condicionantes.....	5
1.6. Sección tipo y características generales del diseño de los nudos.....	6
1.7. Planteamiento de las alternativas.....	7
1.7.1. Alternativa 0.....	7
1.7.2. Alternativa 1 Nudo OESTE	7
1.7.3. Alternativa 2 Nudo OESTE	8
1.7.4. Alternativa 1 Nudo ESTE	8
1.7.5. Alternativa 2 Nudo ESTE	9
1.7.6. Alternativa 3 .1 Nudo ESTE	9
1.7.7. Alternativa 3.2 Nudo ESTE	9
1.7.8. Alternativa 4 Nudo ESTE	10
1.8. Valoración de las alternativas	10
1.9. Análisis de funcionalidad de las alternativas	10
1.10. Elección multicriterio de la alternativa óptima	20
1.10.1. COSTE ECONÓMICO.....	21
1.10.2. IMPACTO AMBIENTAL.....	21
1.10.3. FUNCIONALIDAD	22
1.10.4. SEGURIDAD VIAL	22



1.11. Matriz de elección	31
2. Diseño de la solución	31
2.1. Desarrollo de la solución adoptada	32
2.2. Puntos singulares de cada uno de los ejes	35
2.3. Listado de puntos fijos cada 20 metros	36
2.4. Estado de rasantes.....	39
2.5. Análisis de las trayectorias de vehículos pesados.....	40
3. Caminos y servicios afectados	42
3.1. Identificación de los caminos cortados y propuesta de solución	43
3.2. Identificación de los servicios afectados.....	46
3.3. Desvíos de tráfico.....	46
3.3.1. Introducción	46
3.3.2. Consideraciones previas.....	46
3.3.3. Desvíos de tráfico durante la obra	47
3.3.4. Conclusiones	47

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es el estudio, diseño y definición de las características geométricas de las posibles soluciones de los nudos de la variante CV-190 a su paso por el municipio de Figueroles (provincia de Castellón).

1.1. Situación Actual

Gracias a la realización de una visita in situ se pudo ver de primera mano cual era la situación existente realmente. Actualmente la CV-190 atraviesa el municipio de Figueroles por su núcleo urbano. El nudo situado en el Este de Figueroles, que conecta la CV-190 con el pueblo, está resuelto mediante una glorieta con cinco ramales, que sirve para controlar la velocidad de los vehículos tanto de entrada como de salida. La glorieta tiene dos carriles de unos 8 metros de ancho en total, aunque no cumple con las recomendaciones en cuanto a radios de entrada y salida en algunas de las bocinas. Uno de los ramales es la CV-190 que atraviesa el pueblo como hemos dicho anteriormente, otro se dirige hacia el norte del pueblo, mientras que los dos restantes conectan al sur, uno con una parcela privada utilizada para el acopio de productos cerámicos, y la otra a un polígono industrial compuesto por dos naves industriales de gran envergadura.

En la figura 1 podemos observar la mencionada glorieta de cinco ramales remarcando en rojo la parcela privada destinada a acopios, situada en el Oeste de la misma, y el polígono industrial.



Fig. 1 Estado actual nudo Este



Fig. 2 Entrada Este a Figueroles

En la figura 2 es posible observar la llegada al pueblo de Figueroles desde el Este a través de la CV-190 justo a la altura de la glorieta.

Como se ha dicho anteriormente la CV-190 atraviesa el núcleo urbano de Figueroles, y a su salida por el lado Oeste del pueblo conecta directamente la CV-190 con el municipio.

La Figura 3 muestra la llegada de la CV-190 al municipio. Se dispone de la colocación de un lomo de asno para controlar la velocidad de los vehículos tanto de entrada como los de salida.



Fig. 3 Entrada Oeste a Figueroles

Unos quinientos metros al Oeste de Figueroles, la CV-190 atraviesa el río Lucena por un puente (Fig. 4). Este punto es clave para el estudio, diseño y definición del nudo debido a que el trazado geométrico definitivo, definido en el diseño geométrico y del firme, atraviesa esa zona justo antes de cruzar el puente para dirigirse hacia el municipio.



Fig. 4 Puente sobre el río Lucena. Acceso Oeste Figueroles

En el reportaje fotográfico realizado en la visita in situ se puede ver el estado actual en el que se encuentra el firme, que a simple vista parece estar en buen estado, a falta de los ensayos que muestren lo contrario. Por lo que en cualquier caso se mantendrá la posibilidad de mantener el pavimento actual si fuera oportuno o de realizar un fresado y recrecido en las zonas de transición para homogeneizarlas.

Podemos observar a continuación (Fig. 5) un par de fotografías del firme, uno del firme de la glorieta situada al Este del municipio y otro de la entrada Oeste del mismo.



Fig. 5 Estado actual del pavimento



Fig. 6 Estado actual del pavimento

1.2. Descripción de la zona de actuación

La visita in situ realizada antes de la redacción del proyecto permitió comprobar de primera mano los terrenos donde se podrían llevar a cabo las posibles actuaciones. Las zonas donde cabría la posibilidad de actuar con la construcción de algún tipo de solución, en general están ocupadas básicamente por tierras de carácter rustico con cultivo de tipo seco.

En el nudo Este, donde se encuentra la glorieta actualmente, existe alrededor de la misma, a parte de la parcela de acopios, una edificación privada pegada a ella y unos terrenos privados en la parte sur que habrá que tenerlos en cuenta en caso de una actuación para prever posibles expropiaciones. Mientras que donde se llevaría a cabo una posible solución en el Oeste, existen como se ha mencionado previamente, zonas de carácter rustico. (Fig. 1 y 4)

La orografía del terreno no es muy accidentada en las zonas de actuación, así que junto con las edificaciones existentes no suponen ninguna dificultad para el diseño de los nudos tanto en el Este como en el Oeste.

Como se ha nombrado anteriormente, en la parte Oeste discurre el río Lucena, por el cual discurre un pequeño caudal de agua durante todo el año, con unas crecidas puntuales durante el mismo.

1.3. Objetivo del estudio de alternativas



El objeto de este apartado es realizar un análisis de las distintas alternativas que se han considerado, de las decisiones de diseño, y de la solución propuesta de forma que sea la más acertada, de todas las que se propongan para la intersección entre la carretera CV-190 a su paso por Figueroles.

Para esto, tendremos que tener en cuenta, los estudios previos que se han realizado, en los anejos anteriores, los cuales nos dan una visión clara de los condicionantes que tenemos que salvar.

A continuación, se plantearán una serie de soluciones para su valoración, para finalmente, elegir la mejor opción a desarrollar en el presente anejo.

1.4. Estudios previos

Para la redacción de los siguientes apartados se ha tomado información de los siguientes anejos, normativas y recomendaciones:

Normativas y recomendaciones:

- Instrucción de carreteras 3.1 IC: Trazado
- Instrucción de carreteras 8.1 IC: Señalización vertical
- Instrucción de carreteras 8.2 IC: Marcas viales
- Guía de nudos viarios
- Recomendaciones de Glorietes CITMA 2015
- CETUR-86 (Centre d'Etudes des Transports Urbains)

Anejos:

- Análisis del tráfico y de la seguridad vial
- Estudio hidrológico y drenaje transversal
- Diseño geométrico y del firme
- Estudio geológico y geotécnico
- Estudio de impacto ambiental

Los anejos nombrados se encuentran contenidos en la memoria y anejos del proyecto, así que se remite a ellos para cualquier consulta o aclaración.

1.5. Condicionantes

Tendremos que tener presente la Norma 3.1 I.C. la cual en su texto expone en su Capítulo 1:

- La presente Norma contempla las especificaciones de los elementos básicos para el estudio o proyecto de un trazado de carreteras.
- Será de aplicación a todos los proyectos de carreteras de nuevo trazados, con las peculiaridades derivadas de su función y tipo, que se exponen en los sucesivos capítulos y apartados.
- Excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación.

Estos aspectos y otros de otras normas son a tener en cuenta en todas y cada una de las distintas alternativas a valorar.

Los condicionantes económicos vienen impuestos generalmente por el cliente, ya sea público o privado, aunque en este caso al tratarse de un ejercicio meramente académico, no tendría por qué tener gran repercusión, sin embargo, para tener un trato más cercano a la realidad sí que se tendrá en cuenta, valorando el coste económico con las prestaciones obtenidas.

No obstante, parece obvio indicar que en la mayoría de los casos, la solución finalmente adoptada es fruto de un equilibrio entre el coste económico y las prestaciones ofrecidas.

Los condicionantes físicos vienen por parte de la orografía de la zona que aunque no presenta gran relevancia por ser poco accidentada la zona de obras.

En cuanto al problema hidrológico, la zona de estudio no es una zona problemática de grandes avenidas, ni de periodos de gota fría fuertes, como se puede ver en el anejo estudio hidrológico y drenaje transversal.

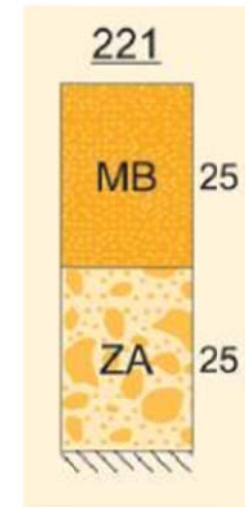
Se deben tener en cuenta, las posibles afecciones en cuanto a la ejecución de las obras sobre los viales existentes, intentando en la solución adoptada, minimizar estas afecciones con objeto de evitar cortes en la circulación. Además de tener en cuenta el planeamiento urbanístico y territorial de la zona, de forma que se tendrá una coordinación total con el Ayuntamiento de Figueroles, con objeto de preservar los usos de los suelos establecidos y futuras previsiones del mismo, también la integración adecuada de la obra en el entorno del pueblo.

El ámbito donde se desarrolla la actuación no presenta una calidad ambiental intrínseca destacable, como se puede consultar en el anejo estudio de impacto ambiental, por lo que los condicionantes de tipo medio ambiental relativos a la elección de la geometría de la intersección derivaran principalmente de otros factores como de la posible incidencia sobre el riesgo de inundación existente en el área de estudio.

Para la elección de la solución final se tendrán en cuenta estos condicionantes, otros que no se han nombrado en este apartado y que se desarrollaran más en detalle en el apartado correspondiente, y por supuesto el trazado geométrico en planta definitivo definido en el anejo diseño geométrico y del firme.



Fig. 7 Trazado definitivo



Capa	Material	Espesor (cm)
Rodadura MBC	AC 16 surf S	5
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Intermedia MBC	AC 22 bin S	6
Riego de adherencia C60B3 ADH		
Base MBC	AC 22 base G	14
Riego de imprimación C60BF5 IMP		
Base	Zahorra	25

Fig. 8 Firme adoptado

1.6. Sección tipo y características generales del diseño de los nudos

Se han establecido los siguientes criterios básicos de diseño:

- Sección tipo: Calzada de 7 metros, con arcenes de 1 m de ancho y un 1 m de berma. Tanto el firme como el paquete de firmes, se ha mantenido conforme está diseñado en el anejo de firmes. Presenta la siguiente forma:

- Velocidad de proyecto: 40 Km/h.

- Vías de servicio: Se repondrá la red de caminos agrícolas afectados mediante vías de servicio de 4 metros de ancho, donde se requiera.

- Accesos: Se prevén dos accesos a viviendas.

- Previsión futura: La solución a adoptar en la intersección deberá de soportar el tráfico existente en el año horizonte sin problemas.

Según la norma 3.1 IC las dimensiones de la berma para una C-80 puede variar entre 0,75 y 1,5 metros. Finalmente la berma se ha escogido de 1 metro de ancho. En el caso del arcén la normativa dice que tiene que ser de 1,5 metros de ancho, pero hace una anotación que dice que para carreteras con terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$), puede reducirse en 0,5 metros el ancho del arcén, y es por lo que finalmente se ha escogido un metro de ancho.

Los taludes de desmonte son los proporcionados por el estudio geotécnico. Se van a realizar unos desmontes tendidos (1H:2V).

Esta sección transversal se ha visto modificada en algunos tramos de la traza de la carretera. Esto es debido a que en algunas zonas el desmonte en estos lugares se ha



considerado excesivo. En estos casos se ha optado por colocar unos desmontes más verticales (1H:5V). Ambos materiales son roca y pueden resistir taludes verticales, como proporciona el estudio geotécnico, pero por cuestiones de seguridad no se había decidido a realizarlos de esta forma hasta ahora.

Finalmente la cuneta se ha definido con una forma trapezoidal (2H:1V) de 0,3 metros.

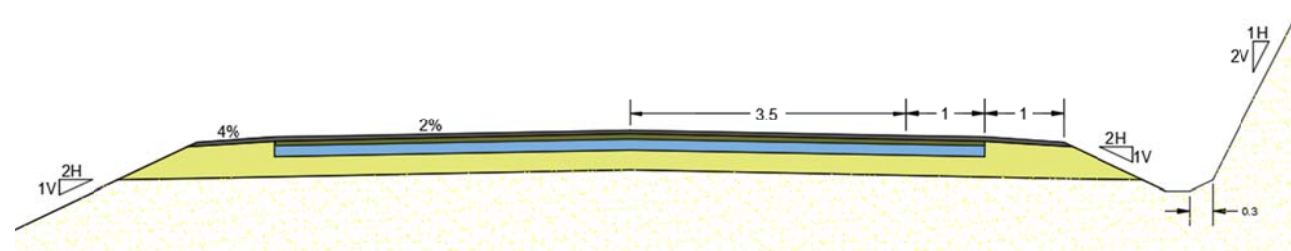


Fig. 9 Sección tipo con desmonte 1H:2V

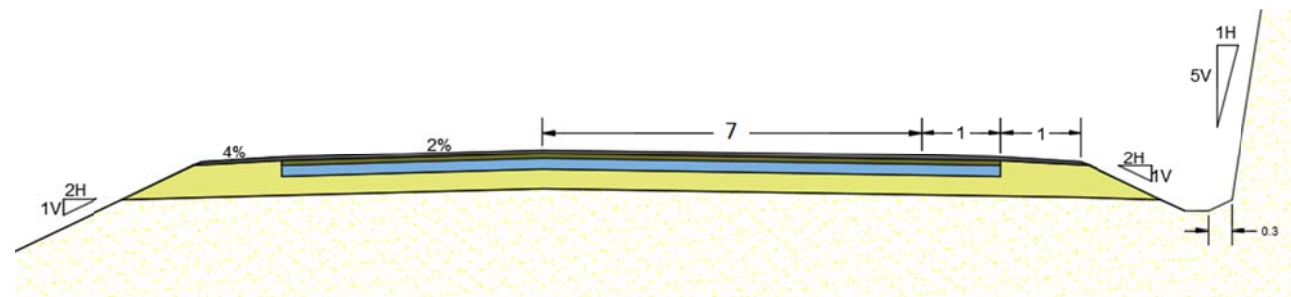


Fig. 10 Sección tipo carril espera con desmonte 1H:5V

1.7. Planteamiento de las alternativas

A continuación se van a proponer posibles soluciones, donde se han intentado solventar los distintos condicionantes expuestos con anterioridad. El planteamiento de alternativas se va a llevar a cabo de la siguiente forma. Al ser independientes a la hora de conectar la variante el nudo Oeste y el Este, primero se realizará un planteamiento de alternativas del nudo Oeste y seguidamente del nudo Este. La realización de la variante no justifica hacer un enlace. Tampoco se plantea ninguna solución semaforizada debido a la baja intensidad media diaria.

1.7.1. Alternativa 0

La alternativa 0 consistiría en mantener la solución existente. Consistiría en la no realización de la variante de la CV-190, manteniendo su paso por el casco urbano. Obviamente esta alternativa es válida tanto al nudo Oeste como para el Este.

1.7.2. Alternativa 1 Nudo OESTE

Esta alternativa consistiría en conectar el trazado definitivo (Figura 6) definido en el anejo diseño geométrico y del firme, en el Oeste mediante una intersección en T. Esta intersección daría prioridad a los vehículos que circulan por la futura variante de la CV-190, ya que en la dirección de Figueroles estaría regulado por señalización vertical. Por lo tanto, la prioridad de paso la tendrán en todo momento los vehículos que circulen por la variante de la CV-190. La calzada sería de doble sentido.

En cuanto a los movimientos posibles, gracias a esta intersección se puede ejecutar cualquier tipo de movimiento que se desee, teniendo en cuenta en cada momento la prioridad de paso.

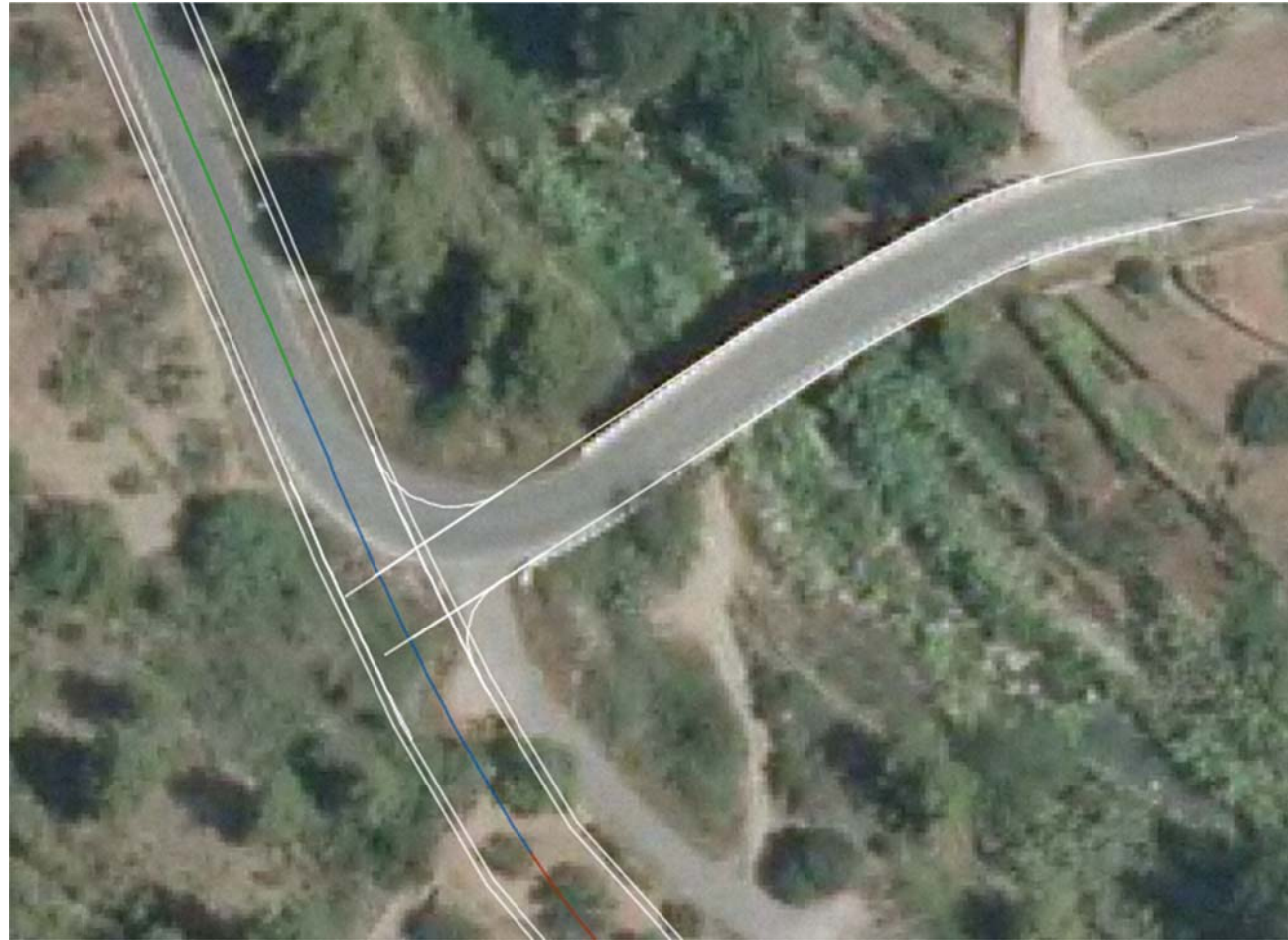


Fig. 11 Alternativa 1



Fig. 12 Alternativa 2

1.7.3. Alternativa 2 Nudo OESTE

Esta alternativa consta de la construcción de una glorieta en el nudo Oeste justo antes de cruzar el puente en dirección a Figueroles. Esta estaría construida especialmente para acoger el tráfico existente de la CV-190 que se dirige en dirección a Castellón.

La glorieta constaría de un total de tres ramales, uno en dirección a Lucena, otro a Figueroles y otro en dirección Castellón. El primer y tercer ramal nombrados formarían parte de la CV-190.

1.7.4. Alternativa 1 Nudo ESTE

La primera alternativa del nudo Este consistiría en conectar el trazado en planta definitivo a la glorieta existente como un ramal más de la misma. De esta forma resultaría finalmente una glorieta de seis ramales. Esta alternativa dotaría a la glorieta existente de seis ramales.

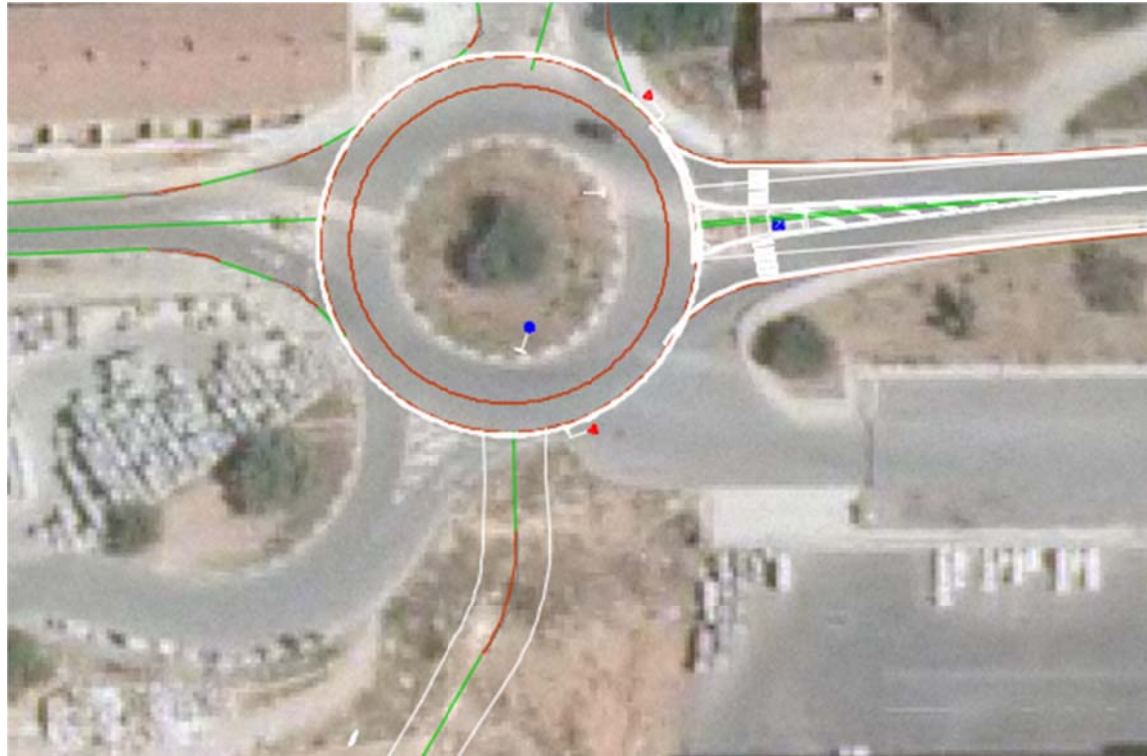


Fig. 13 Alternativa 1

1.7.5. Alternativa 2 Nudo ESTE

Otra alternativa sería conectar el trazado de la variante a la glorieta existente e incluir una intersección en T completa para dar salida al polígono industrial. En este caso se cerraría el ramal que da acceso al polígono industrial. Esta alternativa descargaría la glorieta en cuanto al tráfico previsto y dotaría de una entrada totalmente independiente al polígono industrial.



Fig. 14 Alternativa 2

1.7.6. Alternativa 3.1 Nudo ESTE

Esta alternativa consistiría en conectar la CV-190 a la glorieta existente, pero esta vez eliminando el ramal que conduce a la parcela de acopios e incluyendo en la misma variante un carril de entrada al lugar. Mientras que se le daría salida a la parcela por la parte superior, en la variante CV-190 ya dentro de Figueroles. En este caso también se cerraría el ramal que da acceso al polígono industrial y se incluiría una intersección en T completa para darle salida al mismo. Esta solución descargaría la glorieta en cuanto a tráfico previsto y mejoraría en cuanto a seguridad vial se refiere.



Fig. 15 Alternativa 3.1

1.7.7. Alternativa 3.2 Nudo ESTE

La alternativa 3.2 sería similar a la 3.1 pero en vez de conectar la entrada a la parcela de acopios a través de la CV-190, se procedería a darle tanto entrada como salida por la parte superior de la misma. Para la alternativa tanto 3.1 como 3.2, no se plantea la construcción de una cuña de cambio de velocidad para facilitar el giro a derechas, debido a que hay muy poca distancia entre la glorieta existente y la intersección donde iría la cuña.



Fig. 16 Alternativa 3.2

1.7.8. Alternativa 4 Nudo ESTE

Para esta alternativa se consideraría conectar la futura variante de la CV-190 a la misma CV-190 antes de la llegada a la glorieta que da entrada al municipio. De esta forma se construiría una glorieta nueva que conectara el ramal Oeste, Este, Norte y Sur. Se valoraría construir un acceso directo desde la CV-190 hacia el municipio. En este caso se podría mantener el acceso a la parcela de acopios desde la glorieta como un ramal más y darle salida por la parte superior como en el caso anterior. Se cerraría el ramal que da acceso al polígono industrial y se dotaría de una intersección en T completa para el acceso al mismo desde la CV-190. Además se dotaría de una cuña de cambio de velocidad para facilitar el giro a derechas que daría entrada al polígono. En este caso se incluiría también una intersección en T desde la nueva glorieta a la variante para permitir a la gente que se encuentre en el municipio poder incorporarse a la CV-190.



Fig. 17 Alternativa 4

1.8. Valoración de las alternativas

La alternativa 0 queda totalmente descartada tanto para el nudo Este como el Oeste. De las diferentes alternativas del nudo Este se ha descartado la alternativa 1 debido a que resultaría una glorieta de seis ramales con varios muy próximos entre sí y podría conllevar a un problema de seguridad vial debido a maniobras conflictivas que intersectan muy próximas en el mismo lugar y podría inducir a confusión. La alternativa 2 y la 3.1 quedan descartadas argumentando lo mismo que la alternativa 1. Se consideran soluciones poco funcionales. De esta forma, en el nudo Este, las alternativas restantes 3.2 y 4 son las que analizaremos en más detalle. Mientras que en el nudo Oeste analizaremos ambas, la intersección en T y la glorieta.

Las alternativas que van a ser objeto de estudio han sido desarrolladas completamente en el programa Autodesk AutoCAD Civil 3D. Desarrollándolas en el programa se es capaz de analizar y desarrollar multitud de opciones.

Se deja planteada una entrada directa al polígono industrial desde la futura variante por si fuera necesario debido a un incremento muy alto de la IMD en el momento de la construcción de la obra, ya que es totalmente compatible con el proyecto

1.9. Análisis de funcionalidad de las alternativas

En este apartado se va a analizar la capacidad y nivel de servicio de las diferentes alternativas en los nudos. Este análisis se realizará únicamente para el tráfico con variante en el año horizonte 2040. Los datos utilizados a continuación han sido obtenidos del anejo análisis del tráfico y la seguridad vial, para más información remitirse al anejo nombrado.

Para el cálculo de capacidad y nivel de servicio de las intersección en T se ha utilizado la normativa norteamericana HCM 2010 (Highway Capacity Manual), mientras que para obtener la capacidad de las glorietas se ha utilizado método CETUR-86.

Con los datos obtenidos del anejo análisis del tráfico y la seguridad vial de las IMD en el año horizonte, se ha obtenido la intensidad horaria (IH) para ese año. $IH=15\%IMD$ (veh/hora).

A continuación, tanto para la intersección del nudo Oeste como del nudo Este, se ha tenido que realizar una priorización de movimientos y clasificación según los rangos establecidos en el HCM. También se ha obtenido la intensidad horaria en vehículos por hora (veh/h) de cada movimiento



T-Intersection

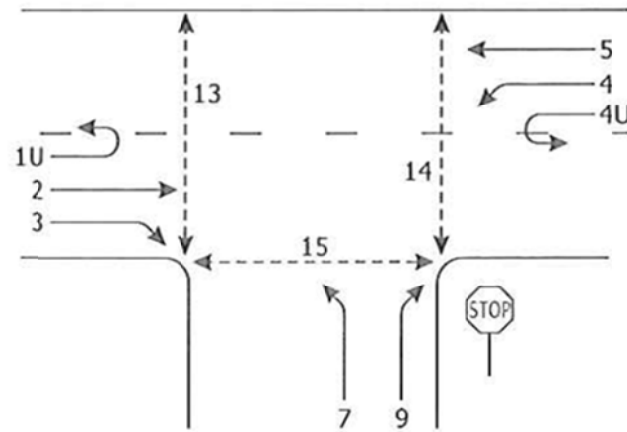


Fig. 18 Priorización de movimientos HCM

Primero se le ha asignado un valor a cada movimiento en la intersección del nudo Oeste. Estos datos han sido obtenidos del anejo Análisis del tráfico y de la seguridad vial. Para más información remitirse al anejo nombrado.

		VARIANTE CV-190			
		1308	1183		
CV-190	1621	OESTE		313	DIRECCIÓN FIGUEROLES
	1421			238	

Fig. 19 IMD año horizonte

La intensidad horaria, en vehículos ligeros, hay que convertirla en una intensidad horaria de coches en el periodo punta de 15 minutos. La expresión a aplicar según el Manual de Capacidad 2010 [15-3] es la siguiente:

$$I_D = \frac{IHP}{FHP * F_i * F_p}$$

siendo:

I_D ≡ Intensidad de la demanda (veh-lig/h).

IHP ≡ Intensidad de hora punta. (veh/h).

FHP ≡ Factor de hora punta.

F_i ≡ Factor de pendiente.

F_p ≡ Factor de pesados. Será imprescindible calcular a priori el factor de equivalencia de camiones.

A partir de esta expresión se han podido hallar las Intensidades Horarias para el año horizonte.

		VARIANTE CV-190			
		196	177		
CV-190	243	OESTE		47	DIRECCIÓN FIGUEROLES
	213			36	

Fig. 20 IH año horizonte

MOVIMIENTO EN LA INTERSECCIÓN	NUDO OESTE
2	196
3	0
4	36
5	177
7	0
9	47

Tabla 1 Movimientos intersección

Los movimientos se pueden clasificar en diferentes rangos según el HCM:

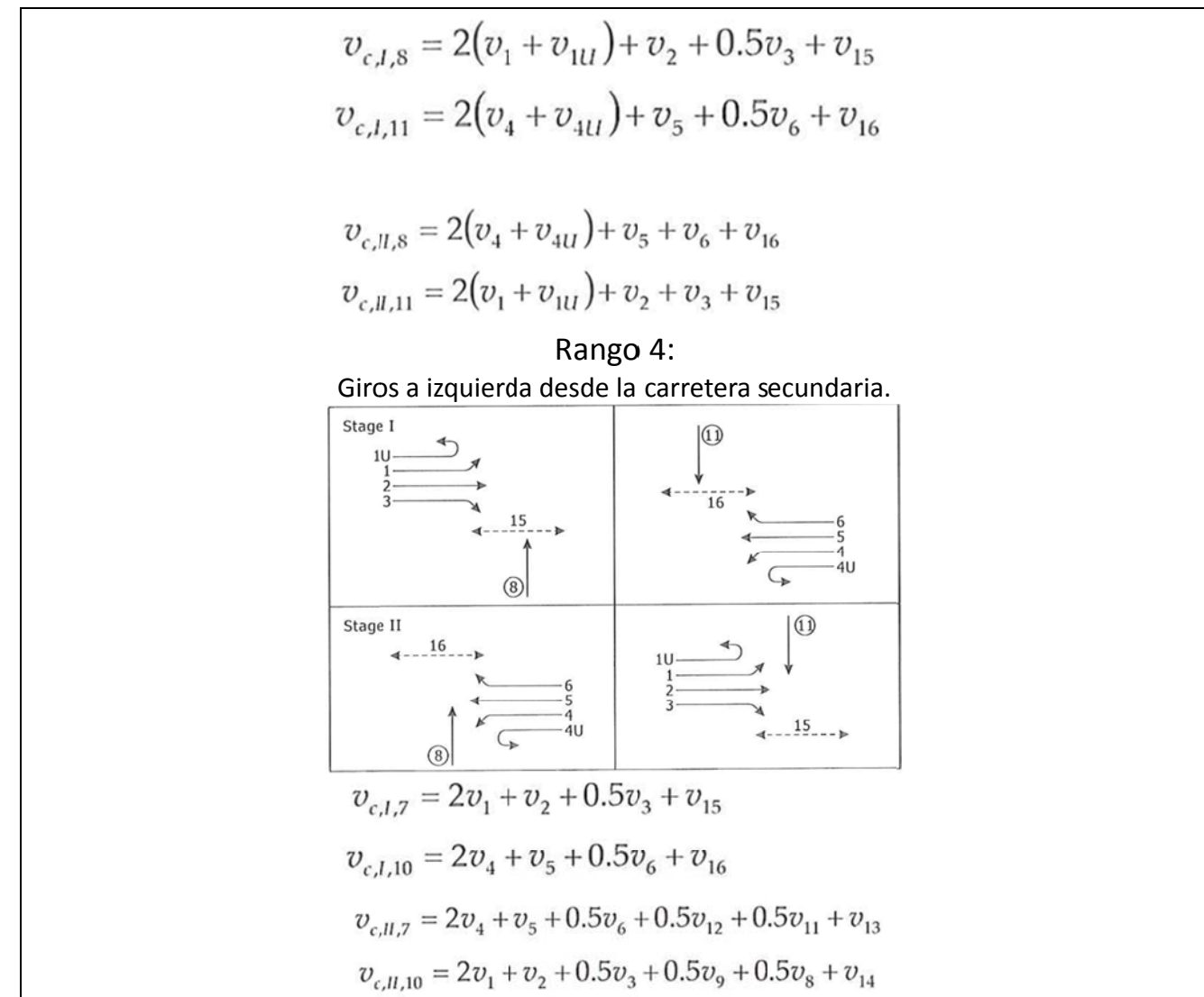
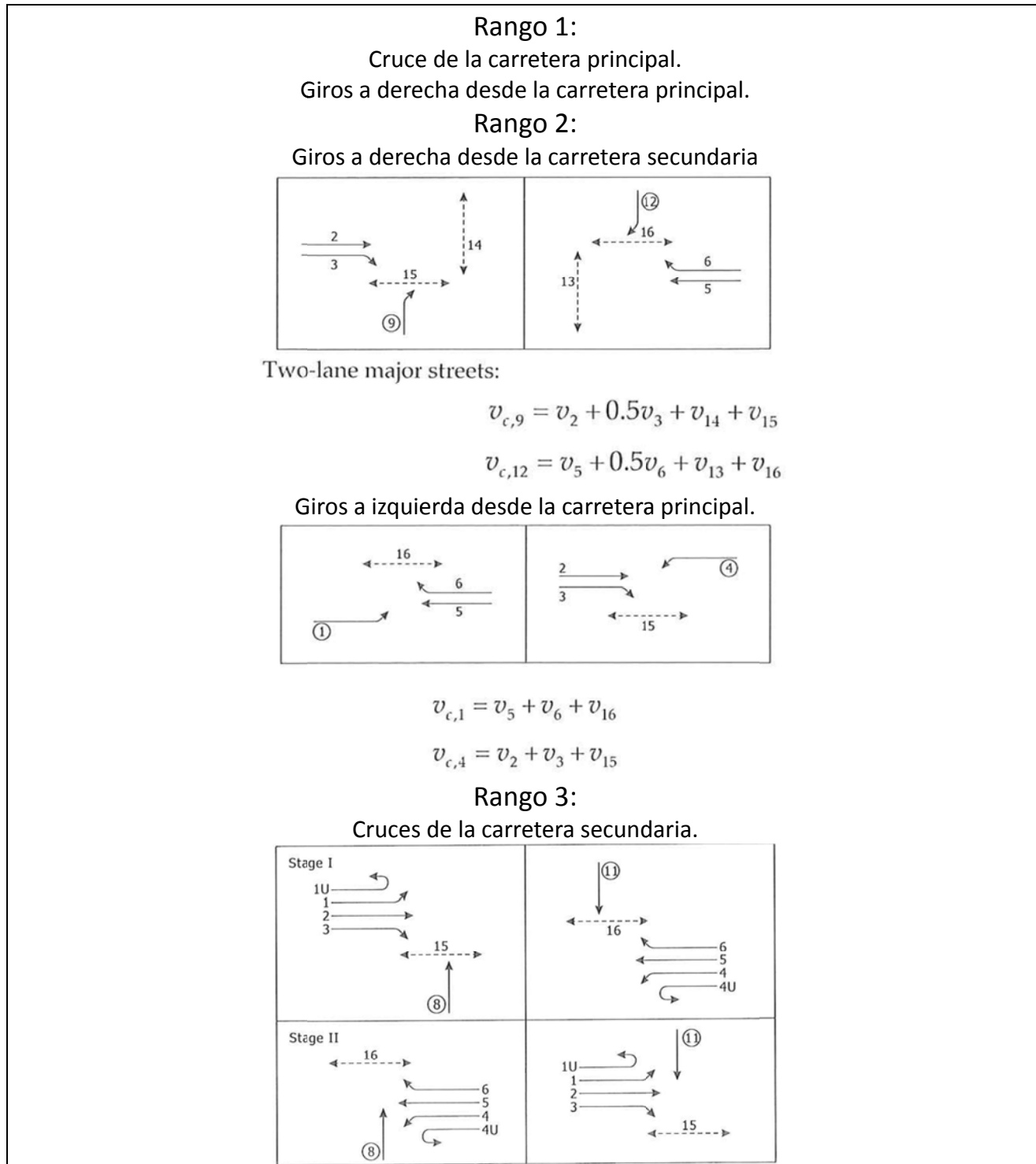


Fig. 21 Definición rangos HCM

Seguidamente se le ha asignado un valor $V_{c,x}$, o tráfico conflictivo, a cada uno de los movimientos que hay presente en la intersección.



Vc,x o tráfico conflictivo para movimiento x	Oeste
Vc 2	0
Vc 3	0
Vc 4	196
Vc 5	0
Vc 7	445
Vc 7.2	249
Vc 9	196

Tabla 2 Tráfico conflictivo

Movimiento	Tc,base	Tf,base
2	0	0
3	0	0
4	4,1	2,2
5	0	0
7	7,1	3,5
7.2	6,1	3,5
9	6,2	3,3

Tabla 3 Tiempo base para intervalos críticos y de seguimiento intersección Oeste

A continuación se obtiene el tiempo de base para intervalo crítico y el tiempo base para intervalo de seguimiento.

Finalmente se obtienen los intervalos críticos y de seguimiento:

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}P_{HV} + t_{c,G}G - t_{3,LT}$$

where

- $t_{c,x}$ = critical headway for movement x (s);
- $t_{c,base}$ = base critical headway from Exhibit 19-10 (s);
- $t_{c,HV}$ = adjustment factor for heavy vehicles (1.0 for major streets with one lane in each direction; 2.0 for major streets with two or three lanes in each direction) (s);
- P_{HV} = proportion of heavy vehicles for movement (expressed as a decimal; e.g., $P_{HV} = 0.02$ for 2% heavy vehicles);
- $t_{c,G}$ = adjustment factor for grade (0.1 for Movements 9 and 12; 0.2 for Movements 7, 8, 10, and 11) (s);
- G = percent grade (expressed as an integer; e.g., $G = -2$ for a 2% downhill grade); and
- $t_{3,LT}$ = adjustment factor for intersection geometry (0.7 for minor-street left-turn movement at three-leg intersections; 0.0 otherwise) (s).

Fig. 23 Formulación intervalo crítico

Vehicle Movement	Base Critical Headway, $t_{c,base}$ (s)		
	Two Lanes	Four Lanes	Six Lanes
Left turn from major	4.1	4.1	5.3
U-turn from major	N/A	6.4 (wide) 6.9 (narrow)	5.6
Right turn from minor	6.2	6.9	7.1
Through traffic on minor	1-stage: 6.5	1-stage: 6.5	1-stage: 6.5*
	2-stage, Stage I: 5.5	2-stage, Stage I: 5.5	2-stage, Stage I: 5.5*
	2-stage, Stage II: 5.5	2-stage, Stage II: 5.5	2-stage, Stage II: 5.5*
Left turn from minor	1-stage: 7.1	1-stage: 7.5	1-stage: 6.4
	2-stage, Stage I: 6.1	2-stage, Stage I: 6.5	2-stage, Stage I: 7.3
	2-stage, Stage II: 6.1	2-stage, Stage II: 6.5	2-stage, Stage II: 6.7

* Use caution; values estimated.

Vehicle Movement	Base Follow-Up Headway, $t_{f,base}$ (s)		
	Two Lanes	Four Lanes	Six Lanes
Left turn from major	2.2	2.2	3.1
U-turn from major	N/A	2.5 (wide) 3.1 (narrow)	2.3
Right turn from minor	3.3	3.3	3.9
Through traffic on minor	4.0	4.0	4.0
Left turn from minor	3.5	3.5	3.8

Fig. 22 Tiempo base para intervalos crítico y seguimiento



Tc,x= tc,base+Tc,hv*Phv+tc,gG-t3,LT (segundos)	
Tc,2	0
Tc,3	0
Tc,4	4,1
Tc,5	0
Tc,7	7,1
Tc,7.2	5,6
Tc,9	6,2

Tabla 4 Intervalos críticos Nudo Oeste

$$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} P_{HV}$$

where

$t_{f,x}$ = follow-up headway for movement x (s),

$t_{f,base}$ = base follow-up headway from Exhibit 19-11 (s),

$t_{f,HV}$ = adjustment factor for heavy vehicles (0.9 for major streets with one lane in each direction, 1.0 for major streets with two or three lanes in each direction), and

P_{HV} = proportion of heavy vehicles for movement (expressed as a decimal; e.g., $P_{HV} = 0.02$ for 2% heavy vehicles).

Fig. 24 Formulación intervalo de seguimiento

Tf,x= tf,base+Tf,HV*Phv (segundos)	
Tf,2	0,135
Tf,3	0,135
Tf,4	2.2
Tf,5	0
Tf,7	3.5
Tf,7.2	2,8
Tf,9	3,3

Tabla 5 Intervalos de seguimiento Nudo Oeste

Y por último se obtiene la capacidad potencial para cada movimiento secundario mediante la siguiente formulación. Para los movimientos de rango 1 (2,3, y 5) no va a haber ningún descenso de capacidad, mientras que para los movimientos de rango 2, la capacidad de movimiento es igual a la capacidad potencial.

$$C_{r,x} = v_{c,u,x} \frac{e^{-v_{c,u,x} t_{c,x} / 3,600}}{1 - e^{-v_{c,u,x} t_{f,x} / 3,600}}$$

Fig. 25 Formulación Capacidad Potencial

Capacidad por movimiento (veh/hora)		
	Cp	Cm
2		3200
3		3200
4	1303	1303
5		3200
7	502	502
7.2	542	542
9	813	813

Tabla 6 Capacidad potencial y movimiento Nudo Oeste

A continuación se va a calcular la demora de cada movimiento y la demora de cada ramal de la intersección. Los movimientos de rango 1 no producen ninguna demora. Para calcular la demora de los movimientos de rangos 2 a 4 se utiliza la siguiente formulación:



$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450T}} \right] + 5$$

where

- d = control delay (s/veh),
- v_x = flow rate for movement x (veh/h),
- $c_{m,x}$ = capacity of movement x (veh/h), and
- T = analysis time period (equals 0.25 h for a 15-min period) (h).

Fig. 26 Formulación cálculo demoras

Demora por movimiento	
Oeste	
2	0,00
3	0,00
4	7,80
5	6,13
7	15,45
7.2	15,20
9	9,51

Tabla 7 Demoras movimientos Nudo Oeste

Y finalmente la demora de cada ramal de la intersección:

$$d_A = \frac{d_r v_r + d_i v_i + d_l v_l}{v_r + v_i + v_l}$$

where

- d_A = control delay on the approach (s/veh);
- d_r, d_i, d_l = computed control delay for the right-turn, through, and left-turn movements, respectively (s/veh); and
- v_r, v_i, v_l = volume or flow rate of right-turn, through, and left-turn traffic on the approach, respectively (veh/h).

Fig. 27 Formulación demora intersección

Demora por ramal (segundos)	
Oeste	
Ramal de Castellón	7
Ramal de Figueroles	11,78
Ramal del desvío	0,00

Tabla 8 Demora por ramales

Con las demoras de los ramales obtenidas podemos decir que el ramal de la Variante y el de la CV-190 tienen un nivel de servicio A, ya que las demoras quedan comprendidas de 1 a 10, mientras que el ramal de Figueroles obtiene un nivel de servicio B al obtener un 11,78, ya que está comprendido entre 10 y 15.

La intersección que se estudia a continuación es la correspondiente al nudo Este, que conecta la CV-190 con el polígono industrial, y es similar tanto para la alternativa 3.2 como para la 4, ya que van a tener la misma IMD. Para saber exactamente qué IMD tendría tanto la futura glorieta, como la intersección en T, se realizó un segundo desplazamiento a Figueroles para realizar un aforo manual en la glorieta existente situada en el Este. De este modo se pudo obtener qué porcentaje de vehículos atravesaban cada ramal. A la vista de los resultados obtenidos en el aforo, se pudo observar que el ramal con mayor tráfico, después de la CV-190 que atraviesa el municipio, era el que conectaba con el polígono industrial. En el aforo manual se pudo observar que el ramal que conecta con el polígono industrial recogía cerca del 13% del tráfico total de la glorieta, tanto de ligeros como pesados. Pero el dato más significativo es que el 28% del total de los vehículos pesados aforados atravesaba el ramal. Es por eso por lo que se optó por

dotarle de una intersección en T completa para darle entrada y salida con total autonomía respecto a la glorieta.



Fig. 28 Ramales estudiados en el aforo manual en la segunda visita in situ

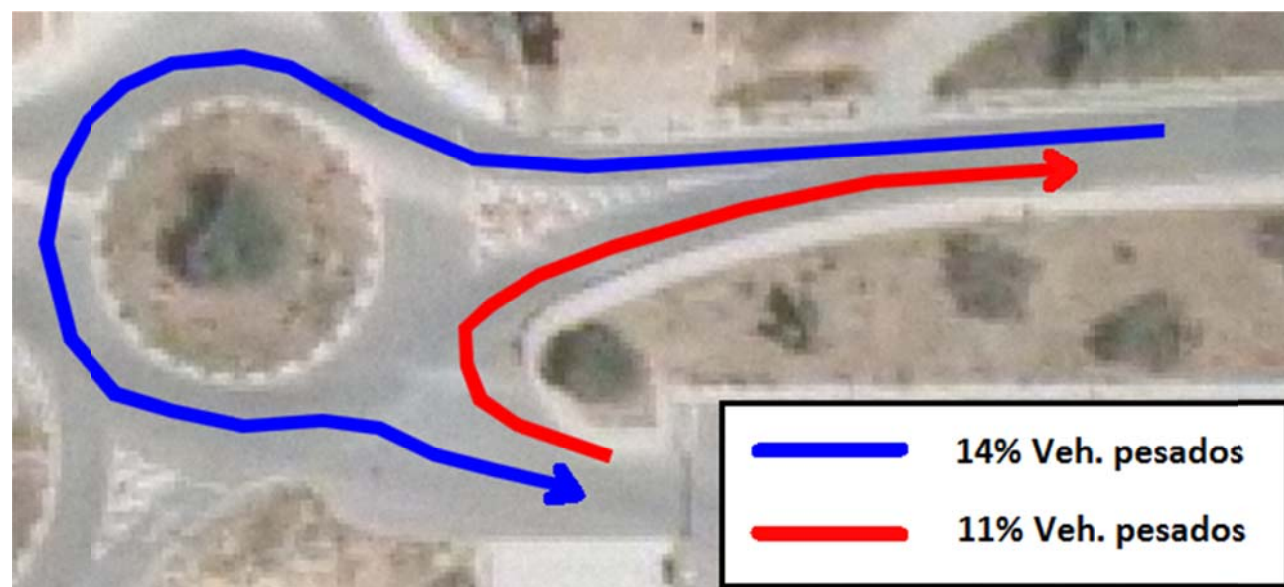


Fig. 29 Movimientos más importantes relacionados con el polígono industrial

Con los datos obtenidos de la primera visita in situ, se obtuvo la IMD en el año horizonte. Con esos datos más los porcentajes obtenidos en la segunda visita in situ sobre qué porcentaje de vehículos discurrirían por cada ramal, se obtuvieron el número de vehículos que discurrirían por cada ramal de la posible futura glorieta e intersección.

RAMALES	% VEHÍCULOS TOTALES	% LIGEROS RESP. TOTAL	% PESADOS RESP. TOTAL
A	6,45%	5,46%	13,51%
B	1,90%	1,88%	2,03%
C	41,07%	41,90%	35,14%
D	4,79%	5,18%	2,03%
E	45,79%	45,57%	47,30%
SUMA VEHÍCULOS	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 9 Porcentajes de vehículos por ramales

Sabemos por el estudio realizado en la segunda visita in situ que un 13% del total de los vehículos atraviesa el ramal A. De esa cantidad un 5% sale del polígono para dirigirse a su destino a través de la glorieta y un 8% se dirige al polígono desde cualquier ramal. Haciendo la suposición de que el porcentaje de vehículos que entra al polígono a través del ramal se va a mantener en el tiempo, se han obtenido datos de la IMD en el año horizonte para la futura intersección multiplicando los porcentajes anteriormente nombrados por la IMD del año horizonte del nudo Este, quedando de la siguiente forma:

		VARIANTE CV-190			
		1183	1308		
DIRECCIÓN	751	ESTE		2059	CV-190
FIGUEROLES	673			1856	

Fig. 30 IMD año horizonte

		VARIANTE CV-190			
		177	196		
DIRECCIÓN	113	ESTE		309	CV-190
FIGUEROLES	101			278	

Fig. 31 IH año horizonte



TOTAL VEH. NUDO ESTE	13% RAMAL POLIGONO	8% VEH. ENTRAN POL.	5% VEH. SALEN POL.
7830	1018	626	391

Tabla 10 Porcentaje de vehículos en el ramal del polígono industrial

		INTENSIDAD HORARIA 2040			
CV-190 DIRECCION FIGUEROLES	113	INTERSECCIÓN POLIGONO		309	CV-190
	101	94	59	278	
		POLÍGONO			

Fig. 32 IH año horizonte en intersección con el polígono industrial

Mediante el procedimiento anterior del HCM se procede a hallar el tráfico conflictivo y los parámetros para hallar finalmente la capacidad y nivel de servicio de la intersección.

Vc,x o tráfico conflictivo para movimiento x	Este
Vc 2	0
Vc 3	0
Vc 4	195
Vc 5	0
Vc 7	148
Vc 7.2	320
Vc 9	195

Tabla 11 Tráfico conflictivo intersección con el polígono industrial

Tc,x= tc,base+Tc,hv*Phv+tc,gG-t3,LT (segundos)	
Tc,2	0
Tc,3	0
Tc,4	4,1
Tc,5	0
Tc,7	6,6
Tc,7.2	5,6
Tc,9	6,3

Tabla 12 Intervalos críticos intersección con el polígono industrial

Tf,x= tf,base+Tf,HV*Phv (segundos)	
Tf,2	0,135
Tf,3	0,135
Tf,4	2,335
Tf,5	0,135
Tf,7	3,635
Tf,7.2	3,635
Tf,9	3,435

Tabla 13 Intervalos de seguimiento intersección con el polígono industrial

Capacidad por movimiento (veh/hora)		
	Cp	Cm
2		3200
3		3200
4	1307	1307
5		3200
7	813	813
7.2	852	852
9	867	867

Tabla 14 Capacidad potencial y de movimiento en la intersección con el polígono industrial

Demora por movimiento (seg)	
2	0,00
3	0,00
4	8,34
5	0,00
7	10,75
7.2	9,38
9	10,33

Tabla 15 Demoras por movimiento intersección en la intersección con el polígono industrial

DEMORA DE CADA RAMAL	
Ramal Polígono	9,33
Ramal Figueroles	0
Ramal Castellón	2,26



Tabla 16 Demoras de cada ramal en la intersección con el polígono industrial

Podemos concluir el estudio de esta intersección en T observando que tienen todos los ramales un nivel de servicio A.

Gracias a los datos obtenidos en la segunda visita in situ y al anejo de tráfico y de la seguridad vial, sabemos el tráfico que tendría la nueva intersección que daría entrada a Figueroles (alternativa 4), quedando la intensidad horaria del siguiente modo. Para cualquier consulta o aclaración sobre los datos de tráfico se remite al anejo de tráfico y seguridad vial que se encuentra contenido en la memoria y anejos del proyecto.

		DIRECCIÓN FIGUEROLES		
		94	105	
DIRECCIÓN VARIANTE	196	ESTE		289
	177			271
				CV-190

Fig. 33 IH en la intersección de la alternativa 4 a nueva glorieta

De nuevo siguiendo el procedimiento anterior, obtenemos el nuevo tráfico conflictivo y los factores

Vc,x o tráfico conflictivo para movimiento x (veh/ hora)	
Vc 2	0
Vc 3	0
Vc 4	394
Vc 5	0
Vc 7	341
Vc 7.2	177
Vc 9	341

Tabla 17 Tráfico conflictivo en la intersección de la alternativa 4

Tc,x= tc,base+Tc,hv*Phv+tc,gG-t3,LT (segundos)	
Tc,2	0
Tc,3	0
Tc,4	4,1
Tc,5	0
Tc,7	6,6
Tc,7.2	5,6
Tc,9	6,3

Tabla 18 Intervalo crítico en la intersección de la alternativa 4

Tf,x= tf,base+Tf,HV*Phv (segundos)	
Tf,2	0,135
Tf,3	0,135
Tf,4	2,335
Tf,5	0,135
Tf,7	3,635
Tf,7.2	3,635
Tf,9	3,435

Tabla 19 Intervalo de seguimiento en la intersección de la alternativa 4

Capacidad por movimiento (veh/hora)		
	Cp	Cm
2		3200
3		3200
4	1115	1115
5		3200
7	626	626
7.2	821	821
9	676	676

Tabla 20 Capacidad potencial y de movimiento de la intersección de la alternativa 4



Demora por movimiento (seg)	
2	0,00
3	0,00
4	8,34
5	0,00
7	10,75
7.2	9,38
9	10,33

Tabla 21 Demoras por movimiento en la intersección de la alternativa 4

Demora por ramal (segundos)	
Oeste	
Ramal de Castellón	0
Ramal de Figueroles	11,23
Ramal del Desvío	2,16

Tabla 22 Demoras por ramal en la intersección de la alternativa 4

OESTE		
IH=15%IMD	IMD	IH TURISMOS
243,15	1621	280
213,15	1421	245
196,2	1308	226
177,45	1183	204
46,95	313	54
35,7	238	41

Tabla 23 IH Turismos corregida del Nudo Oeste

ESTE		
IH=15%IMD	IMD	IH TURISMOS
112,65	751	130
100,95	673	116
278,4	1856	320
308,85	2059	355
196,2	1308	226
177,45	1183	204

Tabla 24 IH Turismos corregida Nudo Este

Se puede observar que el ramal de Castellón y el de la CV-190 tienen un nivel de servicio A, mientras que el ramal de Figueroles tiene un nivel de servicio B por estar comprendido entre 10 y 15.

A continuación se procede a estudiar las glorietas situadas tanto en el Oeste como en el Este. Para calcular su capacidad se ha utilizado el método CETUR-86, que considera las glorietas como un conjunto de intersecciones en T. Primero se ha hallado la intensidad horaria de turismos aplicando una serie de correcciones al método. Estas han sido:

- 2 vehículos ligeros equivalentes por cada vehículo pesado.
- 0,5 vehículos ligeros equivalentes por cada vehículo de dos ruedas.

De esta forma obtenemos los siguientes resultados.

Finalmente se procede a calcular la capacidad máxima de cada ramal mediante la siguiente formulación aplicando los factores pertinentes de la normativa para este caso:

$$Q_e = 1.500 - \frac{5}{6} \cdot (Q_c + 0,2 \cdot Q_s)$$

Fig. 34 Formulación Capacidad Máximo CETUR-86

Obtenemos los siguientes resultados



Capacidad de las glorietas (turismos/hora)					
	Oeste			Este	
	Máxima	Real		Máxima	Real
Ramal Figueroles	1323	54	Figuroles	1233	116
Ramal Variante	1428	226	Variante	1366	204
Ramal CV-190	1267	245	CV-190	1339	355

Tabla 25 Capacidad máxima por ramales

Como se puede observar la capacidad de los ramales es mayor que la capacidad real requerida. De este modo tanto la glorieta Oeste como la Este cumplirían su función en cuanto a funcionalidad se refiere.

1.10. Elección multicriterio de la alternativa óptima

A continuación se llevará a cabo un análisis multicriterio con objeto de concluir el presente estudio con la obtención de lo que sería la solución más óptima de entre las presentadas para cada caso, tanto la Oeste como la Este. Para llevar a cabo este proceso se realizó una encuesta multicriterio a un público con conocimiento en ingeniería civil. La encuesta consistía en que el encuestado tenía que puntuar con un peso en porcentaje a cada una de las variables posibles que determinarían la alternativa final del proyecto, sumando un total de cien. Las variables a las cuales tenían que poner un peso en porcentaje eran coste económico, impacto ambiental, seguridad vial y funcionalidad. Con estos resultados se realizaría una matriz de elección.

Realizando la encuesta a este tipo de público, se pretendía obtener unos pesos en porcentaje de cada variable lo más acercada y subjetiva a la realidad posible sobre lo que piensa la gente que envuelve el mundo de la ingeniera civil.

Se realizaron un total de veinticuatro encuestas, de las cuales hubo que descartar seis encuestas debido a que la suma de los pesos que habían proporcionado sumaba un total que sobrepasaba el cien por cien. Fueron descartadas debido a que distorsionaban la media obtenida de cada una de las variables propuestas. Al final del proceso se dispuso de un total de dieciocho encuestas válidas.

% ASIGNADO	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	TOTAL
COSTE ECONÓMICO	0	2	8	4	2	0	2	0	0	0	0	18
IMPACTO AMBIENTAL	2	10	3	3								18
SEGURIDAD VIAL			7	5	4	1	1					18
FUNCIONALIDAD		2	4	9	3							18

Tabla 26 Resultado encuesta

En la tabla 26 se puede observar en cada fila el número de personas que han asignado un porcentaje para esa variable en concreto. Por ejemplo, en Coste Económico dos personas han optado por darle un peso de diez por cien, otras ocho un veinte, cuatro un treinta, dos un cuarenta y dos un sesenta. De este modo, la suma de la fila nos ha dado un total de dieciocho, que es el número de personas que han contestado correctamente a la encuesta realizada.

Seguidamente se ha realizado un cálculo para obtener una media de cada una de las variables propuestas. Se han obtenido haciendo un sumatorio de cada uno de los porcentajes multiplicados por cada una de las personas que han optado por darle ese porcentaje, para luego dividirlo entre el total de participantes, dieciocho. De este modo se han obtenido los siguientes porcentajes.

COSTE ECONÓMICO	0,267
IMPACTO AMBIENTAL	0,139
SEGURIDAD VIAL	0,306
FUNCIONALIDAD	0,272
	0,983

Tabla 27 Porcentaje de las variables



Analizando los resultados se puede decir que la variable que más peso ha obtenido es la de seguridad vial, seguida de funcionalidad, después y por muy poca diferencia coste económico y por ultimo impacto ambiental. Como conclusión de la encuesta se podría decir que ha primado la seguridad de los conductores frente a cualquiera de las otras variables y que el impacto ambiental sigue teniendo una importancia bastante bajo en lo que se refiere a la elección de la solución final entre las diferentes alternativas.

A continuación se va a proceder a valorar cada una de las alternativas propuestas de cada nudo en cada una de variables que hemos nombrado anteriormente, para así realizar finalmente una matriz de elección y que la solución final sea la más óptima.

1.10.1. COSTE ECONÓMICO

En lo que se refiere al coste económico se ha optado por analizar de manera cuantitativa cada una de las alternativas. Se ha optado por puntuar entre 0 y 10, con un 10 la alternativa más barata. Para puntuar cada alternativa se ha tenido en cuenta los kilómetros de carretera nueva que hay que construir, así como los metros cúbicos de terraplén y desmorte que habría que llevar a cabo en cada alternativa. Estas mediciones han sido posibles gracias a que las alternativas han sido desarrolladas complementa en el programa Autodesk AutoCAD CIVIL 3D. Si la diferencia en cuanto a kilómetros de carreta nueva construir y metros cúbicos de terraplén y desmorte no es muy grande entre dos alternativas, la puntuación que obtendrían no distaría mucho la una de la otra. Se ha empezado comparando el nudo Oeste. La intersección en T tiene un total de terraplenado de un metro cúbico y un total de desmorte de mil ciento cincuenta y dos metros cúbicos, mientras que la glorieta del nudo Oeste tiene un terraplenado de treinta y un metros cúbicos y un desmorte total de dos mil ochocientos cuarenta y siete metros cúbicos. Ahora se pasa a analizar el nudo Este. La alternativa 3.2 tiene un total de terraplenado de unos veinte metros cúbicos y un desmorte de tres mil doscientos sesenta y cuatro metros cúbicos. La alternativa 4 tiene un total de terraplenado de cuarenta metros cúbicos y un desmorte de tres mil quinientos cincuenta metros cúbicos.

		COSTE ECONÓMICO	
		INTERSECCIÓN	GLORIETA
NUDO OESTE		10	7
		ALTERNATIVA 3.2	ALTERNATIVA 4
NUDO ESTE		10	6

Tabla 28 Puntuación coste económico

Como se puede observar se ha evaluado por separado el nudo Oeste como el Este. Esto es debido a que van a ser actuaciones totalmente diferentes y no tienen las mismas alternativas disponibles. Las dos alternativas del nudo Oeste no distan mucho en cuanto a movimiento de tierras, pero la construcción de una glorieta es mucho más cara. De este modo se ha puntuado con un 10 a la intersección por ser la más barata, con 3 puntos de diferencia sobre la glorieta. Por otro lado en el nudo Este las dos alternativas se diferencian en que la alternativa 4 va a incorporar una intersección más que la 3, se va a adecuar la glorieta existente y también va a haber que conectar la variante directamente a la CV-190 ajustando la rasante. Eso supondría casi unos cien metros más de carretera. Es por todo esto por lo que se ha dado una diferencia de cuatro puntos entre las os alternativas.

1.10.2. IMPACTO AMBIENTAL

Para la valoración del impacto ambiental de cada una de las alternativas se ha realizado un análisis cualitativo de cada una de ellas. La orografía del terreno no es muy accidentada en la zona de actuación para los nudos, así que de este modo, lo que sería una variable restrictiva para puntuar las alternativas, terraplén y desmorte, no va a ser decisivo. En la zona de actuación para los nudos no existe ninguna flora o fauna o zona con la que haya que tener especial cuidado medioambientalmente hablando, con lo que no va a haber ninguno tipo de afección especial al medio. En cambio se va a tener en cuenta el volumen neto acumulado de terraplén y desmorte de cada una de las alternativas. De este modo podremos saber cuántos metros cúbicos de cada alternativa quedarían en desuso. También se ha tenido en cuenta la afección al río en el nudo Oeste y el impacto al paisaje. Se va a puntuar entre 0 y 10. Un 10 lo obtendría la alternativa que menos impacto ambiental crease. Los volúmenes netos acumulados de las distintas alternativas quedan de la siguiente forma:

Nudo Oeste:

- Intersección: 1151 m³
- Glorieta: 2416 m³

Nudo Este

- Alternativa 3: 3244 m³
- Alternativa 4: 3550 m³

Estos son los volúmenes de tierra que sobrarían en cada una de las alternativas.

La puntuación sobre impacto ambiental queda de la siguiente forma:



Tabla 30 Puntuación funcionalidad Nudo Oeste

		IMPACTO AMBIENTAL	
		INTERSECCIÓN	GLORIETA
NUDO OESTE		8	7
		ALTERNATIVA 3.2	ALTERNATIVA 4
NUDO ESTE		8	6

Tabla 29 Puntuación impacto ambiental

No se le ha otorgado un 10 a ninguna alternativa porque se ha considerado que eso equivaldría a ninguna afección sobre el medio, y no es nuestro caso. En el Oeste, se le ha otorgado un 8 a la intersección debido a que un ramal de la intersección ya existe, y las obras que habría que realizar serían mínimas. Mientras que para la glorieta el impacto sobre el medio es más grande debido a la mayor superficie de actuación.

Por otro lado en la alternativa Este se ha decidido puntuar con un 8 a la alternativa 3 y con un 6 la alternativa 4. Esto es debido al mayor volumen neto acumulado de terraplén y desmonte de la alternativa 4, sumado a que tienen que construirse casi noventa metros más de carretera y que las zonas en desuso que dejaría la alternativa 4 son mayores que las que dejaría la alternativa 3.

1.10.3. FUNCIONALIDAD

Para evaluar la funcionalidad se han tenido en cuenta varios parámetros unos objetivos y otros subjetivos. El primer parámetro es la capacidad y nivel de servicio. Se ha puntuado con un 7 la alternativa con más capacidad y nivel de servicio. A las otras alternativas, si la diferencia de capacidad no es grande respecto a la que más tiene la puntuación será relativamente próxima. También se ha tenido en cuenta el hecho de que la construcción de la variante se lleva a cabo para que todo el tráfico de la CV-190 no atraviese Figueroles. Otra variable que se ha tenido en cuenta es el tiempo de demoras. Teniendo en cuenta todos los criterios anteriores, se ha puntuado de la siguiente forma. La nota total será sobre 10. Capacidad y Nivel de Servicio se puntuara de 0 a 7, y los otros tres puntos pertenecerán a los otros parámetros nombrados. La puntuación sobre funcionalidad queda de la siguiente forma:

FUNCIONALIDAD			
NUDO OESTE	CAPACIDAD Y NS	RESTO PARÁMETROS	TOTAL
INTERSECCIÓN	6	2	8
GLORIETA	7	3	10

En el nudo Oeste se ha puntuado con un 7 la glorieta y con un 6 la intersección. Se ha considerado que la capacidad y nivel de servicio para el nudo Oeste no es tan relevante debido a que tanto la intersección como la glorieta tienen un nivel de servicio alto en el año horizonte, así que se considera que no tiene que ser muy relevante. En lo que se refiere al resto de parámetros se ha otorgado un punto más a la glorieta que a la intersección debido al mejor funcionamiento funcional de la glorieta y las ventajas que conlleva respecto a una intersección.

FUNCIONALIDAD			
NUDO ESTE	CAPACIDAD Y NS	RESTO PARÁMETROS	TOTAL
ALTERNATIVA 3	6	2	8
ALTERNATIVA 4	7	3	10

Tabla 31 Puntuación funcionalidad Nudo Este

En el nudo Este hay un punto de diferencia, en lo que se refiere a capacidad y nivel de servicio, entre la alternativa tres y cuatro, debido a que la alternativa cuatro, aparte de tener más capacidad, ofrece un rango de movimientos más amplio para el usuario de la vía. Mientras que en el resto de parámetros, se ha puntuado con un 3 a la alternativa cuatro debido a varios motivos. El primero y más importante es que la alternativa cuatro ofrece la posibilidad de que los vehículos pesados circulen totalmente fuera del municipio y permiten una mejor maniobrabilidad para los pesados, cosa que la alternativa 3 no ofrece. También decir que el tiempo para acceder a la variante, y por tanto el tiempo en recorrer la misma, va a ser menor. Y por último, el tiempo de demoras va a ser menor en la alternativa 4 debido a que hay una intersección más y un carril que conecta directamente con el pueblo, y de esta forma los usuarios se van a distribuir más gracias a esto.

1.10.4. SEGURIDAD VIAL

En el apartado referido a la seguridad vial se han analizado la visibilidad, ángulos de giro (bocinas de entrada y salida) y ángulos que forman los diferentes ramales con la vía principal o glorieta, dependiendo de cada una de las alternativas.

Para analizar la visibilidad en las intersecciones se ha recurrido al apartado 3.2.5 de la norma 3.1 IC de Trazado para obtener la distancia de cruce y la visibilidad de cruce.

La distancia de cruce se ha obtenido de la siguiente forma:

$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

Siendo: D_c = distancia de cruce (m).
 V = velocidad (km/h) de la vía preferente.
 t_c = tiempo en segundos que se tarda en realizar la maniobra completa de cruce.

El valor de t_c se obtiene de la fórmula:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (3 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

Siendo: t_p = tiempo de reacción y percepción del conductor, en segundos. Se adoptará siempre un valor constante igual a dos segundos ($t_p = 2$ s).
 l = longitud en metros del vehículo que atraviesa la vía principal. Se considerarán los siguientes valores, en función del estudio del tipo de tráfico en el cruce:
 $l = 18$ m para vehículos articulados.
 $l = 10$ m para vehículos pesados rígidos.
 $l = 5$ m para vehículos ligeros.
 w = anchura del total de carriles (m) de la vía principal.
 j = aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en unidades «g». Se tomará un valor de $j = 0,15$ para vehículos ligeros, $j = 0,075$ para vehículos pesados rígidos, y $j = 0,055$ para vehículos articulados.

Fig. 35 Formulación distancia de cruce

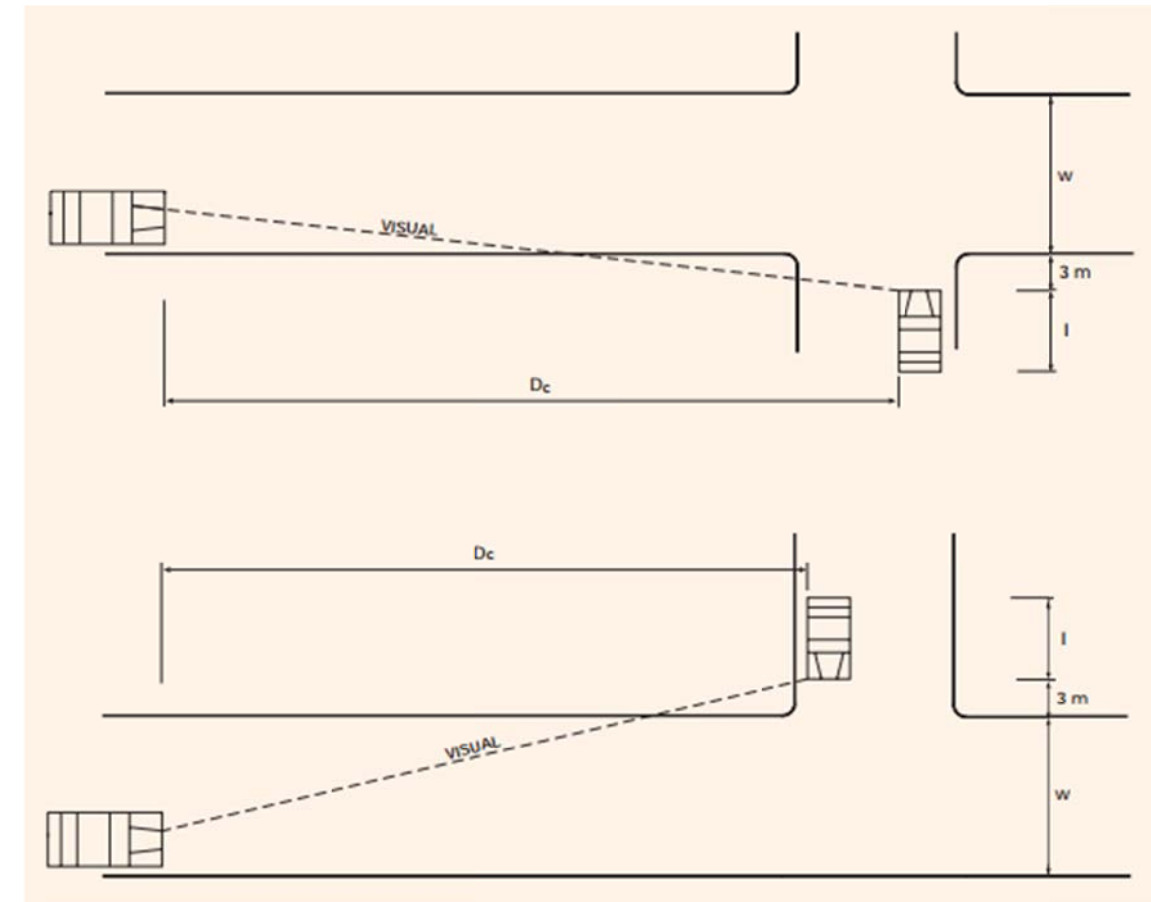


Fig. 36 Distancia de cruce

Mediante la formulación de la norma se ha obtenido un valor de distancia de cruce y visibilidad de cruce igual a 208,38 metros. Para la obtención de estos valores se ha utilizado la velocidad de operación para aproximar los resultados a la realidad.

Por otro lado, para analizar la visibilidad en las glorietas se ha recurrido a la Guía de Nudos Viarios, apartado 4.7.3, en el que se dice:

En todo acceso a una glorieta, se deben valorar dos situaciones en cuanto a la visibilidad.

- Una de aproximación, que permita a un conductor comprobar si va a tener que disminuir la velocidad de su vehículo para pasar por la glorieta.
- Otra de inserción, para que un conductor que pretenda entrar a la calzada anular pueda elegir un hueco en el tráfico que circula por ella. Se ha analizado tanto la visibilidad hacia la izquierda como hacia la derecha en las diferentes situaciones. Primero se ha obtenido la distancia de parada, en el apartado 3.2.1 de la norma 3.1 IC de Trazado, para poder analizar la visibilidad en las glorietas.

Es por lo que se analiza la visibilidad hacia la izquierda:

1. En la situación de aproximación, las visuales desde un punto situado

- A 2 m del borde derecho del carril situado más a la izquierda de la pata de acceso, y
- A una distancia antes de la marca de detención igual a la necesaria para detenerse sin rebasarla,

y hasta llegar a la calzada anular y a la calzada de la salida correspondiente a esa misma pata, tienen que estar despejadas a la derecha de la tangente trazada desde ese punto a una circunferencia concéntrica al borde exterior de la calzada anular, con un radio inferior en 2 m a él (Fig. 32).

2. En la situación de inserción, tanto desde el centro de cualquier carril a la altura de la marca de detención, como desde el centro del carril situado más a la izquierda 15 m antes de dicha marca, se debe ver la totalidad de la calzada anular hasta el más lejano de los límites siguientes (Fig. 32):

- La entrada anterior.
- 40 m, medidos a lo largo del centro de la calzada anular.

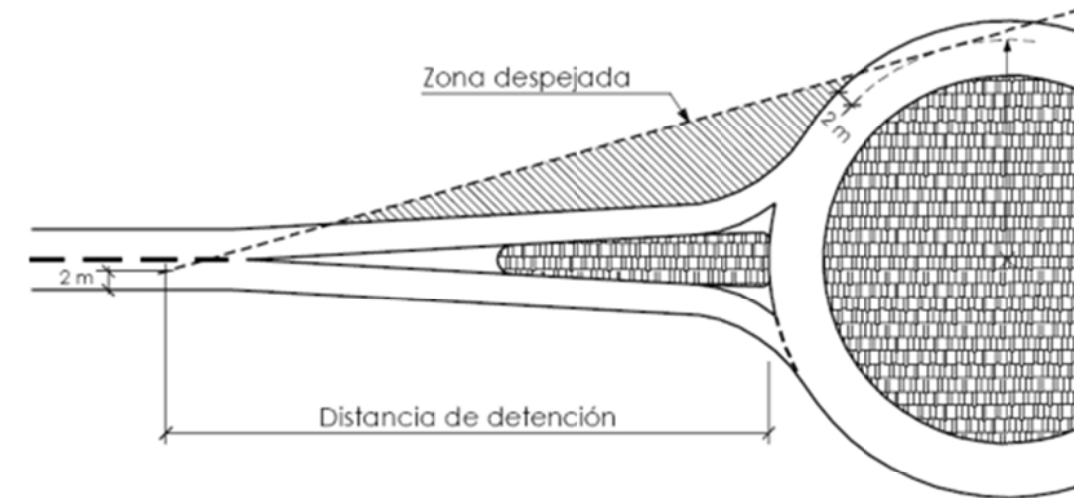


Fig. 4.7-B

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_1 + i)}$$

Siendo: D_p = distancia de parada (m).
 V = velocidad (km/h).
 f_1 = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.
 i = inclinación de la rasante (en tanto por uno).
 t_p = tiempo de percepción y reacción (s).

Fig. 37 Formulación distancia de parada

También se ha obtenido una distancia de parada de 112.91 metros para una velocidad de 80 Km/h y de 36.15 metros para una velocidad de 40 Km/h.

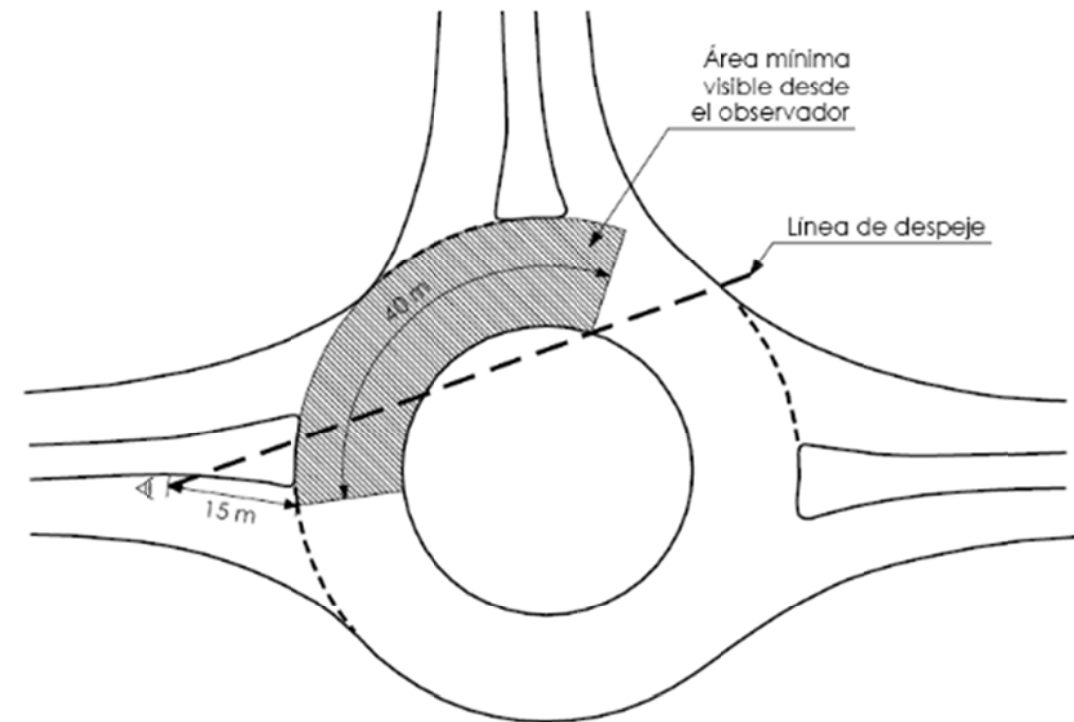


Fig. 38 Visibilidad hacia la izquierda

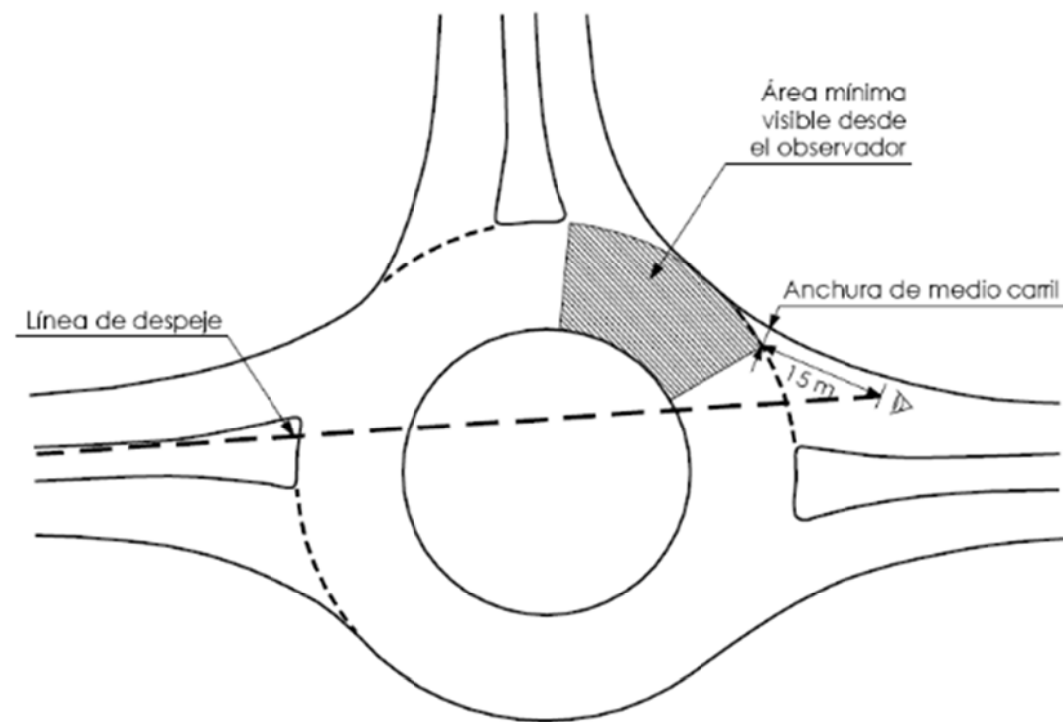


Fig. 39 Visibilidad hacia la derecha

A continuación se pasa a analizar la visibilidad tanto en las intersecciones como en las glorietas de las diferentes alternativas gracias a la herramienta Visibility Check del programa Autodesk AutoCAD Civil 3D. Se han simulado las situaciones en las cuales se comprueba la visibilidad como indica la normativa (Fig 36, 38 y 39), desde la distancia de cruce como desde la distancia de detención, según lo requiera la alternativa. Se ha marcado con un punto negro en las diferentes imágenes desde donde se comprueba la visibilidad. Las flechas de color verde indican que se ve completamente en la dirección hacia donde apuntan y hasta donde terminan las mismas. En el resto de imágenes, el sombreado verde significa también que hay una visibilidad completa desde donde se comprueba la visibilidad, amarillo parcialmente y rojo, no hay visibilidad alguna.



Fig. 40 Visibilidad mediante líneas de despeje desde el ramal Norte

NUDO OESTE

Alternativa Glorieta

Como se puede observar en las Figuras 34,35 y 36, para la alternativa de la glorieta se ha obtenido una visibilidad óptima y mayor de la requerida.



Fig. 41 Visibilidad mediante líneas de despeje desde el ramal Este



Fig. 42 Visibilidad mediante líneas de despeje desde el ramal Sur

Alternativa Intersección

Para la alternativa en el nudo Oeste con intersección se ha obtenido también una visibilidad mucho mayor de la requerida. (Figuras 37 y 38). Estas figuras corresponden a la visibilidad disponible de la parte norte y sur de la intersección con el puente existente, medidos desde el punto negro que aparece en las figuras, como dice la normativa.

T PUENTE	Distancia de cruce (m)	Visibilidad disponible (m)
Norte	208	230
Sur	208	210

Tabla 32 Distancia de cruce y visibilidad de cruce

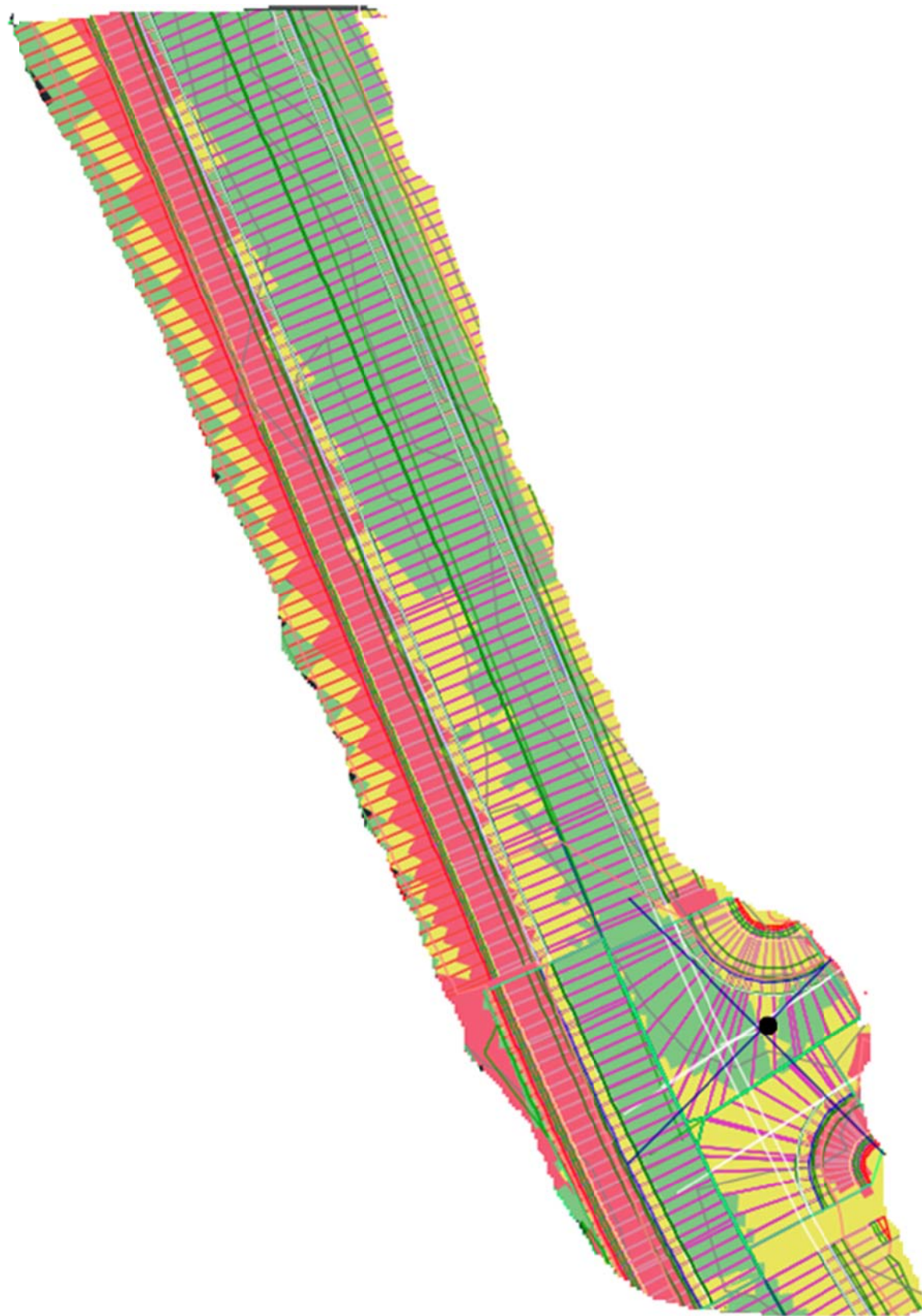


Fig. 43 Parte Norte de la intersección con el puente existente

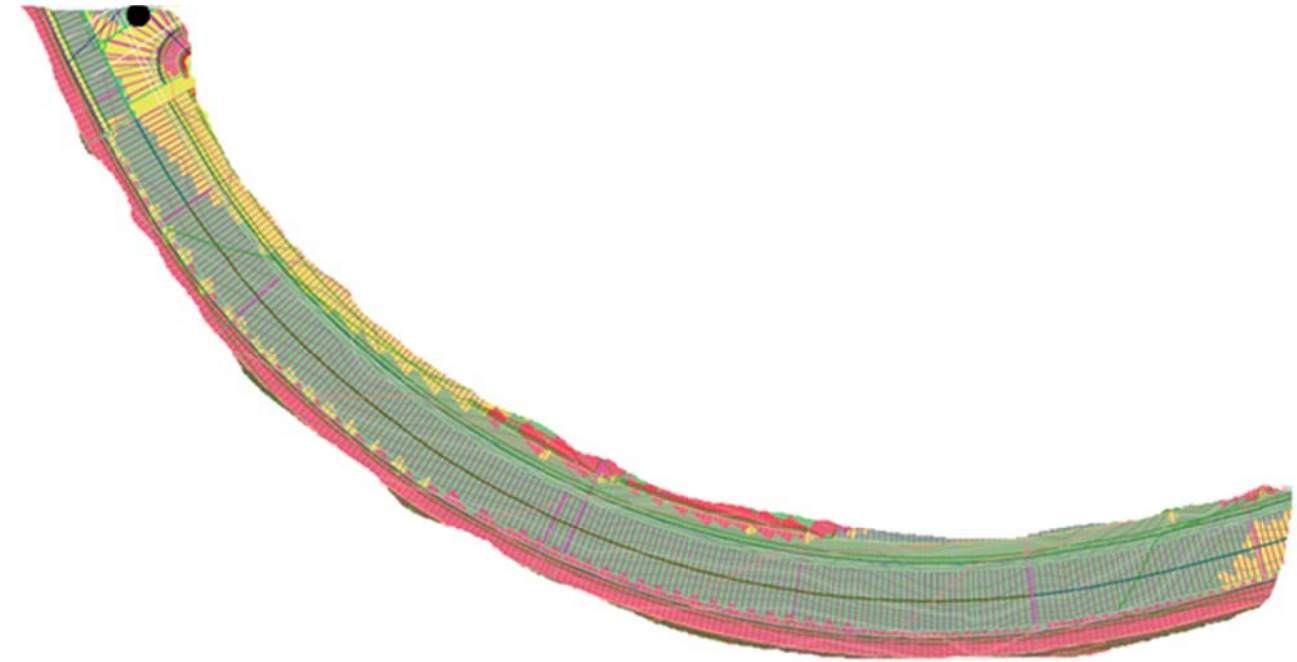


Fig. 44 Parte Sur de la intersección con el puente existente

NUDO ESTE

Alternativa conexión directa con glorieta existente

En el caso del nudo Este se ha comprobado con el software que con la distancia de detención, que es mayor que los quince metros que marca la normativa, se cumplen los requisitos de visibilidad necesarios para las glorietas recogidos en el apartado 3.2.1 de la norma 3.1 IC de Trazado.

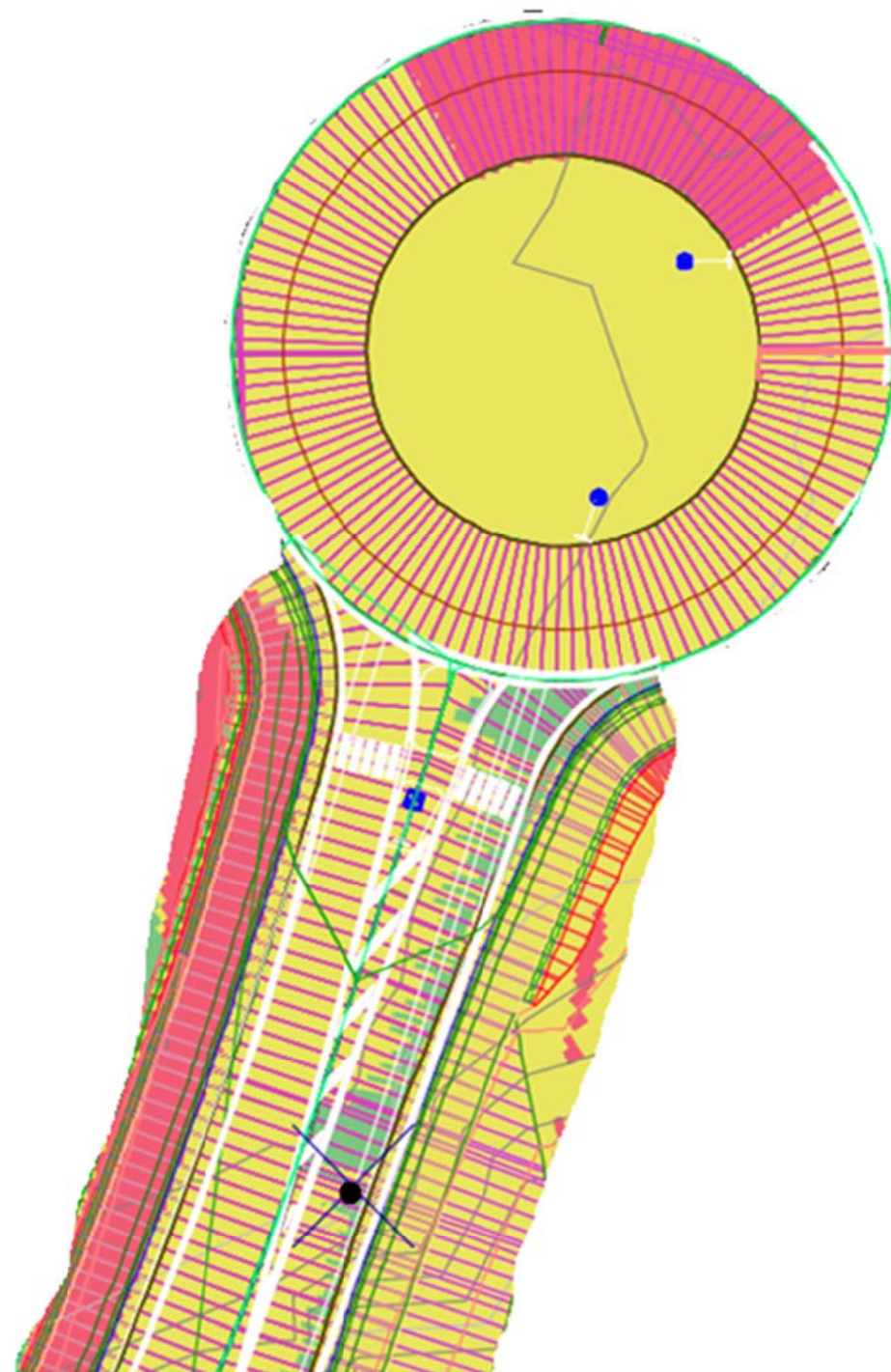


Fig. 45 Visibilidad desde la conexión de la variante con la glorieta existente

Intersección en T con polígono Alternativa 3.2

Para la intersección con el polígono se ha observado que se dispondría de una visión a su izquierda que alcanzaría hasta el inicio de la glorieta (Fig 40.) Mientras que la visión a la

derecha cumpliría de sobra con la obtenida mediante la formulación. Véase que en la Tabla 33, los 120 metros son los que existen entre la intersección y la glorieta existente, así que es el máximo.

T Polígono	Distancia de cruce (m)	Visibilidad disponible (m)
Este	208	310
Oeste	208	120

Tabla 33 Visibilidad de cruce y disponible desde la intersección con el polígono industrial

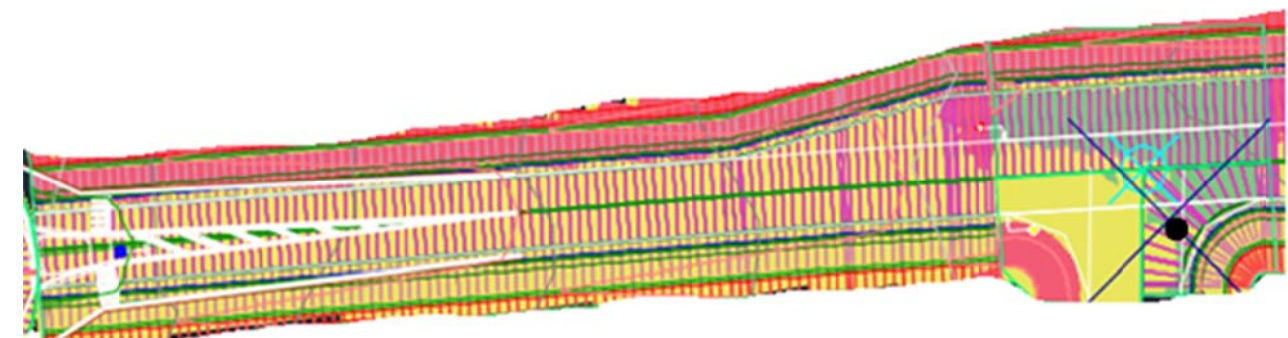


Fig. 46 Visibilidad de la parte Oeste de la Intersección con el polígono industrial

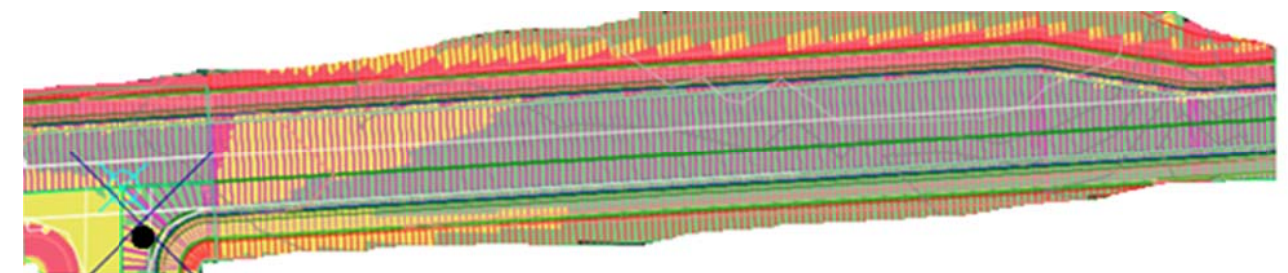


Fig. 47 Visibilidad de la parte Este de la Intersección con el polígono industrial

Intersección en T con polígono alternativa 4

Para esta intersección, la visión hacia la derecha se mantiene buena como la anterior (Fig 40), pero la visión hacia la izquierda no cumple con la distancia de parada necesaria y empieza a haber problemas de visibilidad a menos de 100 metros (Fig 41).

T Polígono Alt. 4	Distancia de cruce (m)	Visibilidad disponible (m)
Este	208	310
Oeste	208	95



Tabla 34 Visibilidad de cruce y disponible desde la intersección con el polígono industrial



Fig. 48 Visibilidad de la parte Este de la Intersección con el polígono industrial

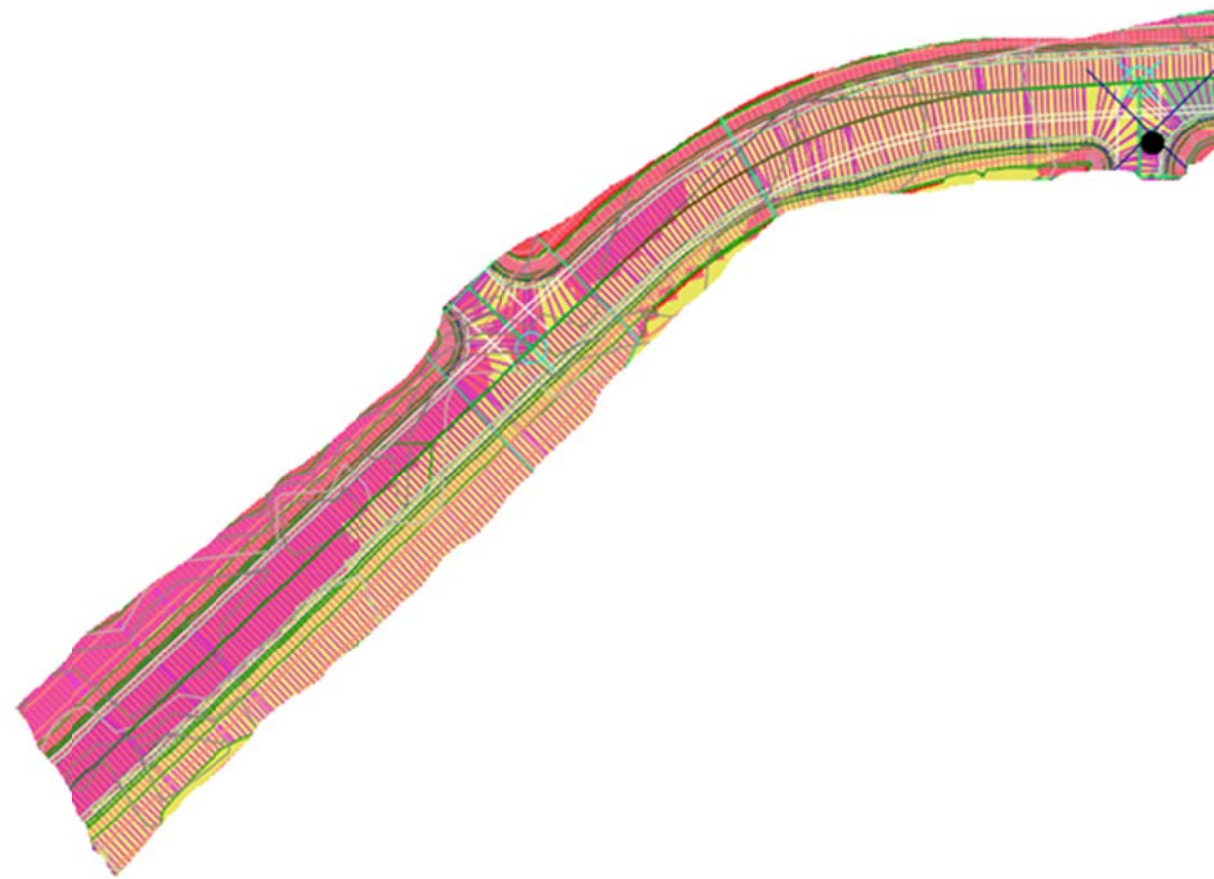


Fig. 49 Visibilidad de la parte Oeste de la Intersección con el polígono industrial

Intersección desde la nueva glorieta con la CV-190

La visión hacia la derecha cumple con la normativa (Fig 42), pero la visión hacia la izquierda no cumple la distancia de parada y empieza a haber problemas de visión a los 110 metros. (Fig 43).

T nueva glorieta Alt. 4	Distancia de cruce (m)	Visibilidad disponible (m)
Este	208	263
Oeste	208	110

Tabla 35 Visibilidad de cruce y disponible desde la intersección con la glorieta

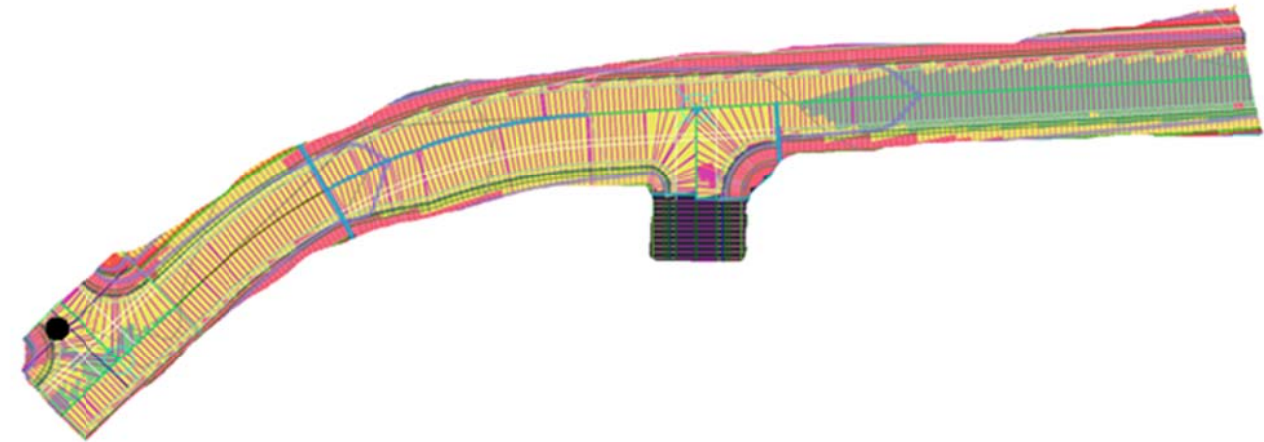


Fig. 50 Visibilidad de la parte Este de la Intersección con la glorieta

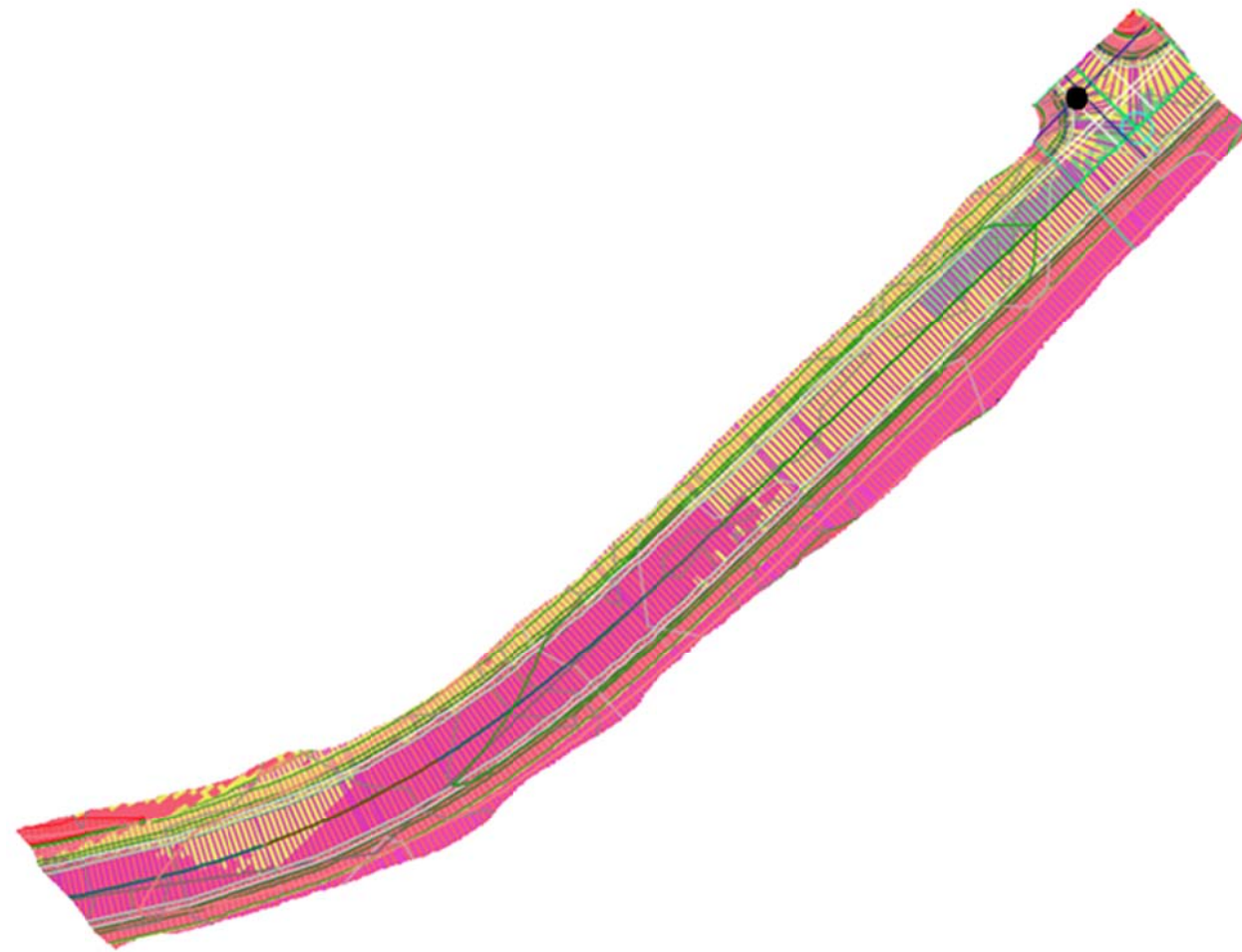


Fig. 51 Visibilidad de la parte Oeste de la Intersección con la glorieta



Fig. 52 Visibilidad disponible desde la distancia de detención

Nueva glorieta desde entrada CV-190

Finalmente la visibilidad de la nueva glorieta de la Alternativa 4 no cumple por visibilidad ni para la distancia de parada ni para la distancia desde los 15 metros que recoge la normativa.

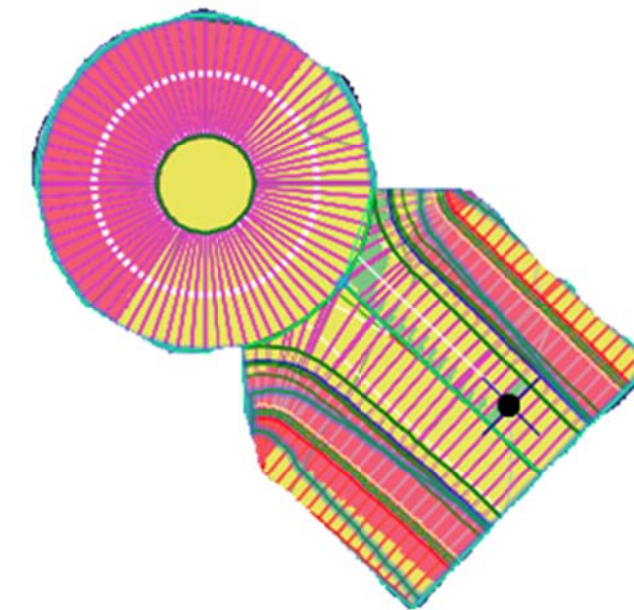


Fig. 53 Visibilidad disponible desde los 15 metros

Se ha calificado de la siguiente forma. Se ha puntuado la visibilidad sobre 7, ángulos que forman los diferentes ramales sobre 1,5 y ángulos de giro sobre 1,5, sumando un total de 10 puntos.



SEGURIDAD VIAL				
NUDO OESTE	VISIBILIDAD	ÁNGULOS RAMALES	ÁNGULOS DE GIRO	TOTAL
INTERSECCIÓN	7	1,5	1,5	10
GLORIETA	7	1,5	1,5	10

Tabla 36 Puntuación seguridad vial nudo Oeste

En el nudo Oeste se ha puntuado con la misma y máxima nota en todos los apartados debido a que, tanto la visibilidad, como los ángulos de los diferentes ramales y ángulos de giro son óptimos. La intersección en T está dispuesta formando un ángulo de noventa grados, mientras que los ramales de la glorieta están dispuestos perpendiculares a la misma, permitiendo de tal forma unas entradas y salidas con unos buenos radios de bocina.

SEGURIDAD VIAL				
NUDO ESTE	VISIBILIDAD	ÁNGULOS RAMALES	ÁNGULOS DE GIRO	TOTAL
ALTERNATIVA 3	7	1,5	1,5	10
ALTERNATIVA 4	4	1	1,5	6,5

Tabla 37 Puntuación seguridad vial nudo Este

En el nudo Este, las alternativas 3 obtiene la máxima puntuación en los tres apartados, obteniendo un total de 10 puntos. Esto es debido a que cumple con la visibilidad según normativa y tiene unos óptimos ángulos tanto de giro como de los diferentes ramales, tanto la conexión con la glorieta existente, como la intersección con la CV-190. Por otro lado, la alternativa 4 ha sido puntuada con un 4 debido a que no cumple con la distancia de visibilidad de cruce por unos sesenta metros, medida desde la intersección del polígono industrial. Tampoco cumple con la visibilidad de cruce, en uno de los sentidos, la nueva intersección que une la nueva glorieta con la CV-190. Este problema podría solucionarse mediante una correcta señalización de advertencia y mediante algún otro sistema de advertencia al usuario de la vía, como por ejemplo la implantación de BTAs (Bandas Transversales de Advertencia). Se ha puntuado con un 1 en el apartado de los ángulos que forman los ramales debido a que la intersección en T de esta alternativa se encuentra al final de un acuerdo convexo, cosa que no recomienda la normativa.

1.11. Matriz de elección

Una vez analizadas todas las variables, el análisis concluye con una matriz de elección, que consiste en multiplicar los valores obtenidos de cada alternativa para cada variable y

multiplicarlos por los pesos en porcentaje obtenidos de las encuestas, quedando de la siguiente forma:

MATRIZ DE ELECCIÓN					
NUDO OESTE	COSTE ECONÓMICO	IMPACTO AMBIENTAL	FUNCIONALIDAD	SEG. VIAL	CALIFICACIÓN
INTERSECCIÓN	2,67	1,112	2,176	3,06	9,018
GLORIETA	1,869	0,973	2,72	3,06	8,622

Tabla 38 Puntuación final nudo Oeste

MATRIZ DE ELECCIÓN					
NUDO ESTE	COSTE ECONÓMICO	IMPACTO AMBIENTAL	FUNCIONALIDAD	SEG. VIAL	CALIFICACIÓN
ALTERNATIVA 3	2,67	1,112	2,176	3,06	9,018
ALTERNATIVA 4	1,602	0,834	2,72	1,989	7,145

Tabla 39 Puntuación final nudo Este

Finalmente, en el nudo Oeste, la alternativa intersección se ha impuesto con una puntuación de 9,01 sobre la alternativa glorieta con un 8,622. Mientras que en el nudo Este ha ganado la alternativa 3 con una puntuación de 9,01, ante los 7,145 de la alternativa 4.

Analizando los resultados finales se puede observar que, en el Oeste, la intersección se ha impuesto sobre la glorieta debida principalmente a la economía, ya que el resto de variables son prácticamente similares. Por otro lado, en el Oeste, han influido más variables. El coste económico, junto a la seguridad vial ha sido decisivo esta vez, habiendo más de un punto de diferencia entre las dos alternativas en cada una de estas variables en la nota final.

2. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

El presente apartado tiene por objeto el estudio y desarrollo de la solución adoptada. A continuación se muestran las figuras 53 y 54 que son las soluciones totalmente desarrolladas en el AutoCAD Civil 3D con sus respectivos taludes y desmontes.

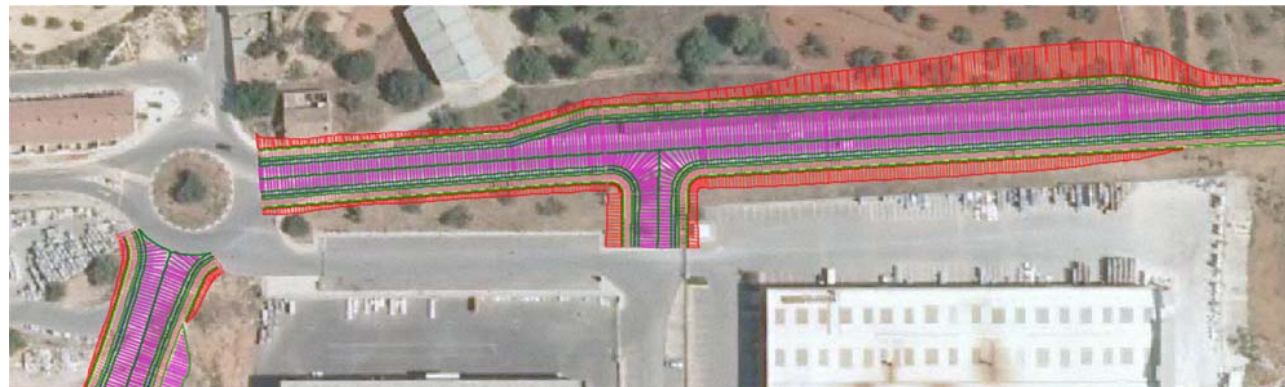


Fig. 54 Solución final Nudo Este desarrollada en Civil 3D



Fig. 55 Solución final Nudo Oeste desarrollada en Civil 3D

2.1. Desarrollo de la solución adoptada

Las siguientes alineaciones son las que han empleado los taludes subverticales (1H:5V):

- Glorieta alineación Oeste
- T polígono Oeste
- T Oeste alineación Sur
- T Oeste alineación Norte

Para las intersecciones se ha tenido en cuenta el ángulo que forma la disposición de las patas. En la guía de nudos en el apartado 4.2.1.1 se recomienda que las patas se crucen con un ángulo lo más próximo posible a uno recto. De esta manera:

- Se mejoran las condiciones en las que los conductores juzgan la distancia y velocidad relativas de los demás vehículos, y deciden si entran en la intersección o no.
- Se reduce el tiempo de cruce de otra trayectoria.

Tanto en el nudo Oeste como Este, las intersecciones forman prácticamente un ángulo de noventa grados con la CV-190.

La intersección del nudo Este cuenta con un radio de giro en la parte Este de 9 metros, mientras que en la Oeste de 8 metros. En el nudo Oeste, la parte Este con un radio de giro de 7 metros y la Oeste de 8 metros.

Mientras que en las glorietas se recomienda un espaciado uniforme de las patas a lo largo de la calzada anular de manera que:

- No resulte inferior a 60 gon el ángulo subtendido al centro de la glorieta por dos puntos de intersección de la circunferencia definida por el borde exterior de la calzada anular: uno con la trayectoria más desfavorable de entrada por una pata, y otro con la trayectoria más desfavorable de salida por la pata siguiente.
- Se disponga de la visibilidad necesaria tanto en las entradas como en la propia calzada anular.
- Resulte posible colocar de forma adecuada la señalización de orientación.

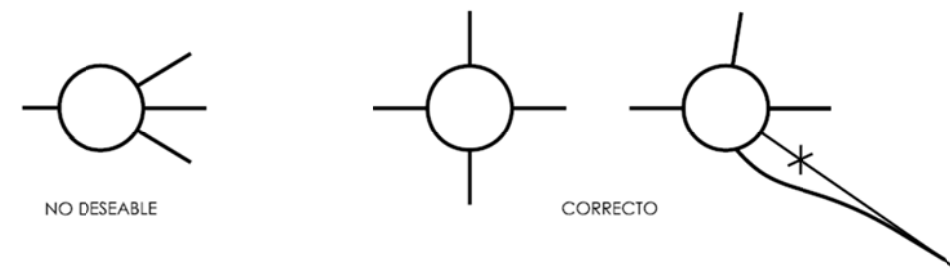


Fig. 56 Recomendaciones sobre el espaciamiento de las patas a lo largo de la calzada anular.
Guía de nudos viarios

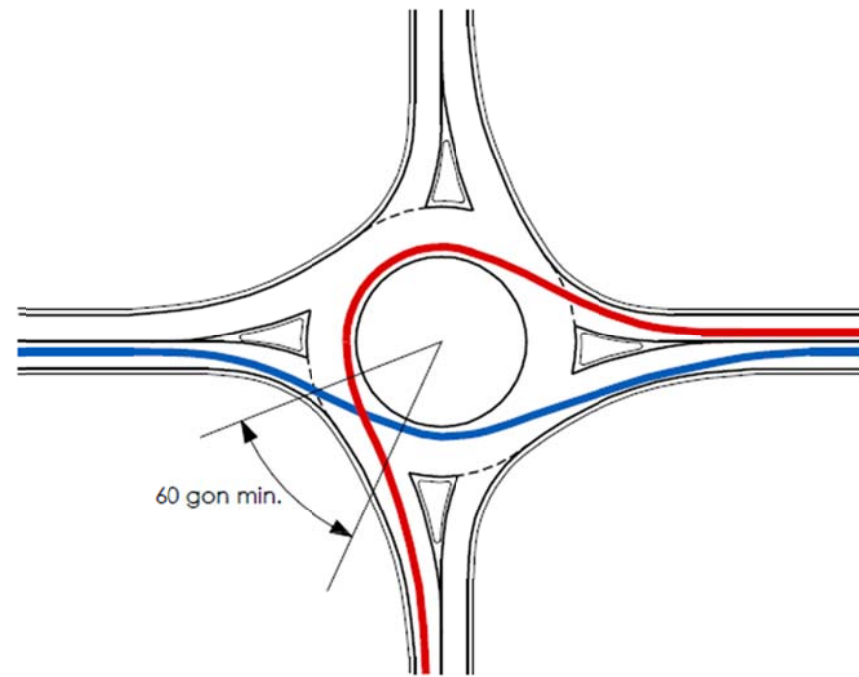


Fig. 57 Recomendación por seguridad. Guía de nudos viarios

En la solución adoptada se procede a medir el ángulo que forman la pata que conecta la variante con la pata que conecta al municipio, ya que forman el ángulo más pequeño.

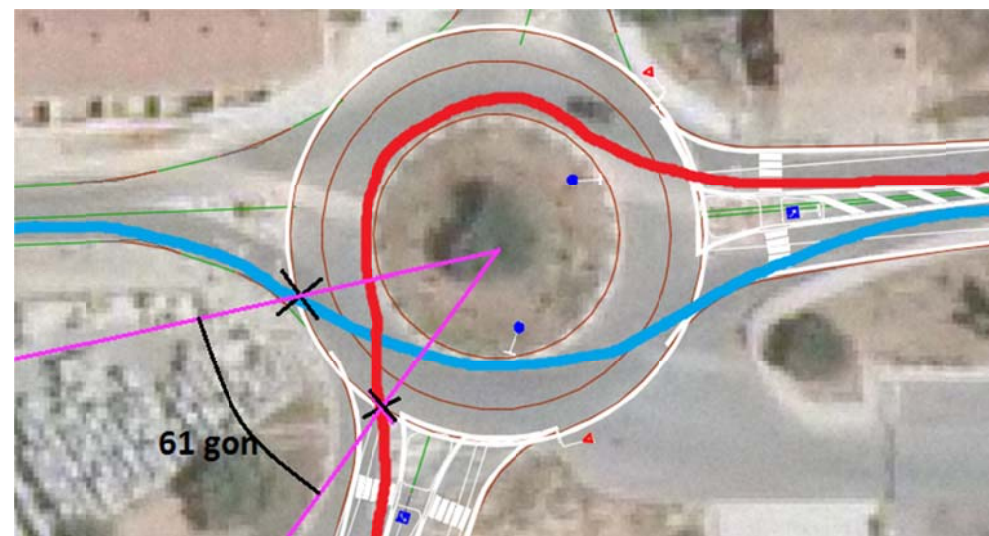


Fig. 58 Ángulo que forman las patas de la solución adoptada con las trayectorias más desfavorables

Como se puede observar, se cumplen los 60 gonios mínimos requeridos.

También se han tenido en cuenta consideraciones dinámicas, como indica la Guía de Nudos en el apartado 4.6.1.6.3. Una vez dimensionada la isleta central, y situada respecto de las patas que concurren en la glorieta, hay que comprobar que resultan adecuadas las velocidades desarrolladas en la calzada anular, en las entradas a ella y en las salidas de ella. A tal fin, para cada entrada se calcularán los cinco radios representados en la siguiente figura:

:

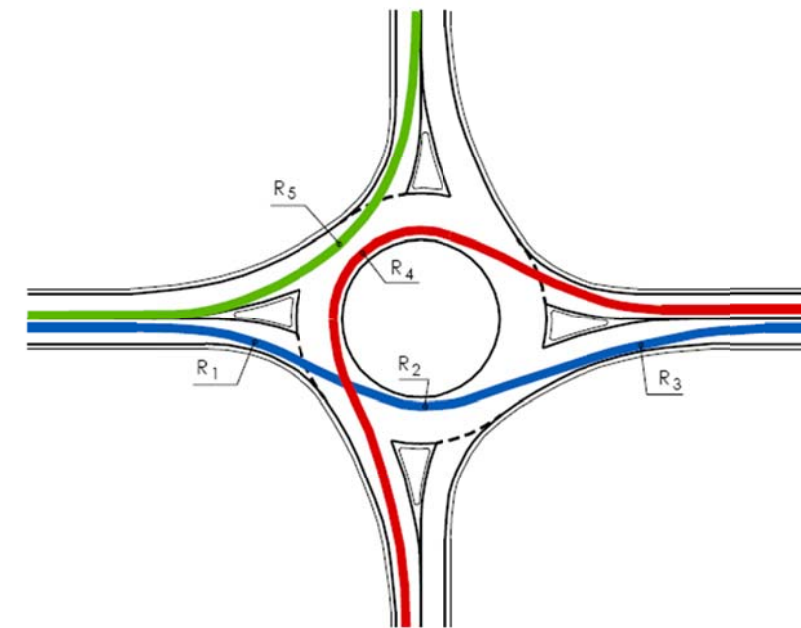


Fig. 59 Radios a calcular para consideraciones dinámicas. Guía de nudos viarios

Para evitar pérdidas del control del vehículo, se recomienda que sea $R1 < R2 < R3$. Esto es relativamente fácil si la calzada anular tiene un solo carril; pero con dos carriles concéntricos puede resultar difícil evitar los cruces de trayectorias. En el proyecto quedaría: $11 < 12 < 40$. Para entrar a la calzada anular resulta razonable un radio R1 o R5 comprendido entre 6 m y 100 m, con un óptimo de 20 m. En el proyecto se ha otorgado un radio de bocina de entrada de 20 metros. Para que el trazado de las salidas de la calzada anular facilite la maniobra, conviene que el radio R no sea inferior a 40 m; este límite se puede reducir hasta 20 m donde haya un paso para peatones. En el proyecto el radio de de la trayectoria de salida es mayor que 40 metros.

Por lo tanto, en el diseño de la glorieta se cumplen todas estas recomendaciones.

Seguidamente se pasa a analizar si es necesario disponer de un carril central de espera para realizar el giro a izquierdas que daría acceso al polígono industrial. Basándose en el diagrama que aparece en las recomendaciones de la Guía de nudos (Fig. 60), el caso de estudio se encontraría casi en el límite para disponer de un carril central reducido.

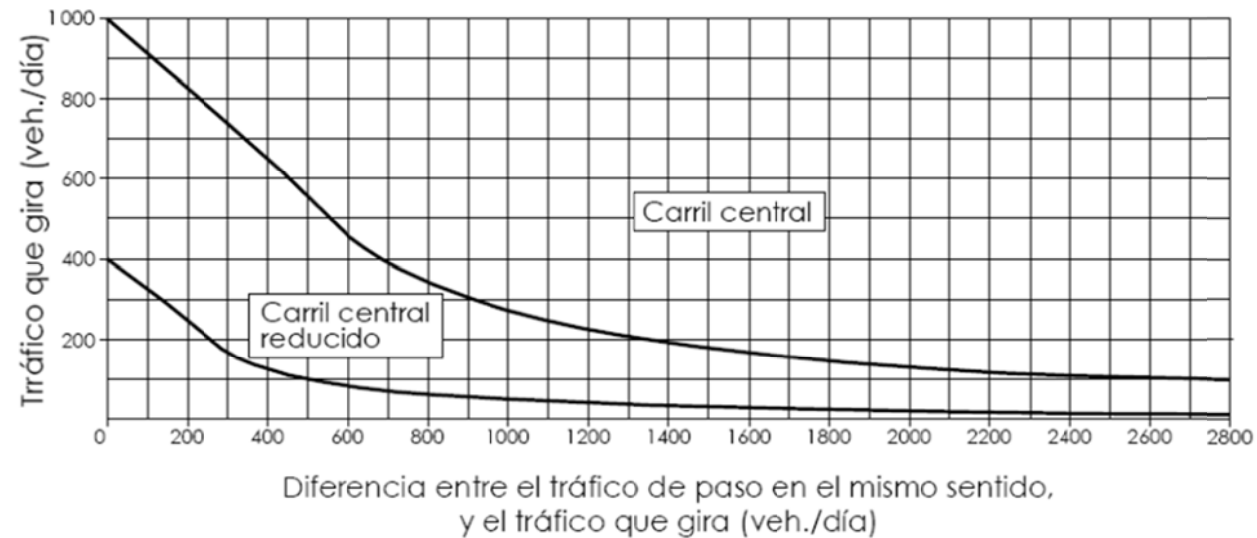


Fig. 60 Relaciones de tráfico para los carriles central de espera. Guía de nudos viarios

La guía de nudos dice que en una intersección regulada por prioridad fija, si la intensidad de un giro directo a la izquierda desde la vía prioritaria es suficiente no sólo para reducir la capacidad, sino también para constituir un riesgo, es una buena solución reservarle un carril adicional.

Se ha basado en esa afirmación el hecho de diseñar un carril central de espera. Debido a que hay un porcentaje muy elevado de vehículos pesados que realizaría esos movimientos, se ha creído conveniente el carril central de espera por seguridad y funcionalidad.

Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de tres metros y medio (3,50 m) y serán de dos (2) tipos, espera y aceleración. El carril central de espera, comenzará con una cuña de transición, cuya cotangente estará comprendida entre veinte (20) y treinta y cinco (35).

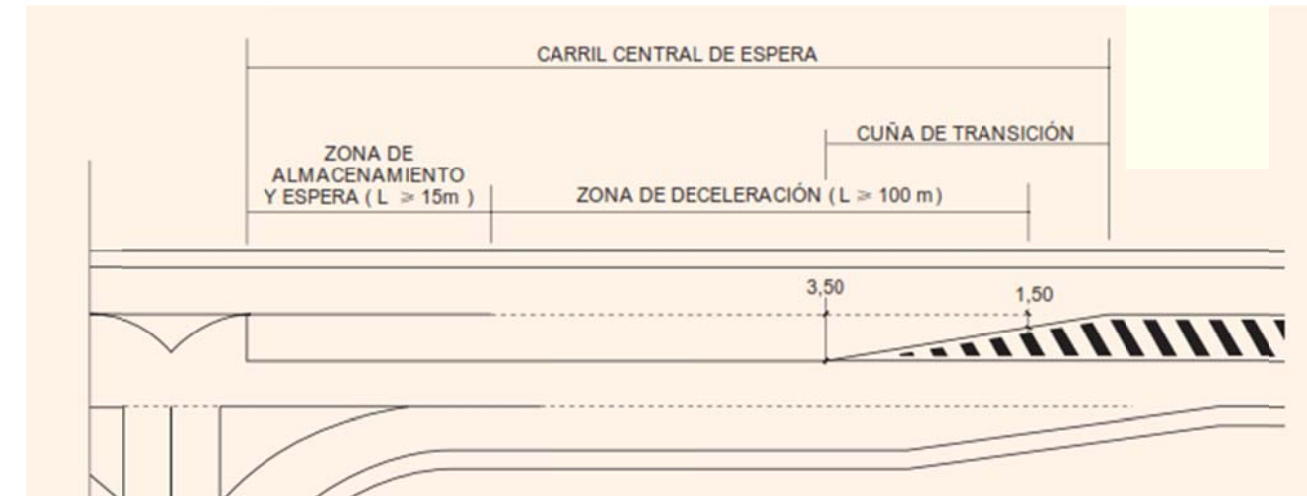


Fig. 61 Carriles centrales de espera. Guía de nudos viarios

La longitud (L) en metros del carril de la zona de deceleración entre la sección donde la anchura de la cuña sea igual a un metro y medio (1,50 m) y la sección donde comience la zona de almacenamiento y espera será:

$$L = \frac{V_0^2}{254 \cdot (0,3 + i)} \geq 100 \text{ m}$$

Siendo: V_0 = mínimo valor en kilómetros por hora (km/h) entre la velocidad de proyecto (V_p) y la velocidad máxima señalizada previamente a la sección en que se inicia el carril de espera.

i = inclinación de la rasante en tanto por uno (positiva en rampa, negativa en pendiente).

Fig. 62 Longitud del carril de deceleración. Guía de nudos viarios

Finalmente se ha dispuesto una cuña de transición de veinte metros, que es el mínimo, mientras que se ha dispuesto finalmente una zona de deceleración de ciento treinta y ocho metros y una zona de almacenamiento de quince metros. La distancia es mayor de la obtenida mediante la formulación y esto es debido a que hay un gran número de vehículos pesados que van a realizar esta maniobra.

Para completar su giro e incorporarse a ésta a una velocidad compatible con la de los vehículos de paso, se necesita un carril de aceleración para la segunda (la de incorporación): lo cual da lugar a que la perturbación de la vía prioritaria causada por la



intersección resulte muy larga. La longitud de un carril de cambio de velocidad debe ser suficiente para que, en condiciones de flujo libre, dentro de él tengan lugar, en condiciones de seguridad y de eficiencia, la maniobra de cambio de carril y la maniobra de cambio de velocidad.

Para el carril central de aceleración no existe suficiente espacio para su colocación debido a que, desde donde empezaría hasta la glorieta existente hay un total de noventa metros solamente, y existe también una señalización vertical de velocidad máxima de cuarenta kilómetros por hora a una distancia de cincuenta metros. Debido a todo esto se ha decidido que lo más conveniente para perturbar lo menos posible la vía prioritaria es la creación de un carril de espera de una longitud de veinticinco metros, respetando las cuñas de transición.

Se han seguido las recomendaciones del apartado 4.6.2. Trazado en Alzado, y no se ha superado ninguno de los valores nombrados en cuanto a rasante. A su vez, se ha tenido en cuenta la recomendación que dice que la rasante de un tronco y de un ramal de entrada él deben ser aproximadamente iguales bastante antes de llegar a la punta, de manera que los conductores de los vehículos que convergen dispongan de una visibilidad mutua suficiente. En el nudo Oeste se llega a la intersección con una pendiente del 0,45 % y en la intersección Este del 2,6 %. No se supera en ningún caso los máximos recomendados para la velocidad específica. A la vista de estos resultados

Las conexiones de todos los nudos se han situado donde no hay ningún acuerdo vertical en el tronco que limite la visibilidad sobre el ramal (en el caso de una salida) o sobre el tronco (en el caso de una entrada)

Al ser la circulación de vehículos pesados intensa, al diseñar las entradas se ha tenido en cuenta el efecto desfavorable que una pendiente puede tener en su capacidad de aceleración.

La pata diseñada que conecta la variante de la CV-190 a la glorieta existente no supera la inclinación de la rasante recomendada del 2%, ya que resultaría más difícil para los conductores reducir su velocidad en una pendiente.

Desde el punto de vista de la seguridad de la circulación, en una intersección *en T* se han tenido en cuenta los principios siguientes:

- Buscar la sencillez y la compacidad:

Un número adecuado de isletas.

El menor número posible de carriles reservados para girar a la derecha, con objeto de reducir al mínimo la anchura de la calzada que tiene que cruzar el tráfico transversal, tanto de vehículo como sobre todo de peatones.

- Disponer inflexiones en la trayectoria de los movimientos no prioritarios

- Evitar ambigüedades en el funcionamiento de la intersección o en el trazado de sus patas. Las decisiones se deben tomar una a la vez.

- Mantener la coherencia entre el trazado y la prioridad. La trayectoria correcta debe resultar inmediatamente evidente, fácil de seguir y de una continuidad incuestionable.

También se ha tenido en cuenta que una falsa mediana proporciona una mayor seguridad que el empleo exclusivo de marcas viales:

- Se percibe mejor la presencia de la intersección.
- Se protege más eficazmente a los usuarios del carril central de espera.
- Se definen más claramente las trayectorias de los vehículos de paso y la zona de espera para los que giran a la izquierda, incluso cuando llueve y las marcas viales resultan menos visibles (sobre todo de noche).
- Si hay accesos próximos a la intersección, se reducen los conflictos debidos a ellos.

Como se nombró en el apartado 1.10, el movimiento de tierras para la construcción de la intersección en T tendrá aproximadamente un terraplenado de un metro cúbico y un desmonte de mil ciento cincuenta y dos metros cúbicos. Mientras que, la alternativa 3.2 tendría un terraplenado de unos veinte metros cúbicos y un desmonte de tres mil doscientos sesenta y cuatro metros cúbicos.

2.2. Puntos singulares de cada uno de los ejes

A continuación se presentan los puntos singulares para cada uno de los ejes.

T oeste borde sur								
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro	Parám.
0+000.97m	0.974m	734620.4651	4444651.9829	N27° 32' 08"W				86.574m
0+011.29m	10.317m	734622.8506	4444661.0838	N56° 54' 40"E	7.000m	734626.6722	4444655.2190	
0+012.29m	1.000m	734623.6884	4444661.6297	N56° 54' 40"E				

Tabla 40 Puntos singulares de T oeste borde sur

T oeste borde norte								
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro	Parám.
0+000.47m	0.473m	734622.1282	4444669.8304	S56° 54' 40"W				
0+014.38m	13.904m	734610.4248	4444673.3418	N23° 30' 34"W	8.000m	734617.7607	4444676.5330	
0+015.37m	0.992m	734610.0297	4444674.2518	N23° 25' 51"W				88.935m



Tabla 41 Puntos singulares de T oeste borde norte

Glorieta alineación oeste							
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro
0+041.84m	41.841m	735705.8367	4444289.5251	N14° 58' 45"E	306.191m	735410.0495	4444368.6654
0+053.75m	11.906m	735703.6077	4444301.1760	N19° 21' 27"W	40.000m	735665.8690	4444287.9177

Tabla 42 Puntos singulares de Glorieta alineación oeste

Glorieta alineación este							
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro
0+044.63m	44.631m	735718.2328	4444287.1584	N24° 27' 43"E	316.184m	736006.0350	4444156.2298
0+054.48m	9.852m	735725.4226	4444293.7477	N61° 36' 24"E	20.000m	735734.9330	4444276.1537

Tabla 43 Puntos singulares de Glorieta alineación este

Restitución carretera Este							
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro
0+032.55m	32.553m	736151.0111	4444345.6912	S79° 11' 31"W			
0+048.44m	15.887m	736135.3040	4444343.3346	S83° 44' 36"W	200.000m	736113.5070	4444542.1433
0+114.69m	66.247m	736069.4519	4444336.1147	S83° 44' 36"W			
0+124.58m	9.894m	736059.5937	4444335.2801	S86° 34' 40"W	200.000m	736047.6549	4444534.9234
0+362.50m	237.917m	735822.1008	4444321.0778	S86° 34' 40"W			
0+445.90m	83.397m	735738.9554	4444314.6074	S85° 33' 01"W			

Tabla 44 Puntos singulares de Restitución carretera Este

T polígono borde izquierdo							
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro
0+000.75m	0.753m	735838.7122	4444318.3704	N86° 34' 40"E			
0+013.93m	13.176m	735847.1886	4444310.2527	S0° 56' 42"W	8.000m	735839.1897	4444310.3846
0+014.93m	1.000m	735847.1721	4444309.2528	S0° 56' 42"W			

Tabla 45 Puntos singulares de T polígono borde izquierdo

T polígono borde derecho							
PK Final	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut	Radio	X Centro	Y Centro
0+001.00m	1.000m	735856.6682	4444311.1146	N0° 56' 42"E			
0+014.45m	13.451m	735865.1297	4444319.9501	N86° 34' 40"E	9.000m	735865.6669	4444310.9662
0+015.37m	0.914m	735866.0425	4444320.0047	N86° 34' 40"E			

Tabla 46 Puntos singulares de T polígono borde derecho

T polígono central				
Estación	Longitud	Coord. X PK Final	Coord. Y PK Final	Acimut
0+028.02m	28.024m	735852.7722	4444322.9120	N0° 56' 42"E

Tabla 47 Puntos singulares de T polígono central

2.3. Listado de puntos fijos cada 20 metros

Alignment Name: glorieta alineación este					
Description:					
Station Range: Start: 0+000.00, End: 5+448.00					
Station Increment: 20.00					
	PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio
	0+000.00	4,444,245.3663	735,702.6754	N16° 22' 28"E	
	0+020.00	4,444,264.3640	735,708.9166	N19° 59' 55"E	
	0+040.00	4,444,282.9293	735,716.3462	N23° 37' 22"E	
PS	0+044.63m	44.442.871.584	7.357.182.328	N24° 27' 43"E	316.184m
PS	0+054.48m	44.442.937.477	7.357.254.226	N61° 36' 24"E	20.000m

Tabla 48 Puntos cada 20 metros de glorieta alineación este

Alignment Name: glorieta alineación oeste					
Description:					
Station Range: Start: 0+000.00, End: 5+375.00					
Station Increment: 20.00					
	PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio
	0+000.00	4,444,249.9693	735,692.2985	N22° 48' 31"E	
	0+020.00	4,444,268.6455	735,699.4441	N19° 03' 58"E	
	0+040.00	4,444,287.7482	735,705.3555	N15° 19' 25"E	
PS	0+041.84m	44.442.895.251	735705.8367	N14° 58' 45"E	306.191m
PS	0+053.75m	44.443.011.760	735703.6077	N19° 21' 27"W	40.000m

Tabla 49 Puntos cada 20 metros de glorieta alineación oeste



Alignment Name: restitucion carretera este					
Description:					
Station Range: Start: 0+000.00, End: 44+590.00					
Station Increment: 20.00					
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio	
	0+000.00	4,444,351.7956	736,182.9871	S79° 11' 31"W	
	0+020.00	4,444,348.0452m	736,163.3419	S79° 11' 31"W	
PS	0+032.55m	44.443.456.912	736151.0111	S79° 11' 31"W	
	0+040.00	4,444,344.4313	736,143.6724	S81° 19' 31"W	
PS	0+048.44m	44.443.433.346	736135.3040	S83° 44' 36"W	200.000m
	0+060.00	4,444,342.0748	736,123.8134	S83° 44' 36"W	
	0+080.00	4,444,339.8951	736,103.9325	S83° 44' 36"W	
	0+100.00	4,444,337.7154	736,084.0517	S83° 44' 36"W	
PS	0+114.69m	4444336.1147	736069.4519	S83° 44' 36"W	
	0+120.00	4,444,335.6059	736,064.1637	S85° 15' 55"W	
PS	0+124.58m	4444335.2801	7.360.595.937	S86° 34' 40"W	200.000m
	0+140.00	4,444,334.3597	736,044.2029	S86° 34' 40"W	
	0+160.00	4,444,333.1658	736,024.2386	S86° 34' 40"W	
	0+180.00	4,444,331.9719	736,004.2743	S86° 34' 40"W	
	0+200.00	4,444,330.7780	735,984.3099	S86° 34' 40"W	
	0+220.00	4,444,329.5842	735,964.3456	S86° 34' 40"W	
	0+240.00	4,444,328.3903	735,944.3813	S86° 34' 40"W	
	0+260.00	4,444,327.1964	735,924.4169	S86° 34' 40"W	
	0+280.00	4,444,326.0025	735,904.4526	S86° 34' 40"W	
	0+300.00	4,444,324.8086	735,884.4883	S86° 34' 40"W	
	0+320.00	4,444,323.6148	735,864.5239	S86° 34' 40"W	
	0+340.00	4,444,322.4209	735,844.5596	S86° 34' 40"W	
	0+360.00	4,444,321.2270	735,824.5952	S86° 34' 40"W	
PS	0+362.50m	44.443.210.778	735.822.100	S86° 34' 40"W	
	0+380.00	4,444,319.7200	735,804.6525	S85° 33' 01"W	
	0+400.00	4,444,318.1683	735,784.7127	S85° 33' 01"W	
	0+420.00	4,444,316.6166	735,764.7730	S85° 33' 01"W	
	0+440.00	4,444,315.0649	735,744.8333	S85° 33' 01"W	
PS	0+445.90m	4444314.6074	735738.9554	S85° 33' 01"W	

Tabla 50 Puntos cada 20 metros de restitución carretera este

Alignment Name: restitución carretera este borde izquierdo				
Description:				
Station Range: Start: 0+000.00, End: 44+635.00				
Station Increment: 20.00				
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	
	0+000.00	4,444,348.1121	736,183.6903	S79° 11' 31"W
	0+020.00	4,444,344.2076	736,164.0752	S78° 40' 34"W
	0+040.00	4,444,340.4801	736,144.4279	S81° 16' 58"W
	0+060.00	4,444,338.2143	736,124.5596	S84° 15' 32"W
	0+080.00	4,444,336.2025	736,104.6611	S83° 44' 36"W
	0+100.00	4,444,333.8888	736,084.7955	S83° 13' 39"W
	0+120.00	4,444,331.6356	736,064.9238	S85° 08' 40"W
	0+140.00	4,444,330.5119	736,044.9564	S87° 05' 36"W
	0+160.00	4,444,329.4537	736,024.9846	S86° 34' 40"W
	0+180.00	4,444,328.2598	736,005.0202	S86° 34' 40"W
	0+200.00	4,444,327.0660	735,985.0559	S86° 34' 40"W
	0+220.00	4,444,325.8721	735,965.0916	S86° 34' 40"W
	0+240.00	4,444,324.6782	735,945.1272	S86° 34' 40"W
	0+260.00	4,444,323.4843	735,925.1629	S86° 34' 40"W
	0+280.00	4,444,322.2904	735,905.1986	S86° 34' 40"W
	0+300.00	4,444,321.0965	735,885.2342	S86° 34' 40"W
	0+320.00	4,444,319.9027	735,865.2699	S86° 34' 40"W
	0+340.00	4,444,318.7088	735,845.3056	S86° 34' 40"W
	0+360.00	4,444,317.5149	735,825.3412	S86° 34' 40"W
	0+380.00	4,444,316.0167	735,805.3978	S85° 33' 01"W
	0+400.00	4,444,314.4649	735,785.4581	S85° 33' 01"W
	0+420.00	4,444,312.9132	735,765.5184	S85° 33' 01"W
	0+440.00	4,444,311.3615	735,745.5787	S85° 33' 01"W

Tabla 51 Puntos cada 20 metros de restitución carretera este borde izquierdo



Alignment Name: restitución carretera este carril espera			
Description:			
Station Range: Start: 0+000.00, End: 44+623.00			
Station Increment: 20.00			
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente
0+000.00	4,444,355.4791	736,182.2839	S79° 11' 31"W
0+020.00	4,444,351.8830	736,162.6099	S79° 42' 27"W
0+040.00	4,444,348.3829	736,142.9193	S81° 22' 07"W
0+060.00	4,444,345.9300	736,123.0712	S83° 13' 39"W
0+080.00	4,444,343.5882	736,103.2088	S83° 44' 36"W
0+100.00	4,444,341.5484	736,083.3133	S84° 15' 32"W
0+120.00	4,444,339.5778	736,063.4108	S85° 23' 19"W
0+140.00	4,444,338.1987	736,043.4585	S86° 03' 44"W
0+160.00	4,444,336.8785	736,023.5023	S86° 34' 40"W
0+180.00	4,444,336.8986	736,003.5875	N81° 18' 44"W
0+200.00	4,444,339.5127	735,983.7920	S86° 34' 40"W
0+220.00	4,444,338.3188	735,963.8276	S86° 34' 40"W
0+240.00	4,444,337.1249	735,943.8633	S86° 34' 40"W
0+260.00	4,444,335.9311	735,923.8990	S86° 34' 40"W
0+280.00	4,444,334.7372	735,903.9346	S86° 34' 40"W
0+300.00	4,444,333.5433	735,883.9703	S86° 34' 40"W
0+320.00	4,444,332.3494	735,864.0060	S86° 34' 40"W
0+340.00	4,444,331.1555	735,844.0416	S86° 34' 40"W
0+360.00	4,444,327.9690	735,824.4115	S73° 58' 56"W
0+380.00	4,444,323.5077	735,804.9915	S85° 33' 01"W
0+400.00	4,444,321.9560	735,785.0517	S85° 33' 01"W
0+420.00	4,444,320.4043	735,765.1120	S85° 33' 01"W
0+440.00	4,444,318.8526	735,745.1723	S85° 33' 01"W

Tabla 52 Puntos cada 20 metros de restitución carretera este carril espera

Alignment Name: T oeste borde norte						
Description:						
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+537.00						
Station Increment: 20.00						
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio	Parám.	
	0+000.00	4,444,670.0885	734,622.5244	S56° 54' 40"W		
PS	0+000.47m	4444669.8304	734622.1282	S56° 54' 40"W		
PS	0+014.38m	4444673.3418	734610.4248	N23° 30' 34"W	8	
PS	0+015.37m	4444674.2518	734610.0297	N23° 25' 51"W		88.935m

Tabla 53 Puntos cada 20 metros de T oeste borde norte

Alignment Name: T oeste borde sur						
Description:						
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+229.00						
Station Increment: 20.00						
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio	Parám.	
	0+000.00	4,444,651.1198	734,620.9175	N27° 47' 30"W		
PS	0+000.97m	44.446.519.829	734620.4651	N27° 32' 08"W		86.574m
PS	0+011.29m	4444661.0838	734622.8506	N56° 54' 40"E	7	
PS	0+012.29m	4444661.6297	734623.6884	N56° 54' 40"E		

Tabla 54 Puntos cada 20 metros de T oeste borde sur

Alignment Name: T polígono berma derecha				
Description:				
Station Range: Start: 0+000.00, End: 2+802.00				
Station Increment: 20.00				
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	
	0+000.00	4,444,294.8247	735,856.3994	N0° 56' 42"E
	0+020.00	4,444,314.8220	735,856.7293	N0° 56' 42"E

Tabla 55 Puntos cada 20 metros de T polígono berma derecha



Alignment Name: T polígono berma izquierda			
Description:			
Station Range: Start: 0+000.00, End: 2+802.00			
Station Increment: 20.00			
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente
0+000.00	4,444,294.9844	735,846.9367	N0° 56' 42"E
0+020.00	4,444,314.9816	735,847.2666m	N0° 56' 42"E

Tabla 56 Puntos cada 20 metros de T polígono berma izquierda

Alignment Name: T polígono central				
Description:				
Station Range: Start: 0+000.00, End: 7+802.00				
Station Increment: 20.00				
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio
0+000.00	4,444,244.8990	735,851.4852	N0° 56' 42"E	
0+020.00	4,444,264.8963	735,851.8151	N0° 56' 42"E	
0+040.00	4,444,284.8936	735,852.1450	N0° 56' 42"E	
0+060.00	4,444,304.8908	735,852.4749	N0° 56' 42"E	
PS	0+028.02m	4444322.9120	735852.7722	N0° 56' 42"E

Tabla 59 Puntos cada 20 metros de T polígono central

Alignment Name: T polígono borde derecho				
Description:				
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+537.00				
Station Increment: 20.00				
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio
0+000.00	4,444,310.1148	735,856.6517	N0° 56' 42"E	
PS	0+001.00m	4444311.1146	735856.6682	N0° 56' 42"E
PS	0+014.45m	4444319.9501	735865.1297	N86° 34' 40"E
PS	0+015.37m	4444320.0047	735866.0425	N86° 34' 40"E

Tabla 57 Puntos cada 20 metros de T polígono borde derecho

2.4. Estado de rasantes

2.5.

Restitución carretera Este						
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out	Tipo de curva de perfil	Long. Curva de perfil	K Value
0+000.00m	356.339m		-5.23%			
0+082.71m	352.010m	-5.23%	0.82%	Cóncavo	83.271m	1375.0
0+315.00m	353.919m	0.82%	5.03%	Cóncavo	63.085m	1500.0
0+445.90m	360.500m	5.03%				

Tabla 60 Estado de rasante de Restitución carretera Este

Alignment Name: T polígono borde izquierdo				
Description:				
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+493.00				
Station Increment: 20.00				
PK	Ordenada	Abscisa	Orientación de la tangente	Radio
0+000.00	4,444,318.3254	735,837.9608	N86° 34' 40"E	
PS	0+000.75m	4444318.3704	735838.7122	N86° 34' 40"E
PS	0+013.93m	4444310.2527	735847.1886	S0° 56' 42"W
PS	0+014.93m	4444309.2528	735847.1721	S0° 56' 42"W

Tabla 58 Puntos cada 20 metros de T polígono borde izquierdo

T polígono central			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.02m	354.398m		2.01%
0+028.02m	354.961m	2.01%	

Tabla 61 Estado de rasante de T polígono central

T polígono borde derecho			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	354.533m		-0.91%
0+015.37m	354.393m	-0.91%	



Tabla 62 Estado de rasante de T polígono borde derecho

T polígono borde izquierdo			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	355.463m		-6.38%
0+015.00m	354.506m	-6.38%	

Tabla 63 Estado de rasante de T polígono borde izquierdo

Glorieta alineación este			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	359.150m		2.48%
0+054.48m	360.500m	2.48%	

Tabla 64 Estado de rasante de Glorieta alineación este

Glorieta alineación oeste			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	359.425m		2.00%
0+053.75m	360.500m	2.00%	

Tabla 65 Estado de rasante de Glorieta alineación oeste

T oeste borde norte			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	348.253m		-1.44%
0+015.37m	348.032m	-1.44%	

Tabla 66 Estado de rasante de T oeste borde norte

T oeste borde sur			
PK de VAV	Elevación VAV	Grade In	Grade Out
0+000.00m	348.690m		-3.56%
0+012.29m	348.253m	-3.56%	

Tabla 67 Estado de rasante de T oeste borde sur

2.6. Análisis de las trayectorias de vehículos pesados

En este apartado se va a analizar las trayectorias que tendrían los vehículos pesados al conducir sobre los diferentes nudos definidos. Este análisis se lleva a cabo para verificar que las soluciones son correctas y funcionales. También se utiliza para definir las isletas y bordillos de los diferentes nudos, para facilitar las maniobras de los vehículos pesados.

El análisis de las trayectorias se ha llevado a cabo mediante el programa Vehicle Tracking de Autodesk. Se ha utilizado un camión tipo de doce metros de longitud total, una anchura de tres metros y un radio de giro de bordillo a bordillo de 11 metros. Este tipo de camión es el más utilizado en la zona.

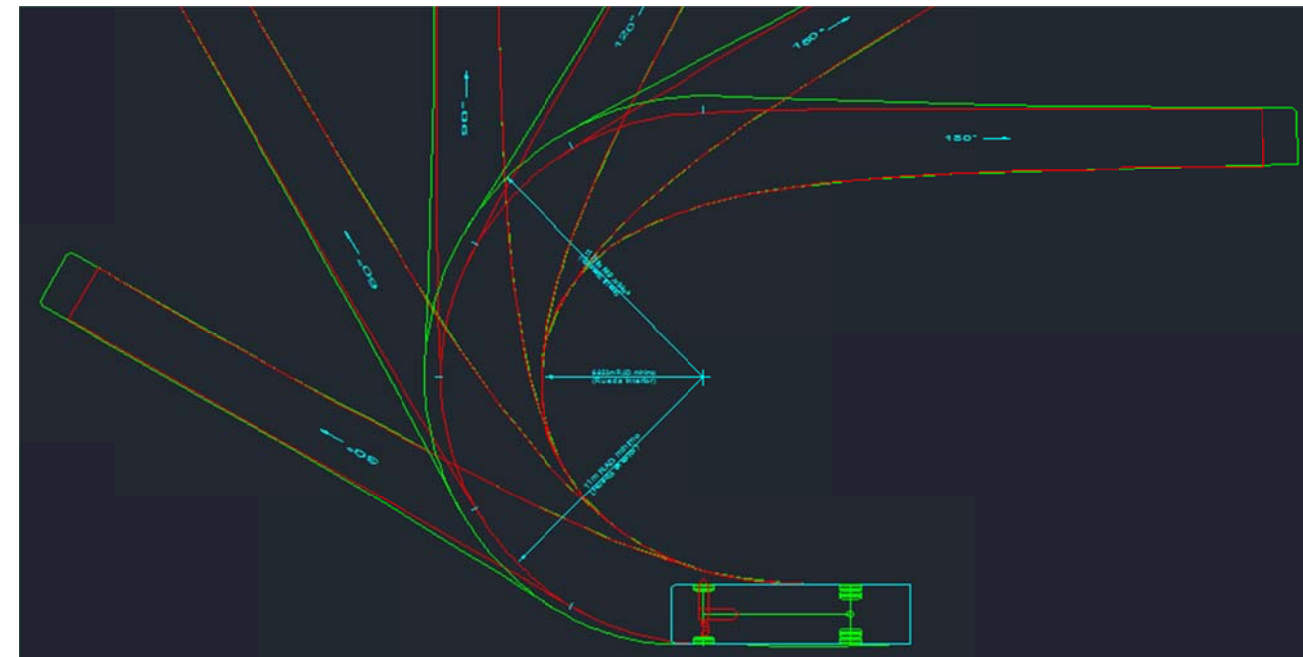


Fig. 63 Plantilla de giros

A continuación se han realizado las maniobras más conflictivas en los diferentes nudos de la solución final.

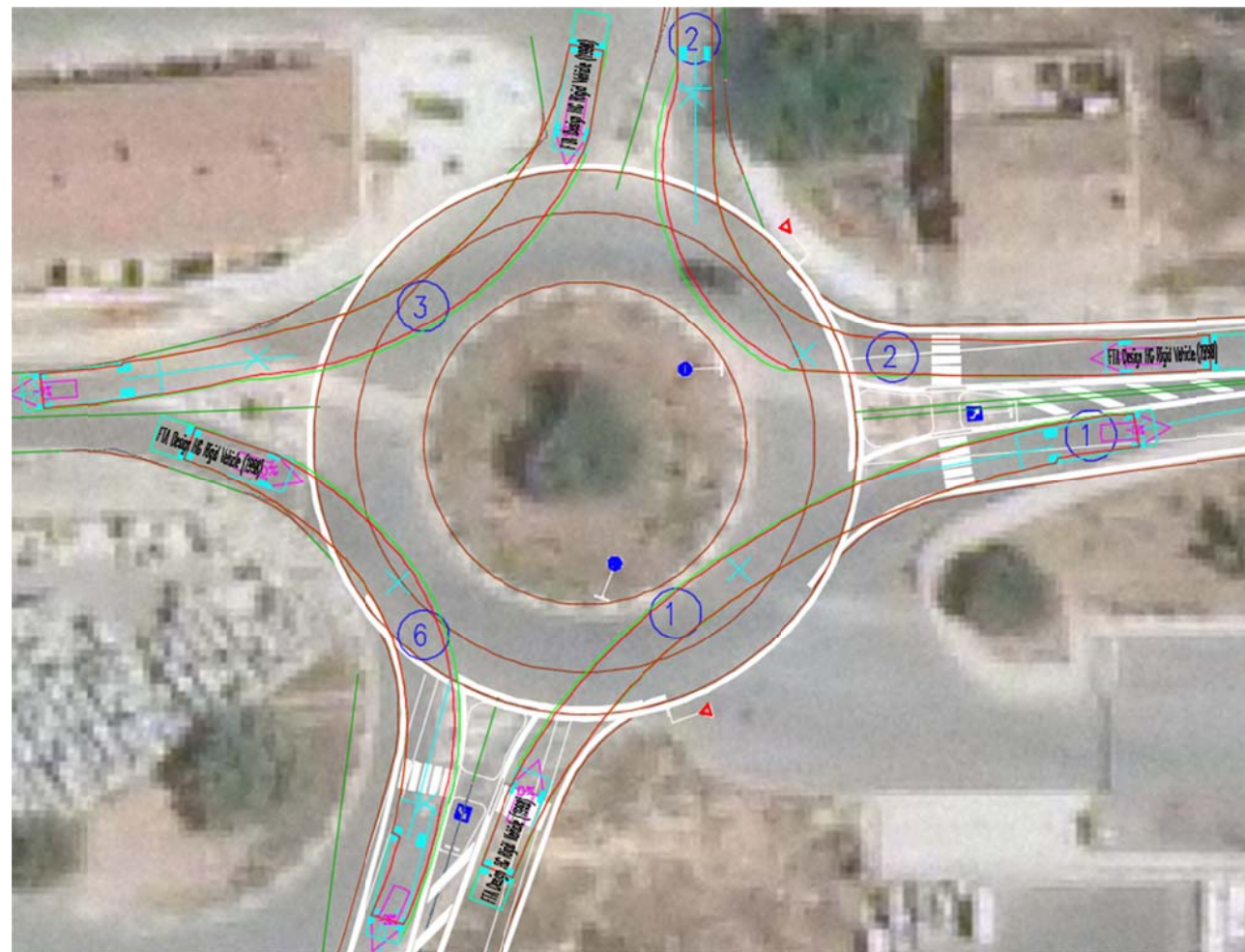


Fig. 64 Giros a derecha desde cada uno de los ramales

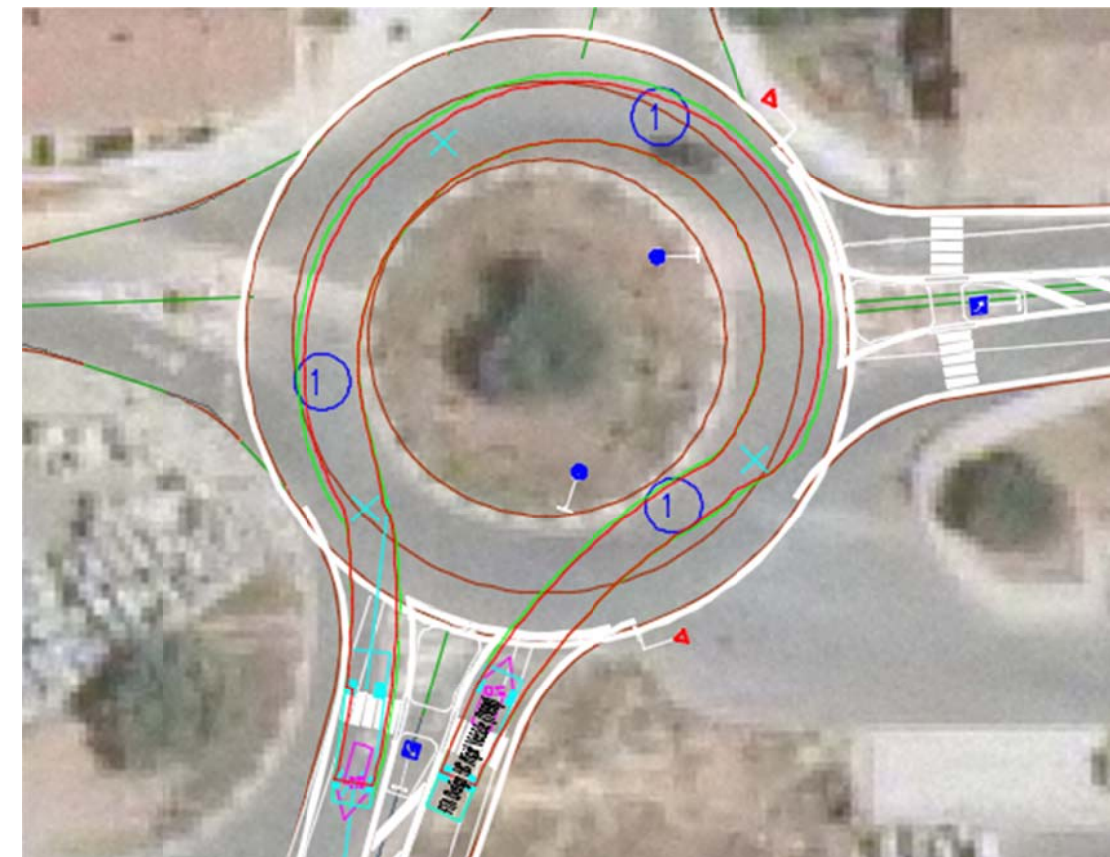


Fig. 65 Cambio de sentido desde el ramal de la variante



Fig. 66 Todos los giros posibles en la intersección del polígono con CV-190



Fig. 67 Giros a izquierda en el nudo Oeste

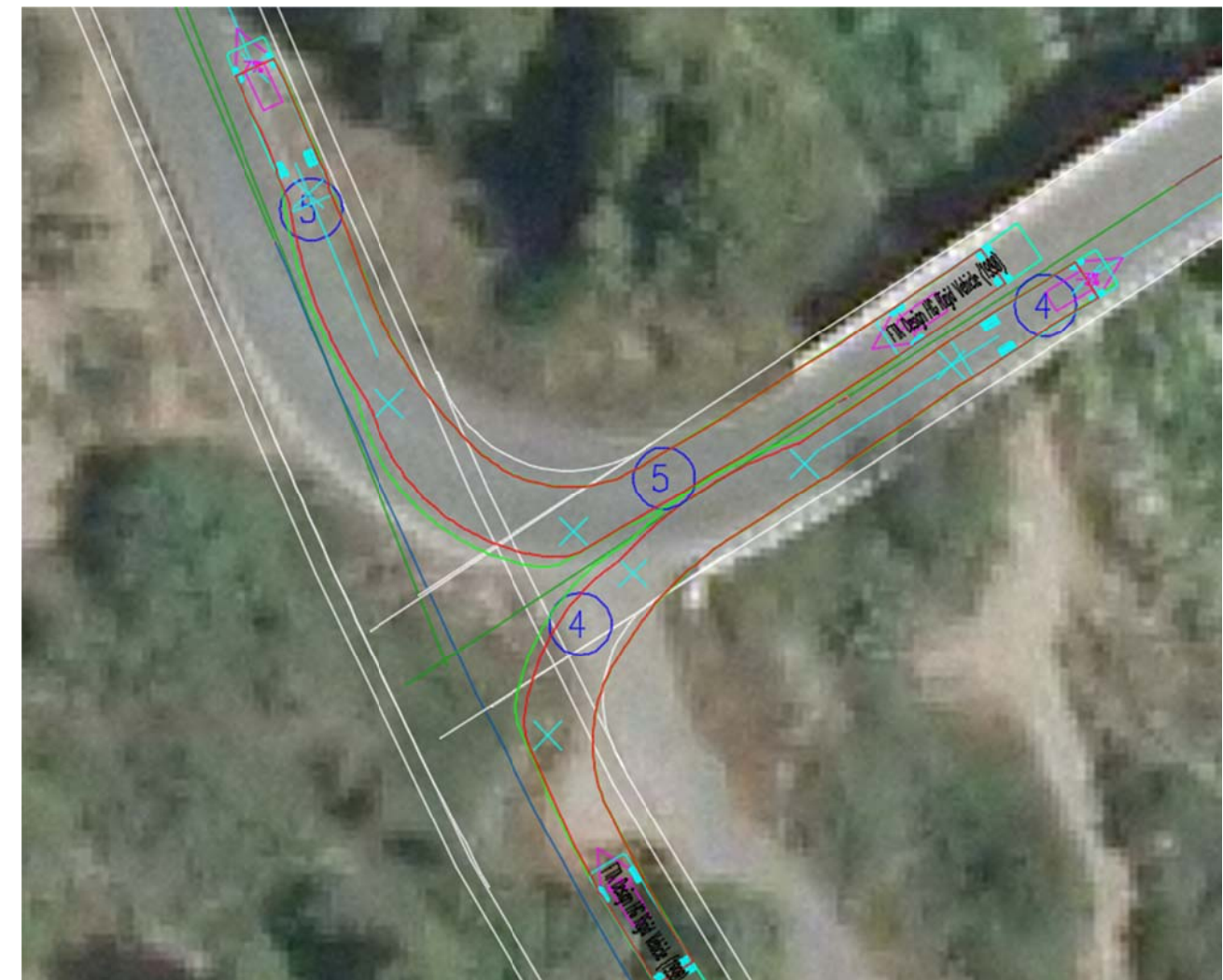


Fig. 68 Giros a derecha en el nudo Oeste

Como conclusión decir que ninguno de los giros invade cualquier otro elemento del nudo o fuera de la calzada.

3. CAMINOS Y SERVICIOS AFECTADOS

El presente apartado tiene por objeto el estudio de las posibles afecciones a los servicios existentes y la reposición que se deberá realizar en caso de resultar afectadas por la obra que se va a llevar a cabo.

La identificación de los servicios e instalaciones afectadas por la obra se ha llevado a cabo haciendo un reconocimiento de campo mediante las dos visitas in situ que se han realizado.

3.1. Identificación de los caminos cortados y propuesta de solución

En este apartado primero se ha realizado un reconocimiento de los caminos afectados por la obra lineal que se va a llevar a cabo, de modo que se ocasione el menor perjuicio a los conductores de la zona, evitándoles molestias y pérdidas de tiempo innecesarias, manteniendo el máximo nivel de seguridad en la circulación.

Para ello se han estudiado los desvíos provisionales necesarios para la ejecución de las actuaciones que contempla el proyecto.

El trazado de la variante proyectada intersecta en varias ocasiones a un camino asfaltado que da acceso a una zona de viviendas situadas tanto al Este como al Oeste del trazado, además de intersectar en varias ocasiones los caminos secundarios que conectan las casas entre sí. Se han detectado un total de diez caminos afectados.

A continuación se enumeran los puntos kilométricos de los caminos cortados. Se pueden visualizar en el plano 4.8.1.

- Punto 1. PK 0+105 m
- Punto 2. PK 0+275 m
- Punto 3. PK 0+585 m
- Punto 4. PK 0+691 m
- Punto 5. PK 0+725 m
- Punto 6. PK 0+806 m
- Punto 7. PK 0+851 m
- Punto 8. PK 1+084 m
- Punto 9. PK 1+347 m
- Punto 10. PK 1+458 m

La solución final para dar acceso a todas las viviendas de la zona afectadas por la futura variante de la CV-190 se ha llevado a cabo de la siguiente forma. Las viviendas situadas hasta el punto siete que están situadas en la parte Oeste de la futura variante (Figura 68)

ya se encuentran conectadas por una red de caminos existentes que conectan finalmente con la CV-190 a unos mil ochocientos metros de la parte Oeste de Figueroles. De esta forma y provisionalmente mientras se realiza la totalidad de la obra, las viviendas afectadas de este sector ya tienen una vía para darles servicio.



Fig. 69 Viviendas afectadas situadas al Oeste de la variante

Para este sector de viviendas finalmente se le proporcionara una conexión con la futura variante cuando esté totalmente finalizada en forma de intersección justo por un lugar situado entre los puntos seis y siete (consultar en los planos).

El corte de caminos de la futura variante en los puntos 1 y 2 deja aislada una vivienda en la cual, su acceso conecta directamente justo antes de cruzar el puente existente (Figura 69), donde ira ubicada la futura intersección en T. Como se puede observar la futura variante solo invade parcialmente la vía de acceso existente, de este modo se ha optado por construir el acceso a la vivienda unos metros más alejado de la variante manteniendo un trazado similar al existente que conectará, como se ha dicho anteriormente, justo antes de cruzar el puente existente. Esta conexión solo se mantendrá hasta que finalmente se

construya el nudo Oeste definitivo, momento en el cual se le dará salida a ese acceso de otra forma.



Fig. 70 Vivienda aislada y vía de servicio provisional

Las viviendas que se quedan aisladas totalmente entre la futura variante y el barranco a la altura de los puntos siete y ocho (Figura 70), se les dará salida en forma de intersección justo por un punto específico (consultar en los planos) entre el punto seis y siete, como en el primer caso, ya que es la solución óptima en lo que se refiere a adaptarse a la orografía del terreno. Este acceso, mientras se realiza la obra, permitirá a los usuarios pasar al otro lado de la variante y estar conectado por la red de caminos con la CV-190 a unos mil ochocientos metros de Figueroles, exactamente como el primer caso, y poder darles servicio. Cuando finalmente este abierta al tráfico la variante, los usuarios tendrán acceso directo a la variante de la CV-190 mediante la misma conexión.



Fig. 71 Viviendas aisladas entre los puntos 7 y 8 de la variante

Los puntos nueve y diez no son conflictivos ya que, el punto 9 no intersecta a la variante, ya que a esa altura existe una obra de paso y el camino transcurre por debajo del mismo. Mientras que el punto 10 tiene salida tanto por el norte, que conecta directamente con el municipio de Figueroles, como por el sur, que conecta con el polígono industrial existente que está justo al Este del municipio.



Fig. 72 Viviendas aisladas a la altura de los puntos 9 y 10



Fig. 74 Acceso final a los grupos de viviendas aisladas

Finalmente los accesos de las viviendas afectadas quedarán de la siguiente forma cuando la obra esté terminada.



Fig. 73 Acceso final a la vivienda aislada situada al norte de la variante

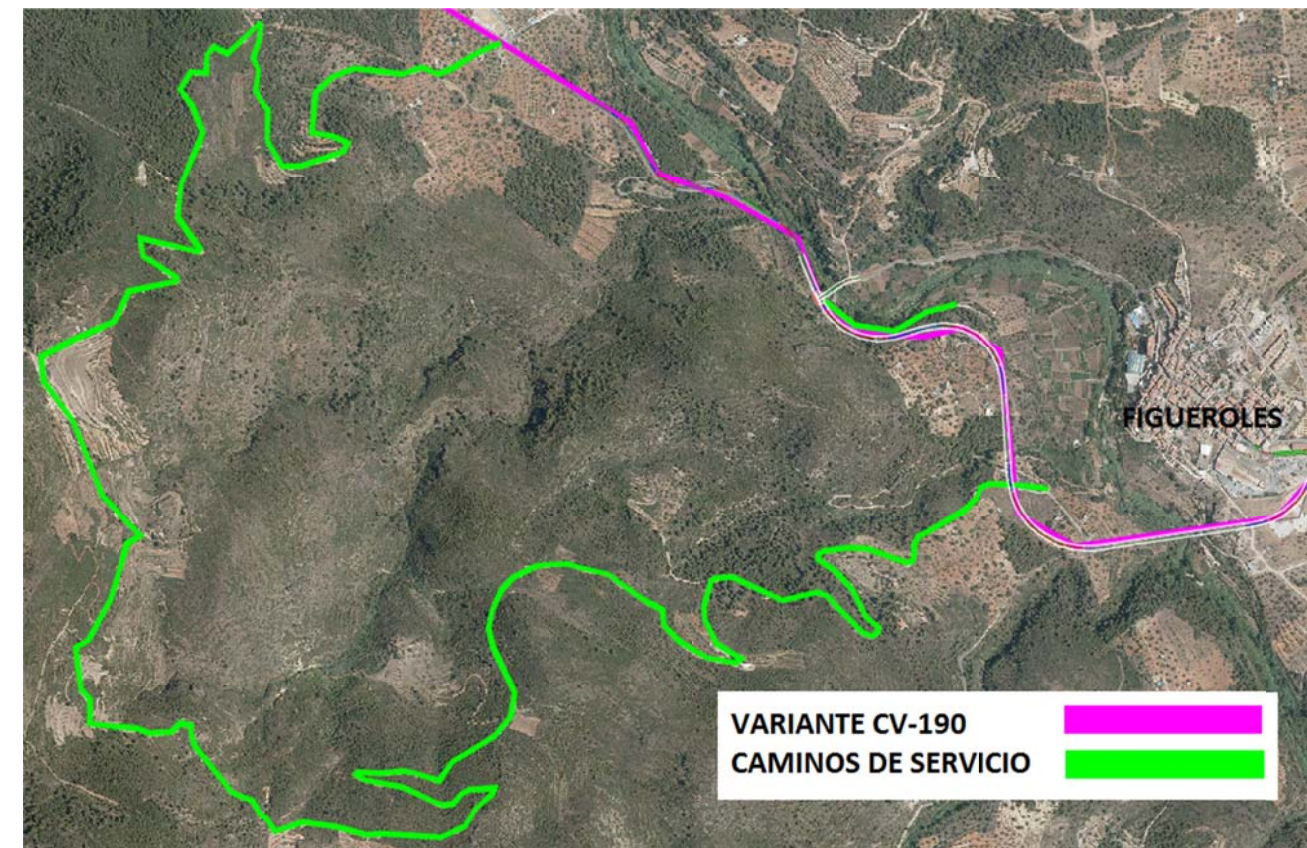


Fig. 75 Caminos de servicio temporales



En la colección relativa de los planos de reposición de caminos afectados, queda definida gráficamente la situación exacta y tipología de nudo de las soluciones propuestas de reposición de caminos en la zona de afección.

La señalización vertical a colocar en toda la obra será la representada en los planos XXX, y es la correspondiente a obras de carretera convencionales con arcén. Las dimensiones de las señales a emplear son las siguientes:

- Señales triangulares: 1.350 mm de lado.
- Señales circulares: 900 mm de diámetro.

La separación entre la zona de trabajo y la circulación se realizará mediante el balizamiento adecuado a lo largo de toda la obra. En caso de ser necesario se empleará señalización manual y señalistas.

Por lo que respecta a la señalización horizontal, antes del inicio de la obra, se repintarán las líneas de arcén y el eje central de la carretera en todos los tramos afectados, mediante línea naranja continua de la anchura que corresponda y según las fases de obra.

3.2. Identificación de los servicios afectados

La identificación de los servicios e instalaciones afectadas por la obra de los nudos se ha llevado a cabo mediante una inspección visual de la zona donde se realizará la obra, mediante dos visitas in situ que se realizaron. Gracias a estas dos visitas se pudo comprobar que no habría que realizar ninguna reposición de servicios en lo que se refiere a telefonía, red eléctrica, alumbrado y acequias.

Durante la noche y cuando no se trabaje, se retirará la maquinaria dejando totalmente libre la carretera actual para la circulación en ambos sentidos, y correctamente protegida y balizada la zona de trabajos, procurando disminuir la existencia de desniveles en los laterales de la calzada al mínimo posible, y balizando los desniveles existentes con los diversos elementos que prevé la normativa (piquetas, new jersey, cordón de balizamiento reflectante...).

3.3. Desvíos de tráfico

3.3.1. Introducción

El objetivo de este apartado es establecer las mejores condiciones posibles para que las obras de construcción de la variante ocasionen el menor perjuicio a los conductores de la zona, evitándoles molestias y pérdidas de tiempo innecesarias, manteniendo el máximo nivel de seguridad en la circulación.

Durante el extendido de aglomerado, y hasta que sea posible el pintado de las marcas viales horizontales definitivas, deberán marcarse provisionalmente los sentidos de circulación mediante conos reflectantes u otros elementos de balizamiento, correctamente anclados al suelo, en el eje y en los bordes de la calzada.

3.3.2. Consideraciones previas

La ejecución final de las obras propuestas deberá ajustarse a los preceptos contenidos en las instrucciones y normativas siguientes:

Cuando no se trabaje, durante los fines de semana y en periodos festivos o vacacionales, se dispondrá de personal que desempeñe labores de mantenimiento y reparación de la señalización, balizamiento y cerramiento de la obra, y compruebe el buen funcionamiento de los posibles desvíos de tráfico.

- Instrucción de Carreteras 3.1-IC, 8.1-IC, 8.2-IC y 8.3-IC.
- Estudio de seguridad y salud de las Obras.

El empleo de estas medidas garantizará la seguridad durante la ejecución de las obras, tanto del personal como del tráfico.

Se limitará la máxima velocidad de circulación a 50 km/h en los tramos en que se permita el doble sentido de circulación y 40 km/h cuando exista circulación mediante sentidos alternativos.



3.3.3. Desvíos de tráfico durante la obra

La obra principalmente proyectada está enfocada principalmente a la mejora de la seguridad vial y bajar la cantidad de vehículos pesados que entra al núcleo del municipio de Figueroles,

Las fases necesarias para completar la construcción son las siguientes:

FASE I: En primer lugar lo que se hará será proteger las zonas de obra mediante la colocación de New Jersey de Polietileno, separando las zonas de obra de la calzada transitable. Se ejecutará la práctica totalidad de la variante dejando la construcción de los nudos para el final. En esta fase se tendrá en cuenta los caminos cortados y se procederá a la construcción de las propuestas de solución planteadas anteriormente, para de este modo no interrumpir el acceso a las zonas de vivienda. En esta fase también se procederá a darle tanto entrada como salida directa a la CV-190, que atraviesa el pueblo, a la parcela de acopios situada en el nudo Este.

FASE II: En esta fase se procederá a cerrar el ramal de la glorieta Este que da acceso a la parcela de acopios. Para la ejecución del sobre ancho de la calzada para el carril de espera en el Este, se procederá al cierre temporal de un carril para tener espacio de trabajo, pasando a tener solamente un carril con sentido alterno.

FASE III: Para la ejecución del ramal de la intersección en T que da acceso al polígono, en caso de necesitar más espacio de trabajo se procederá a cerrar un carril de la CV-190, pasando a tener de nuevo un carril con sentido alterno. Una vez finalizado el ramal se abrirá al tráfico y a continuación se procederá a cerrar el acceso desde la glorieta al polígono. En esta fase también se ejecutará en el nudo Oeste primero un carril, para no interrumpir el servicio totalmente, pasando a ser de sentido alterno. Y luego se ejecutará el siguiente y se abrirá el anterior, que pasará a ser de sentido alterno. Mientras que la conexión con la glorieta existente en el nudo Este se llevará a cabo de forma completa. Si hiciera falta por seguridad o espacio de trabajo, se procedería a cerrar una pequeña parte de la glorieta.

Durante todas las fases de la obra debe mantenerse una adecuada coordinación entre la supresión definitiva o temporal de accesos y la habilitación de los nuevos. El balizamiento de las zonas de trabajo y acceso del personal a esa zona, así como del acceso de maquinaria, se llevará a cabo obligatoriamente mediante señalistas, y carteles croquis que indiquen la nueva ordenación provisional del tráfico.

El contratista debe validar expresamente este procedimiento de desvío, o bien proponer y justificar debidamente un diseño alternativo en función de sus medios y propuesta de planificación de las obras.

3.3.4. Conclusiones

Gracias a los desvíos que se han planteado en este apartado, se podrá realizar la construcción tanto de la variante como de los nudos.

Como se ha expuesto anteriormente, la actuación se realizará mediante tres fases diferenciadas, en las que cada una se construirá una parte de la obra a ejecutar para así no entorpecer en gran medida el tráfico existente.

En todo momento se mantendrán las medidas de seguridad necesarias tanto para los trabajadores que se encuentren en la obra, como para los conductores de los diferentes vehículos que circulen por la zona en el momento de la ejecución de las diferentes tareas.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°3

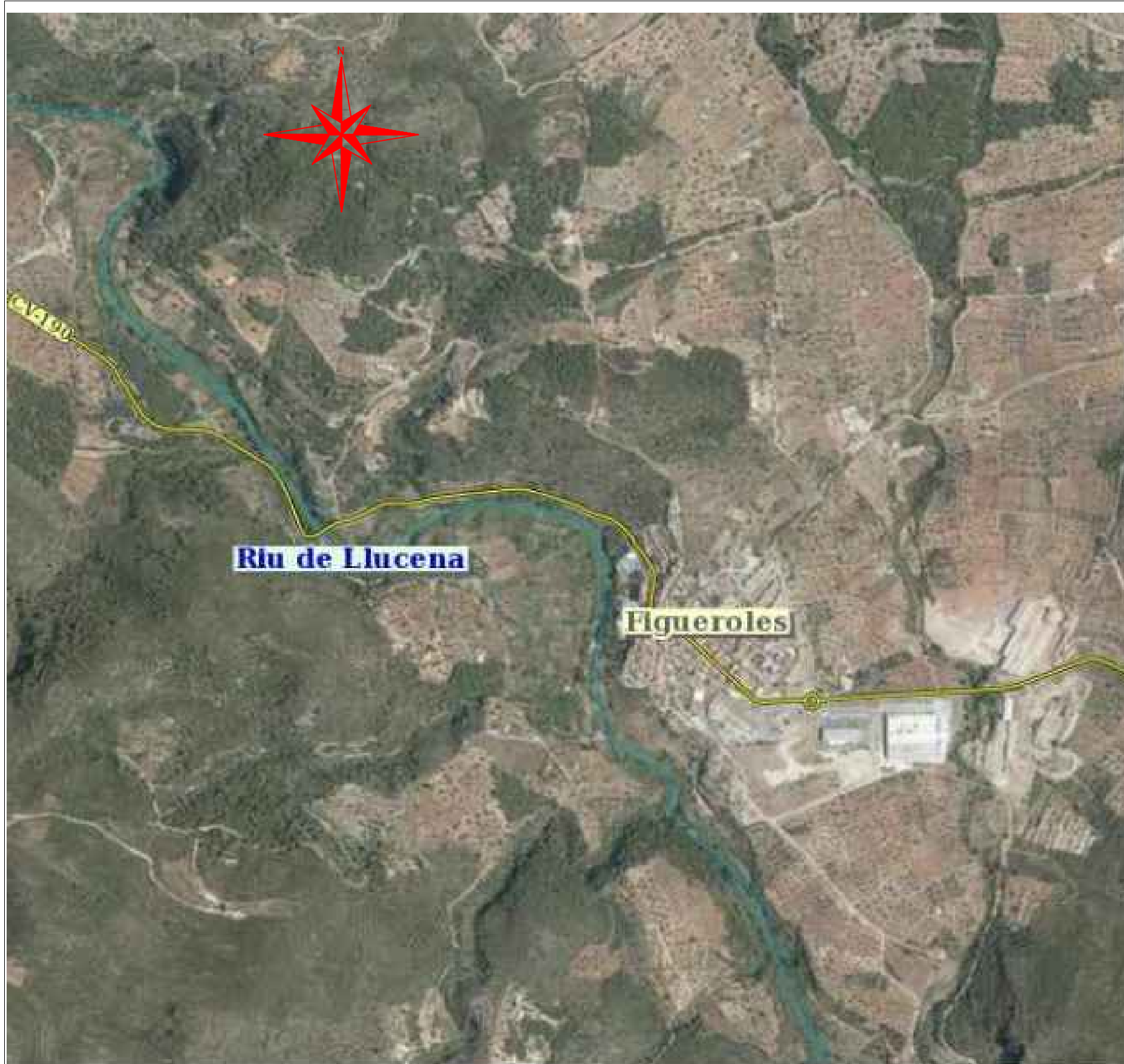
PLANOS

CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN).
ALTERNATIVA SUR



ÍNDICE DE PLANOS

1. Localización.
2. Situación actual.
3. Diseño geométrico del tronco principal.
 - 3.1. Planta general.
 - 3.2. Planta y perfil.
 - 3.3. Secciones tipo.
 - 3.4. Secciones transversales.
 - 3.5. Señalización y balizamiento.
4. Diseño geométrico de los nudos.
 - 4.1. Localización.
 - 4.2. Diseño geométrico. Planta general.
 - 4.3. Nudos. Planta general.
 - 4.4. Diseño geométrico. Replanteo.
 - 4.5. Planta y perfil.
 - 4.6. Sección tipo.
 - 4.7. Señalización y balizamiento.
 - 4.8. Afecciones y reposiciones de servicios.
5. Estructuras.
 - 5.1. Puente sobre el barranco al Este de Figueroles
 - 5.1.1. Planta de ubicación de estructuras
 - 5.1.2. Planta y alzado
 - 5.1.3. Plano de replanteo
 - 5.1.4. Planta inferior y planta de cimentación
 - 5.1.5. Sección tipo
 - 5.1.6. Secciones transversales en pilas y estribos
 - 5.1.7. Geometría de la sección
 - 5.1.8. Geometría y armado de vigas
 - 5.1.9. Geometría y armado de losa
 - 5.1.10. Geometría de dinteles
 - 5.1.11. Geometría y armado de pilas
 - 5.1.12. Geometría de cimentaciones
 - 5.1.13. Geometría y armado de estribos
 - 5.2. Puente sobre el río Lucena
 - 5.2.1. Planta de ubicación de estructuras
 - 5.2.2. Planta y alzado
 - 5.2.3. Plano de replanteo
 - 5.2.4. Planta inferior y planta de cimentación
 - 5.2.5. Secciones tipo
 - 5.2.6. Secciones transversales en pilas y estribos
 - 5.2.7. Condicionantes hidráulicos
 - 5.2.8. Geometría de la sección
 - 5.2.9. Geometría y armado de vigas
 - 5.2.10. Geometría y armado de losa
 - 5.2.11. Geometría de dinteles
 - 5.2.12. Geometría y armado de pilas
 - 5.2.13. Geometría de cimentaciones
 - 5.2.14. Geometría y armado de estribos.
6. Hidráulica
 - 6.1. Tramo sobre el barranco
 - 6.2. Tramo sobre el río Lucena
7. Impacto Ambiental
 - 7.1. Mapa Geológico
 - 7.2. Mapa de planeamiento urbanístico
 - 7.3. Mapa de ocupación el suelo
 - 7.4. Mapa de capacidad de usos del suelo
 - 7.5. Mapa de riesgo de erosión potencial
 - 7.6. Mapa de peligrosidad sísmica
 - 7.7. Vulnerabilidad de acuíferos
 - 7.8. Mapa de riesgo de inundación. PATRICOVA
 - 7.9. Plano de elementos patrimoniales y zonas protegidas
 - 7.10. Plano de las medidas correctoras. Hidrosiembra



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

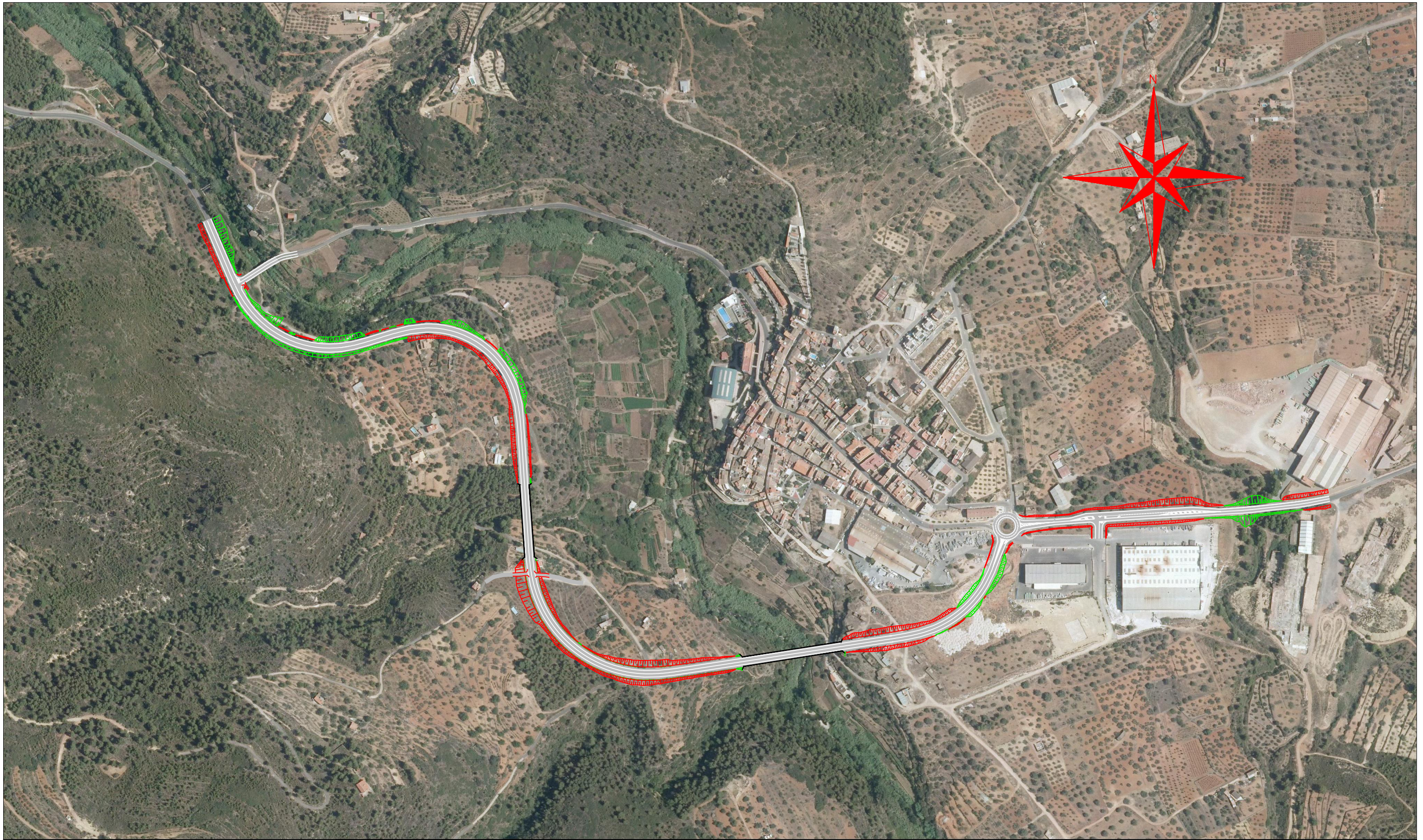
PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLÉS
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 S/E

TÍTULO DEL PLANO
 LOCALIZACIÓN

Nº DE PLANO
 4.1

HOJA 1



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 1/5000

TÍTULO DEL PLANO
 DISEÑO GEOMÉTRICO. PLANTA GENERAL

Nº DE PLANO
 4.2

HOJA 1



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

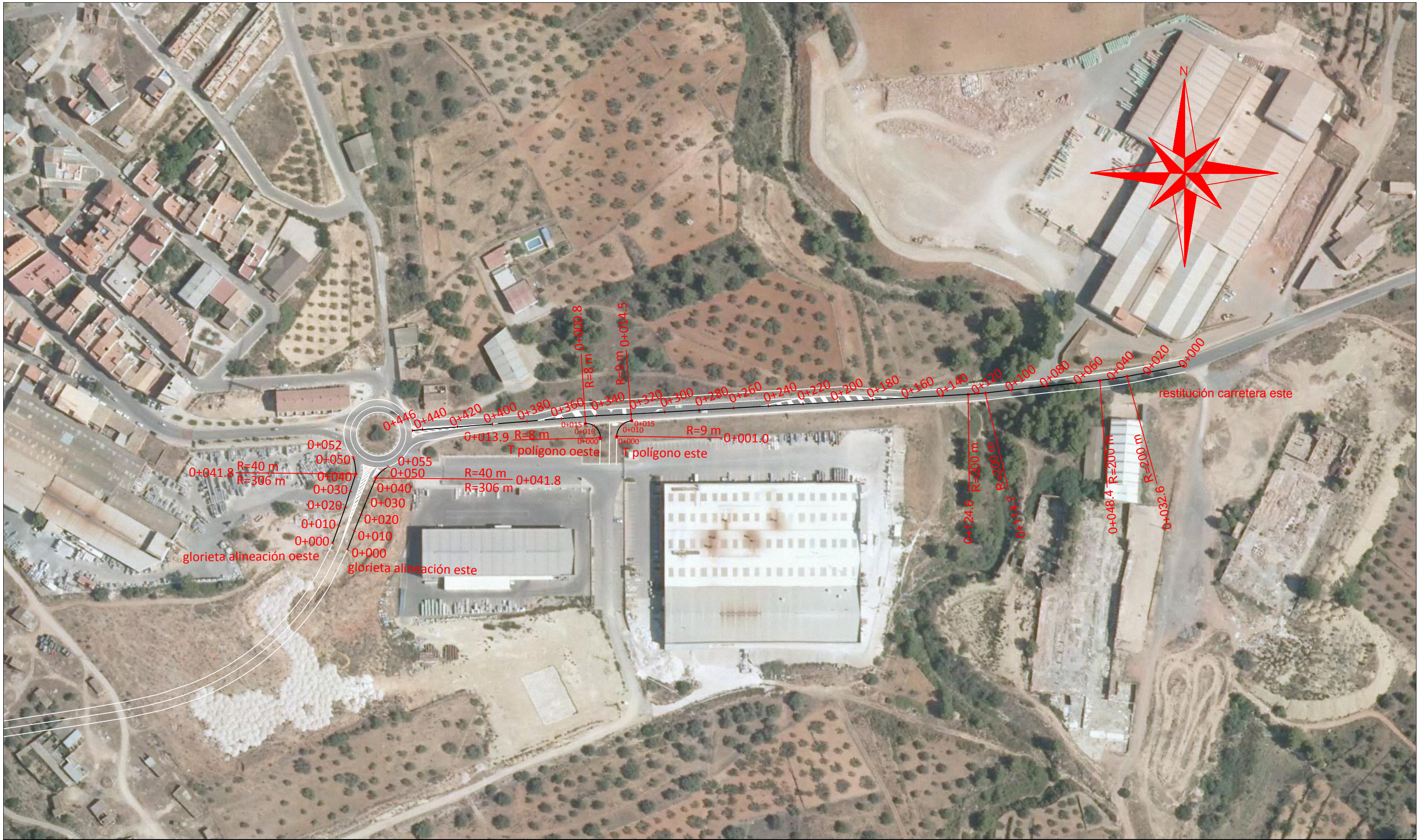
ESCALA:
 1/1000

TÍTULO DEL PLANO
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS.
 NUDO ESTE. PLANTA GENERAL

Nº DE PLANO
 4.3
 HOJA 1 DE 2



	<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>		<p>AUTOR DEL PROYECTO JORGE PLANELLS ZAMORA</p>	<p>FECHA NOVIEMBRE 2015</p>	<p>PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR</p>	<p>ESCALA: 1/1000</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS. NUDO OESTE. PLANTA GENERAL</p>	<p>Nº DE PLANO 4.3 HOJA 2 DE 2</p>
--	---	--	--	--	---	------------------------------------	--	--



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLÉS
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 1/2000

TÍTULO DEL PLANO
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS.
 REPLANTEO NUDO ESTE

Nº DE PLANO
 4.4
 HOJA 1 DE 2



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

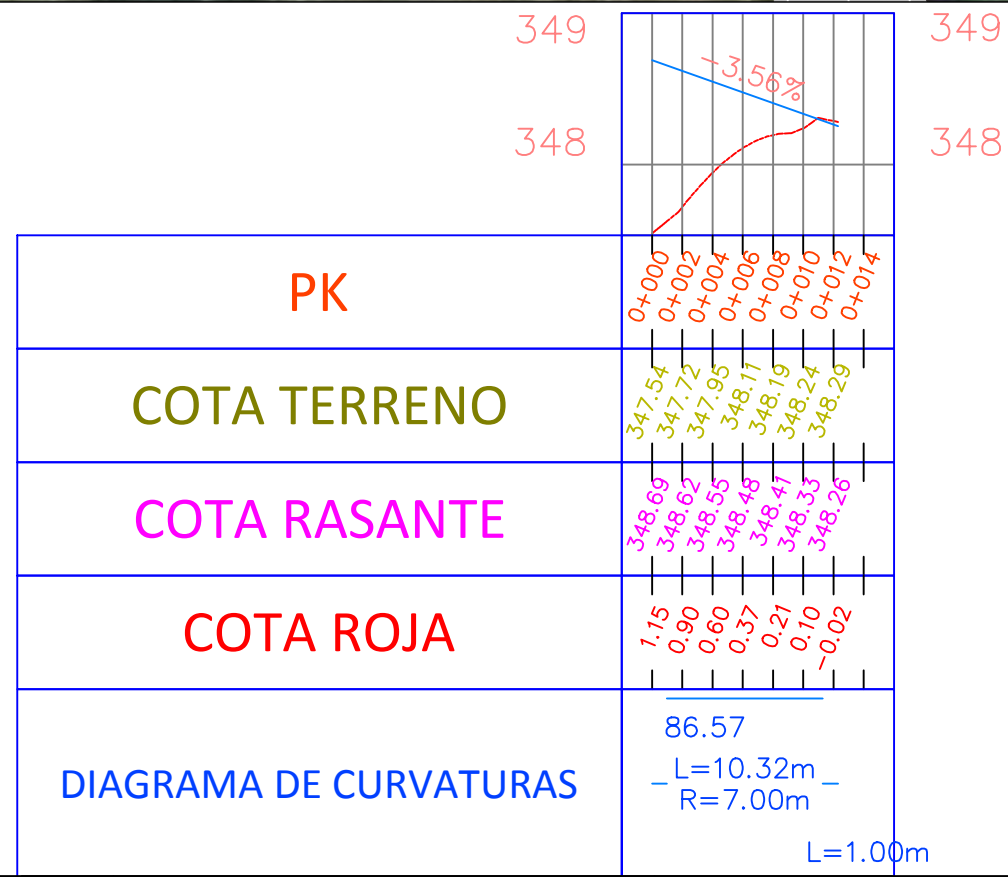
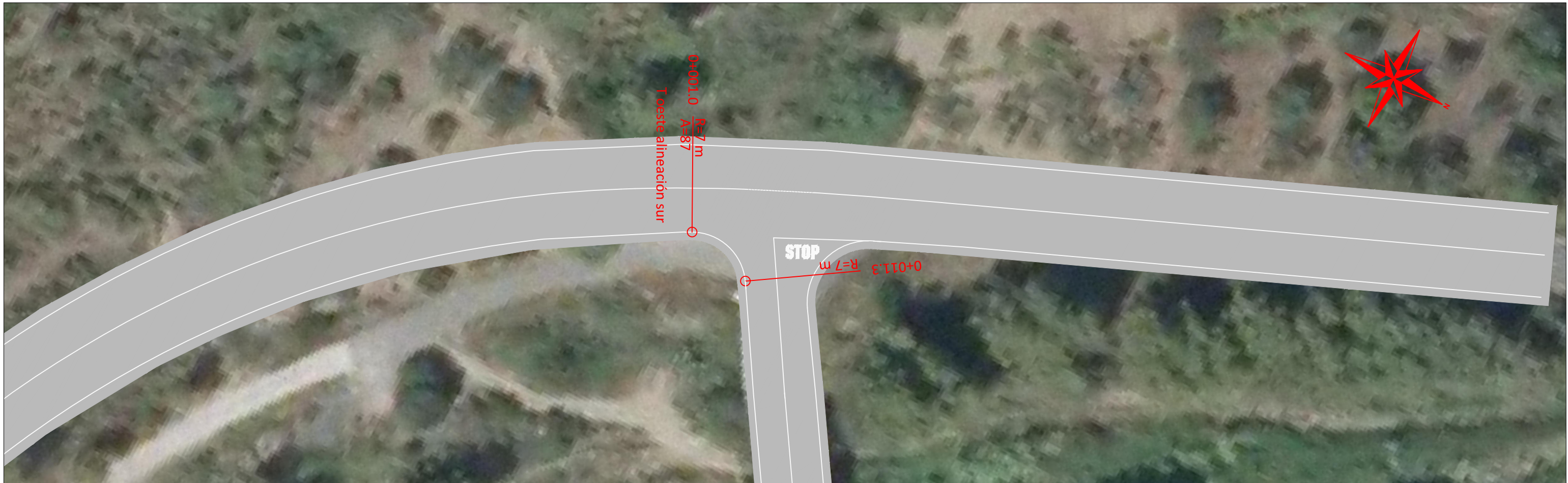
PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

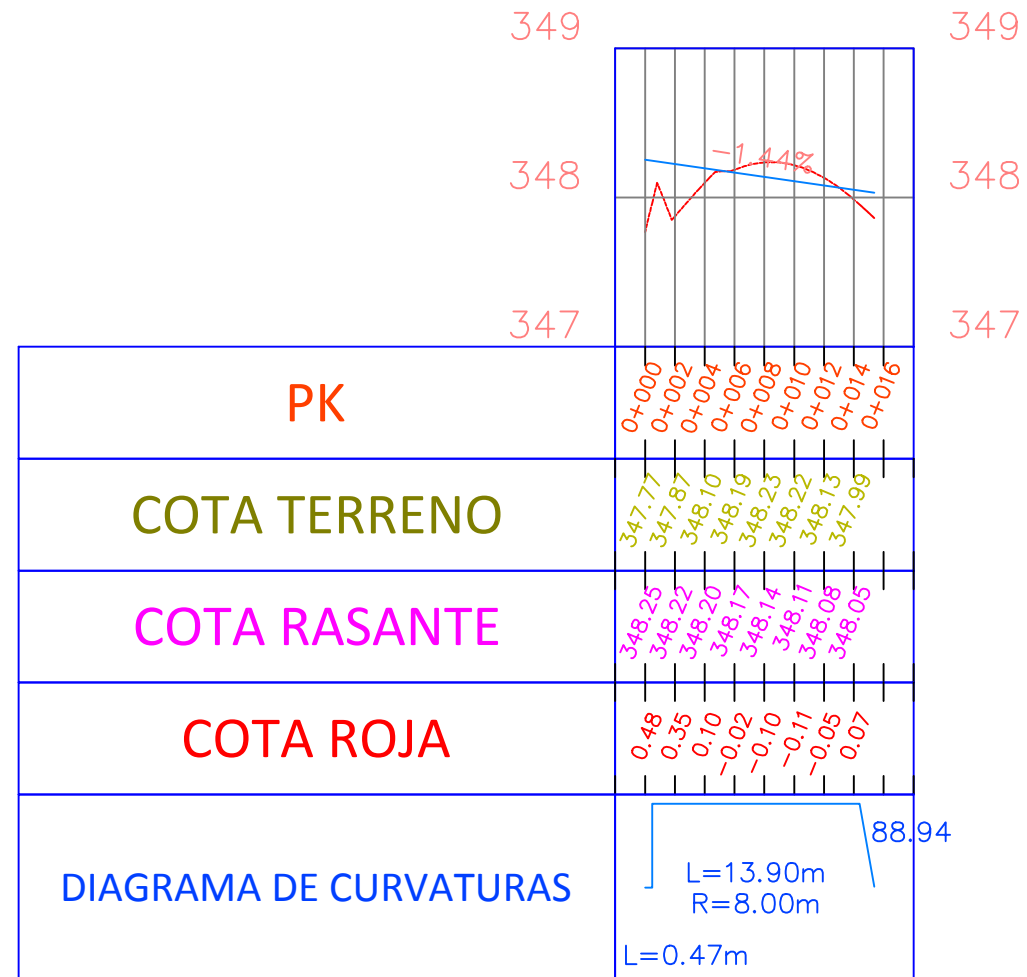
ESCALA:
 1/500

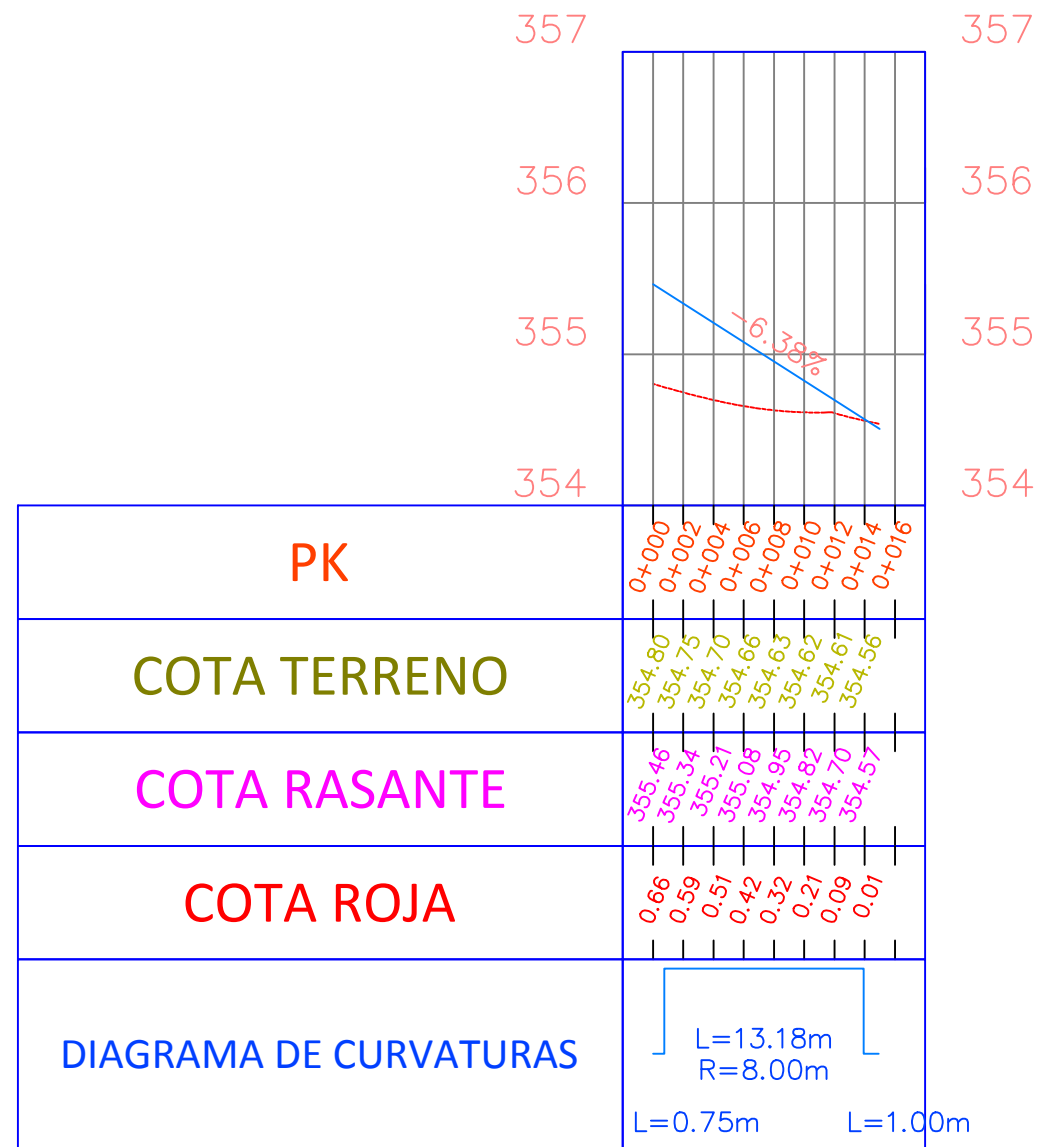
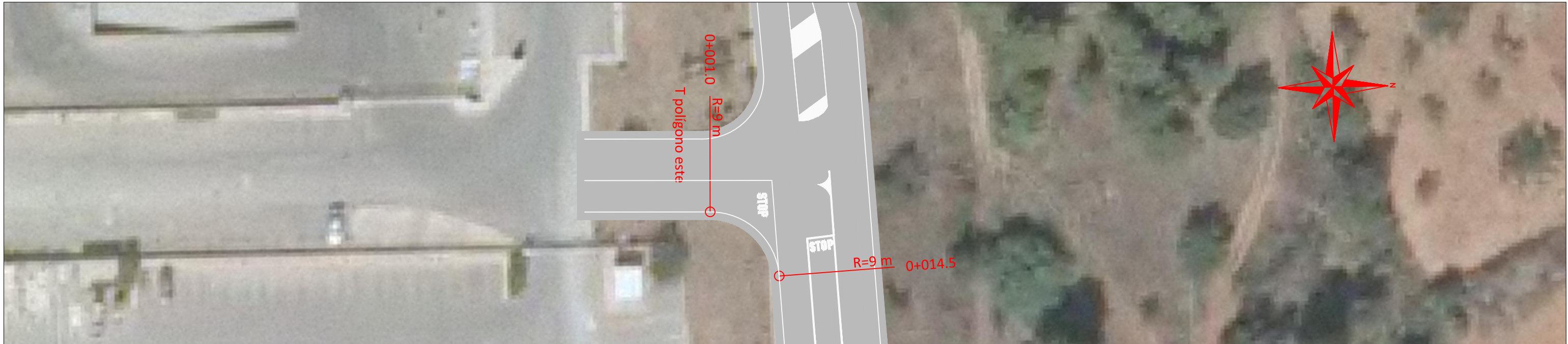
TÍTULO DEL PLANO
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS.
 REPLANTEO NUDO OESTE

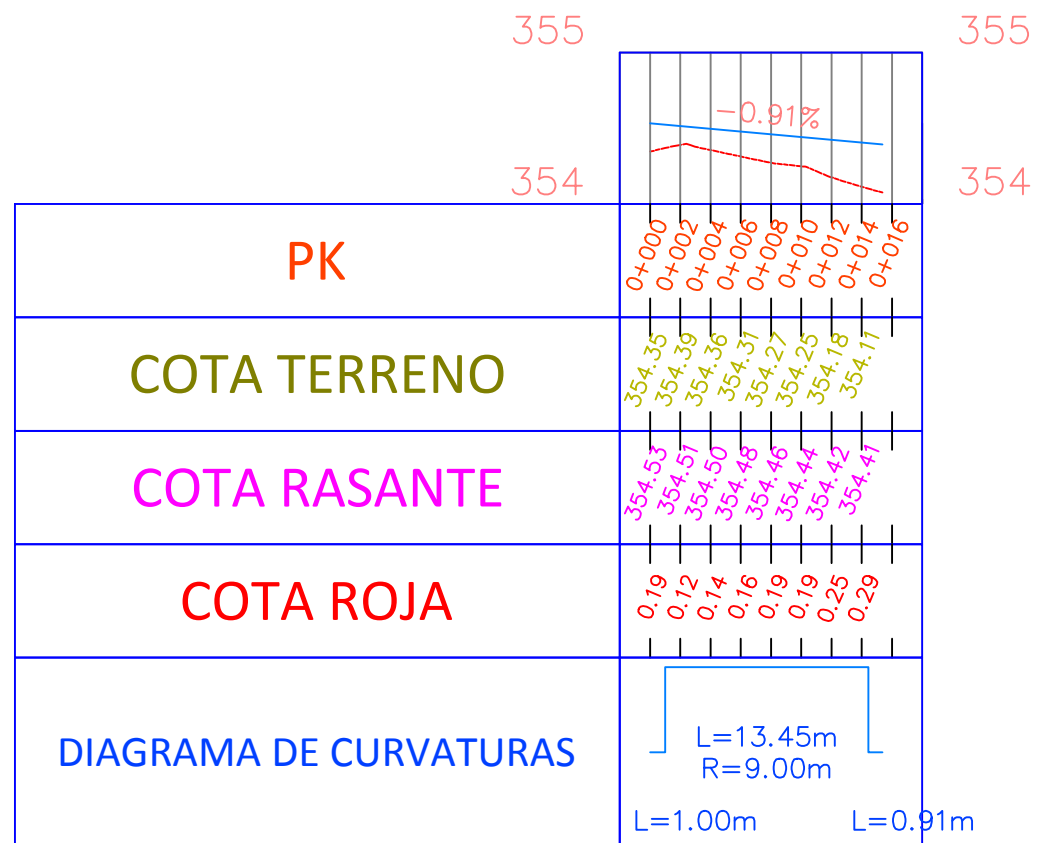
Nº DE PLANO
 4.4

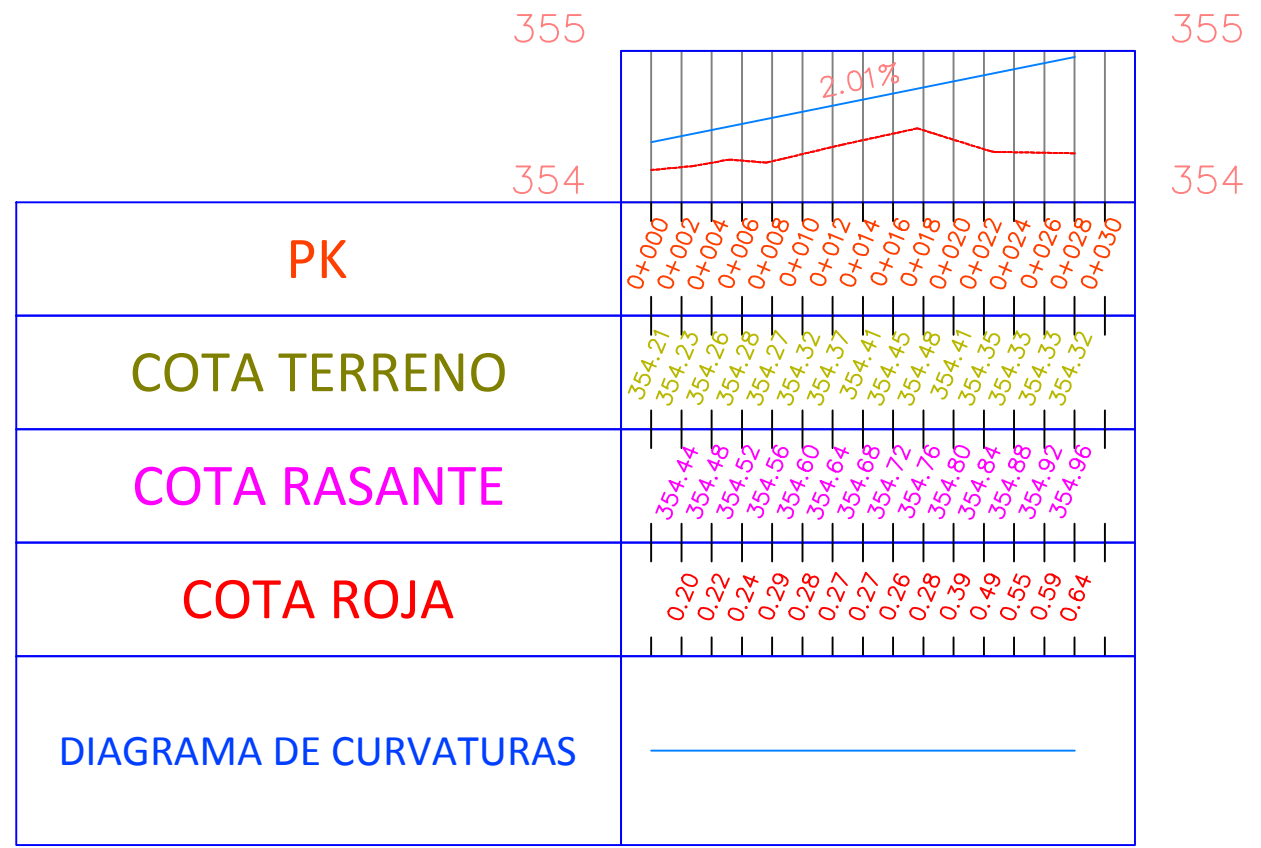
HOJA 2 DE 2

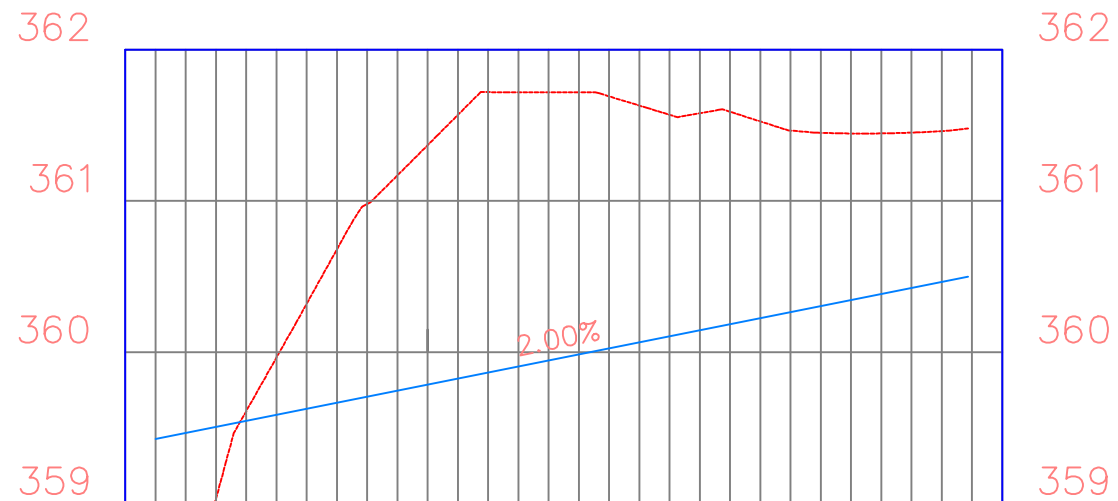








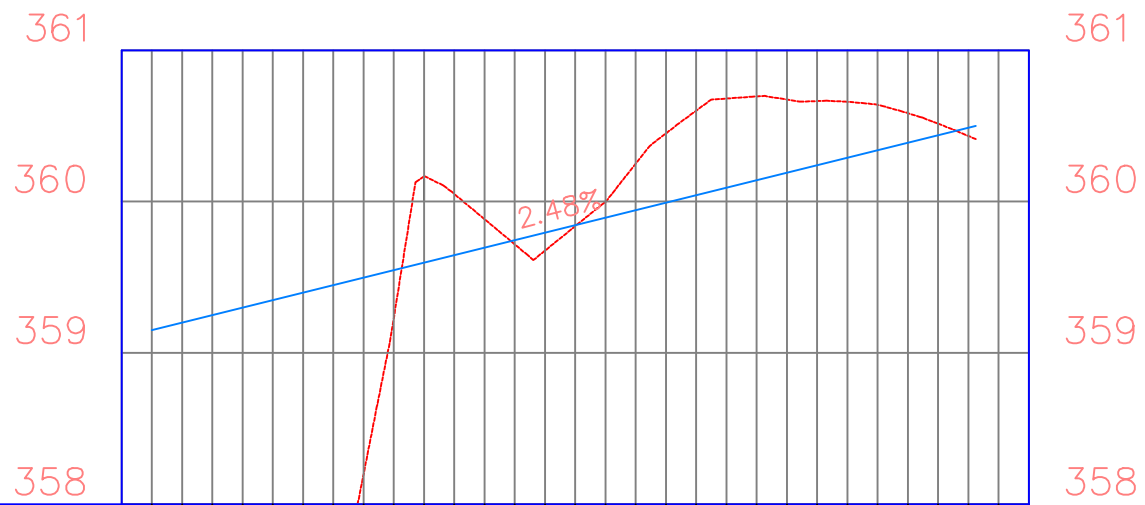




PK	COTA TERRENO	COTA RASANTE	COTA ROJA
0+000	357.57	359.43	1.86
0+002	358.30	359.47	1.16
0+004	359.03	359.51	0.47
0+006	359.67	359.55	-0.07
0+008	359.96	359.59	-0.38
0+010	360.32	359.63	-0.70
0+012	360.68	359.67	-1.02
0+014	360.98	359.71	-1.27
0+016	361.17	359.75	-1.42
0+018	361.37	359.79	-1.58
0+020	361.57	359.83	-1.74
0+022	361.72	359.87	-1.85
0+024	361.72	359.91	-1.81
0+026	361.72	359.95	-1.77
0+028	361.72	359.99	-1.73
0+030	361.69	360.03	-1.67
0+032	361.63	360.07	-1.57
0+034	361.57	360.11	-1.46
0+036	361.58	360.15	-1.43
0+038	361.59	360.19	-1.40
0+040	361.53	360.23	-1.30
0+042	361.47	360.27	-1.20
0+044	361.45	360.31	-1.15
0+046	361.45	360.35	-1.10
0+048	361.45	360.39	-1.06
0+050	361.45	360.43	-1.03
0+052	361.46	360.47	-1.00
0+054			

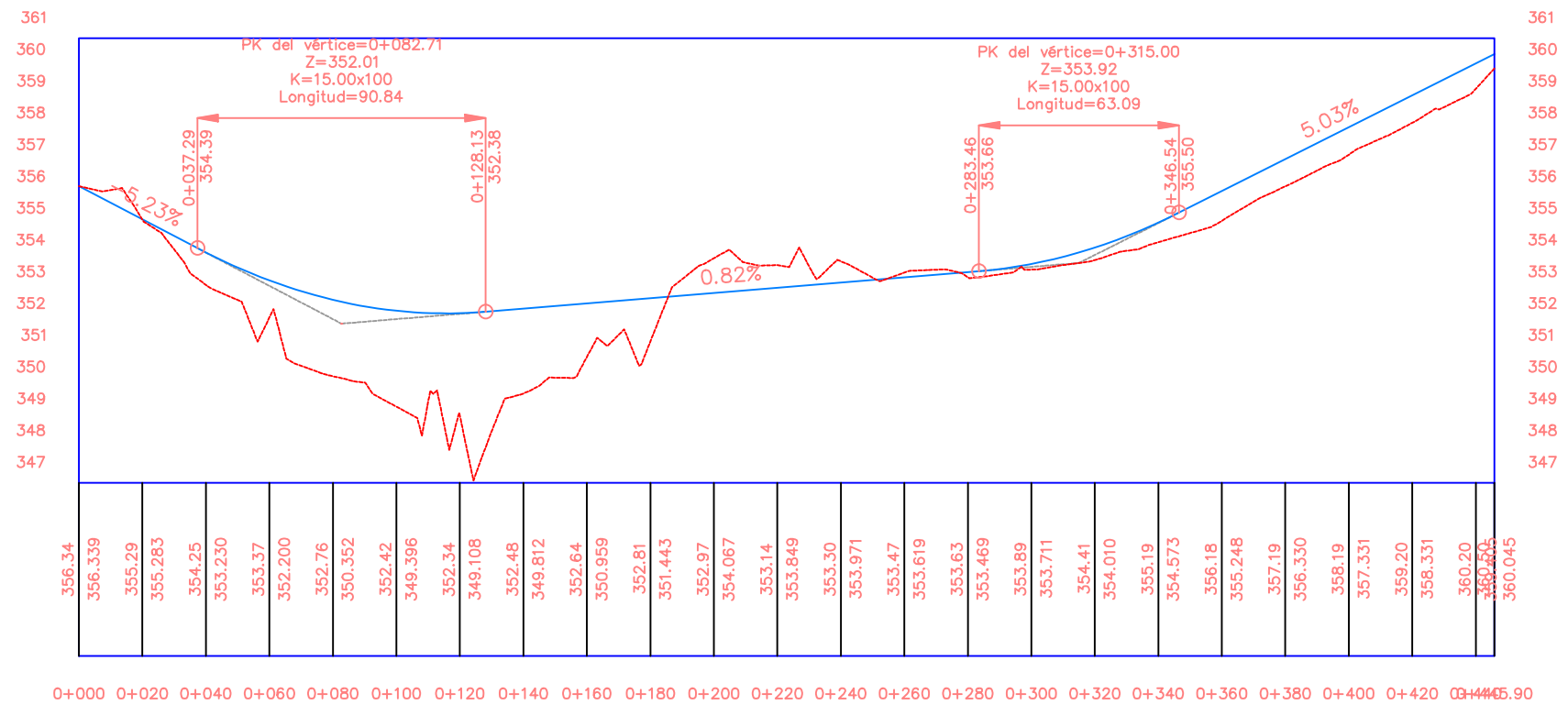
DIAGRAMA DE CURVATURAS
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>L=41.84m R=306.19m</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>L=11.91m R=40.00m</p> </div> </div>





PK	0+000 0+002 0+004 0+006 0+008 0+010 0+012 0+014 0+016 0+018 0+020 0+022 0+024 0+026 0+028 0+030 0+032 0+034 0+036 0+038 0+040 0+042 0+044 0+046 0+048 0+050 0+052 0+054 0+056
COTA TERRENO	355.27 355.87 356.47 357.07 356.53 356.17 357.18 358.20 359.23 360.17 360.05 359.88 359.72 359.68 359.84 360.00 360.25 360.45 360.60 360.68 360.70 360.67 360.66 360.66 360.64 360.58 360.52 360.43
COTA RASANTE	359.15 359.20 359.25 359.30 359.35 359.40 359.45 359.50 359.55 359.60 359.65 359.70 359.74 359.79 359.84 359.89 359.94 359.99 360.04 360.09 360.14 360.19 360.24 360.29 360.34 360.39 360.44 360.49
COTA ROJA	3.88 3.33 2.77 2.22 2.82 3.23 2.26 1.30 0.31 -0.57 -0.40 -0.19 0.03 0.12 0.01 -0.11 -0.31 -0.46 -0.56 -0.59 -0.55 -0.48 -0.42 -0.37 -0.30 -0.20 -0.08 0.05
DIAGRAMA DE CURVATURAS	<div style="text-align: center;"> $L=44.63m$ $R=316.18m$ </div> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> $L=9.85m$ $R=20.00m$ </div>





COTA ROJA	0.00	0.01	1.02	1.17	2.41	3.02	3.23	2.67	1.69	1.37	-1.09	-0.71	-0.67	-0.15	0.16	0.18	0.40	0.62	0.93	0.86	0.86	0.87	0.805			
DIAGRAMA DE CURVATURAS	L=15.89m R=200.00m		L=9.89m R=200.00m		L=32.55m		L=66.25m		L=237.92m										L=83.40m							
PERALTE	[Superelevation diagram showing cross-slopes for different curve lengths]																									



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



AUTOR DEL PROYECTO
 Jorge Planells Zamora

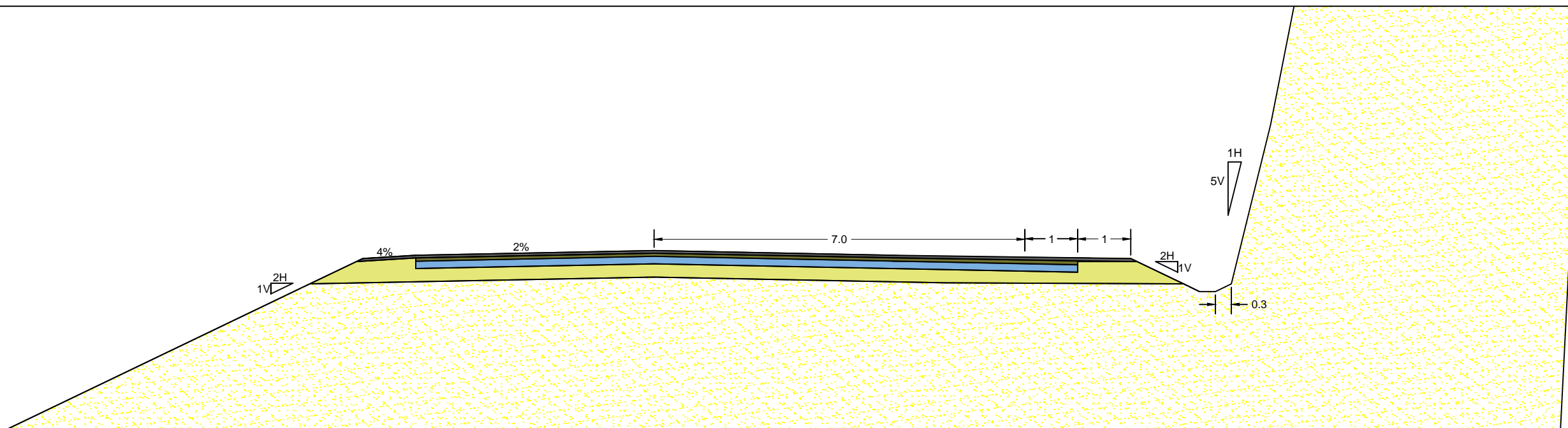
FECHA
 NOVIEMBRE 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS NUDOS.
 NUDO ESTE. PLANTA Y PERFIL

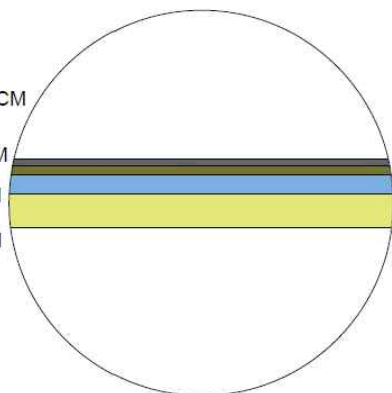
Nº DE PLANO
 4.5.2
 HOJA 6 DE 6



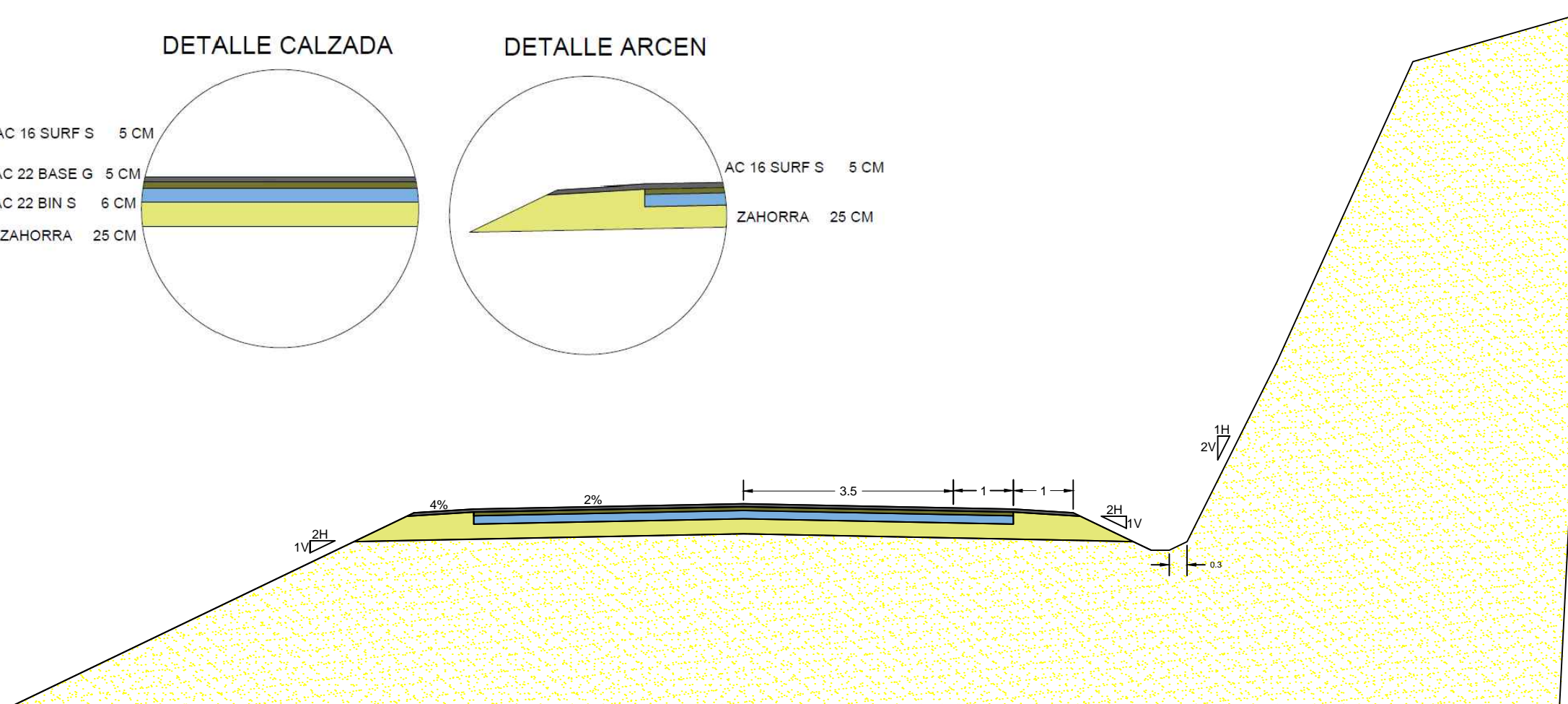
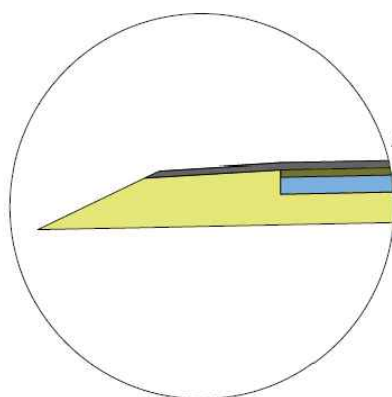
DETALLE CALZADA

DETALLE ARCEN

AC 16 SURF S 5 CM
 AC 22 BASE G 5 CM
 AC 22 BIN S 6 CM
 ZAHORRA 25 CM



AC 16 SURF S 5 CM
 ZAHORRA 25 CM



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



AUTOR DEL PROYECTO
 Jorge Planells Zamora

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

TÍTULO DEL PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE
 CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE
 CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 S/E

TÍTULO DEL PLANO
 SECCIONES TIPO

Nº DE PLANO
 4.6

HOJA 1 DE 1



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



AUTOR DEL PROYECTO
 JORGE PLANELLS ZAMORA

FECHA
 NOVIEMBRE 2015

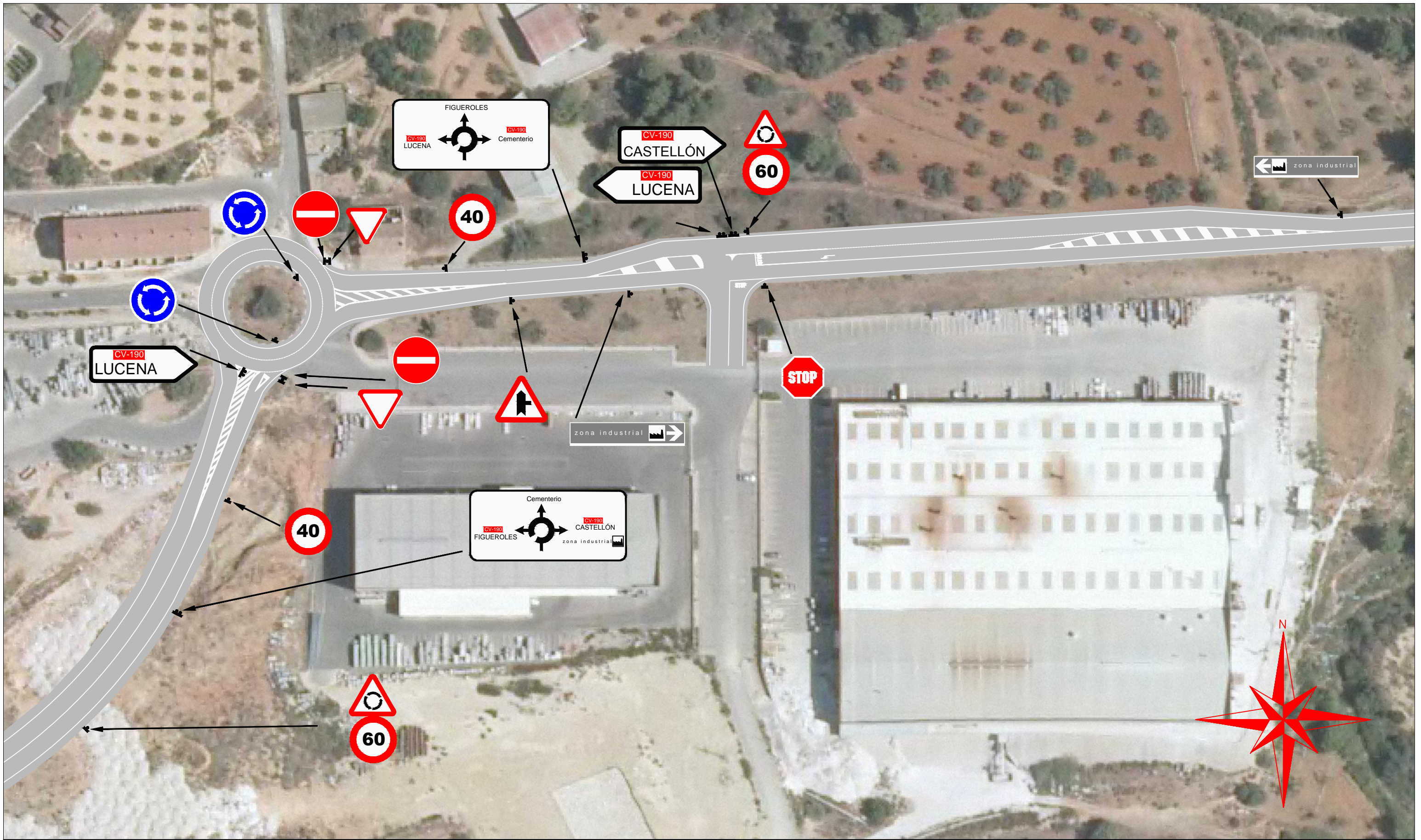
PROYECTO
 CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES
 (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR

ESCALA:
 1/1000

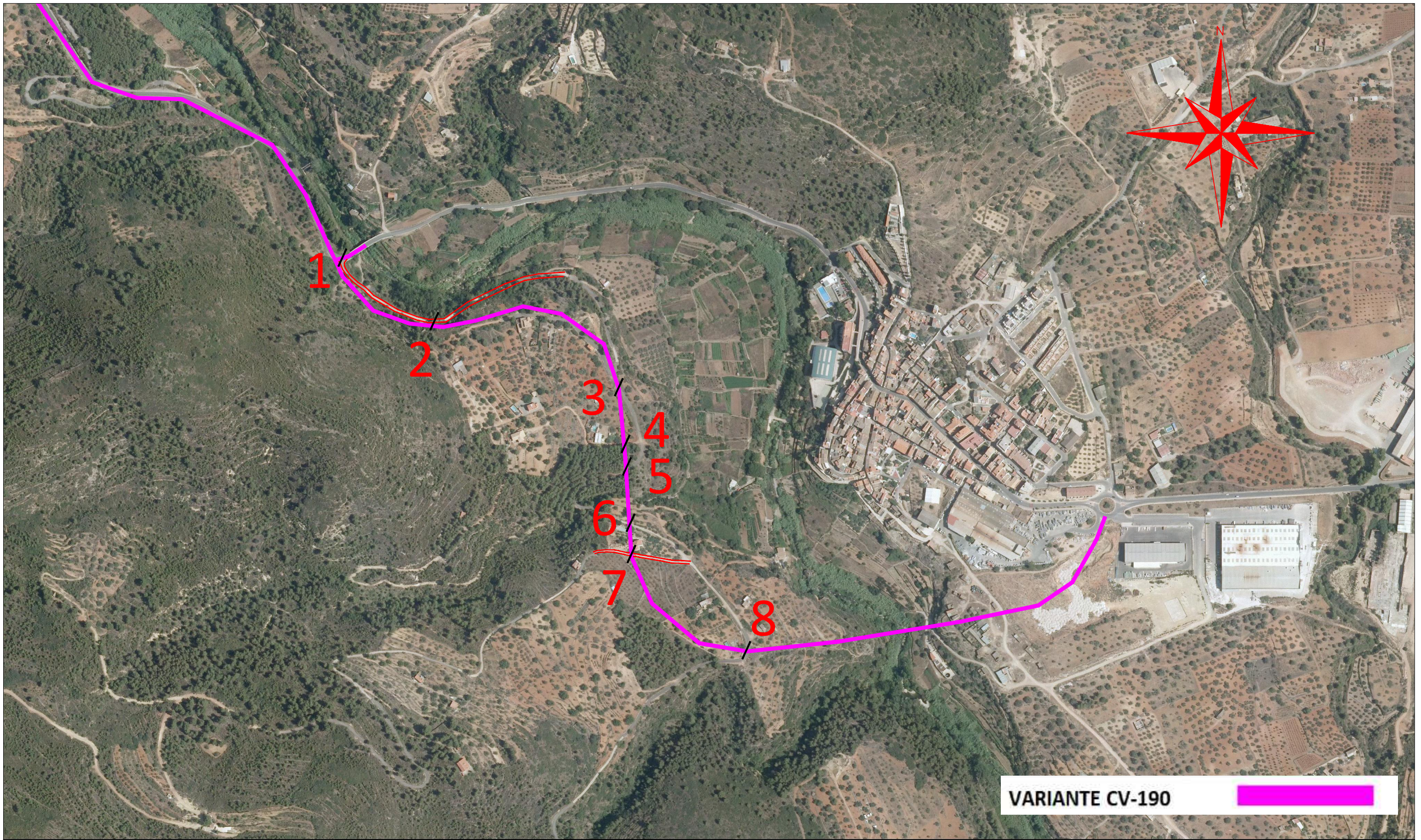
TÍTULO DEL PLANO
 SEÑALIZACIÓN NUDO OESTE

Nº DE PLANO
 4.7.1



HOJA 1

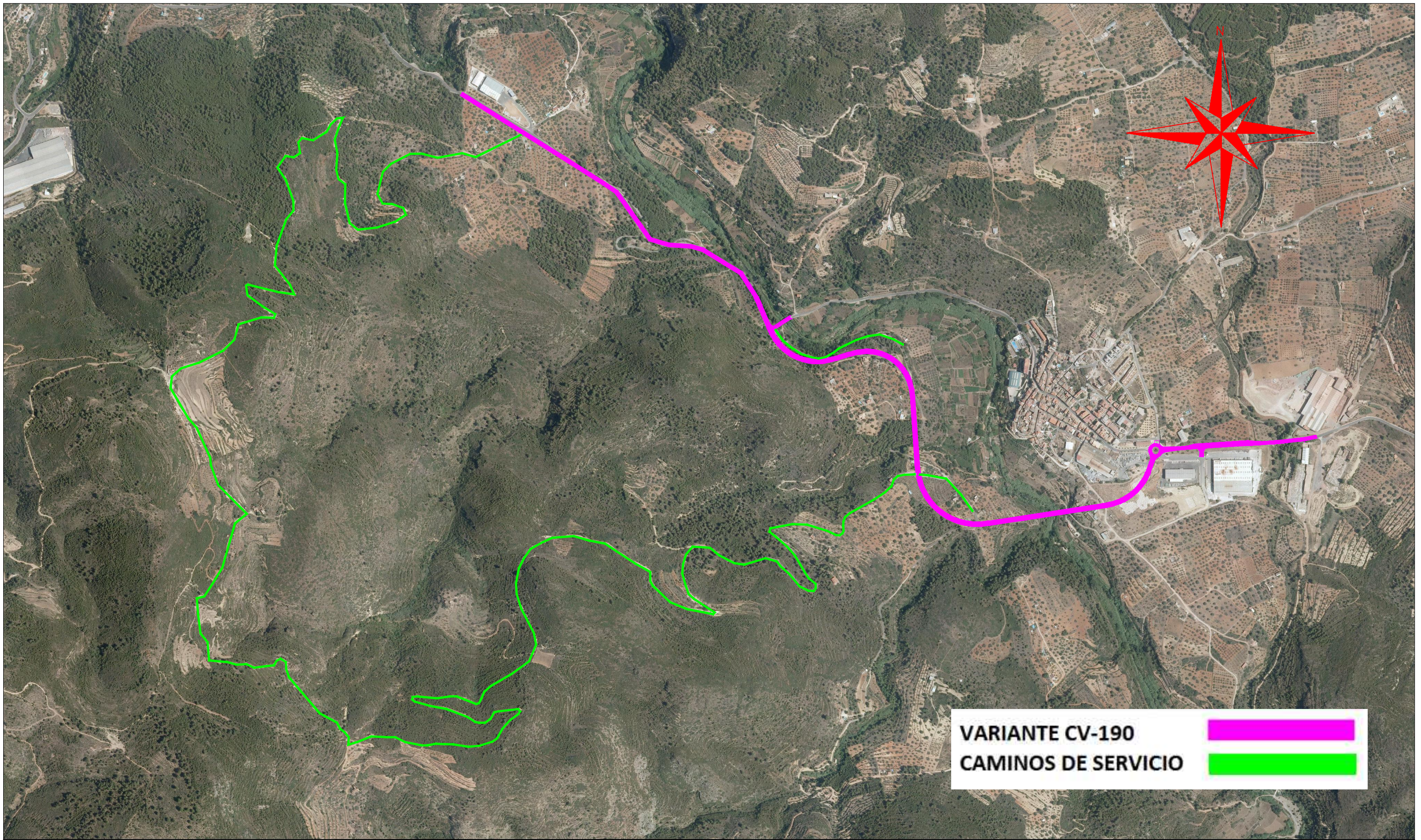


	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	AUTOR DEL PROYECTO JORGE PLANELLÉS ZAMORA	FECHA NOVIEMBRE 2015	PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLÉS (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR	ESCALA: 1/1000	TÍTULO DEL PLANO SEÑALIZACIÓN NUDO ESTE	Nº DE PLANO 4.7.2 HOJA 1
--	---	--	-------------------------	--	-------------------	--	--------------------------------





VARIANTE CV-190

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO JORGE PLANELLS ZAMORA	FECHA NOVIEMBRE 2015	PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR	ESCALA: 1/5000	TÍTULO DEL PLANO DISEÑO GEOMÉTRICO. SERVICIOS AFECTADOS	Nº DE PLANO 4.8.1
						HOJA 1



VARIANTE CV-190
CAMINOS DE SERVICIO




 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p>  <p>AUTOR DEL PROYECTO JORGE PLANELLS ZAMORA</p>	<p>FECHA NOVIEMBRE 2015</p>	<p>PROYECTO CONCURSO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE CV-190 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE FIGUEROLES (PROVINCIA DE CASTELLÓN). ALTERNATIVA SUR</p>	<p>ESCALA: 1/10000</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO CAMINOS DE SERVICIO TEMPORALES</p>	<p>Nº DE PLANO 4.8.2</p> <p>HOJA 1</p>
--	--	---	-------------------------------------	---	---