



**Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme**

**Trabajo Final de Grado**

**Curso: 2015/2016**

**Autor: Guillem Cervera Martínez**

Tutor: Ana María Pérez Zuriaga

Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

**Estudios para la redacción del Proyecto Básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva  
(provincia de Valencia). Alternativa Norte**

Memoria

**Trabajo Final de Grado**

**Curso: 2015/2016**

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Autor: Martín Martínez Gandía</b><br/>Tutor: Hugo Coll Carrillo<br/>Cotutor: Julián Alcalá González<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>                     | <p><b>Autor: Antonio Ortuño Ortuño</b><br/>Tutor: Hugo Coll Carrillo<br/>Cotutor: Julián Alcalá González<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>                | <p><b>Autor: Eduardo Cardona Guerrero</b><br/>Tutor: Hugo Coll Carrillo<br/>Cotutor: Julián Alcalá González<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>                      |
| <p><b>Autor: Guillem Cervera Martínez</b><br/>Tutor: Ana María Pérez Zuriaga<br/>Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p> | <p><b>Autor: Raül Anglés Sancho</b><br/>Tutor: Ana María Pérez Zuriaga<br/>Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p> | <p><b>Autor: Rocío López de la Torre</b><br/>Tutor: Eduardo Albentosa Hernández<br/>Cotutor: Ignacio Andrés Doménech<br/>Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas</p> |
| <p><b>Autor: Sergio Olivas Valera</b><br/>Tutor: Ignacio Andrés Doménech<br/>Cotutor: Eduardo Albentosa Hernández<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>             | <p><b>Autor: Olga Almenar Guiot</b><br/>Tutor: Ana María Pérez Zuriaga<br/>Cotutor: Francisco Javier Camacho Torregrosa<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p> | <p><b>Autor: Antonio Araque Andreu</b><br/>Tutor: Inmaculada Romero Gil<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>  |
| <p><b>Autor: José Luis Cola Romero</b><br/>Tutor: Inmaculada Romero Gil<br/>Titulación: Grado en Ingeniería Civil</p>   | <p><b>Autor: Véronique Valero Cercós</b><br/>Tutor: María Elvira Garrido de la Torre<br/>Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas</p>                        |  |



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°1**

# **MEMORIA GENERAL TFG MULTIDISCIPLINAR**

**ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)  
ALTERNATIVA NORTE**



Los alumnos a continuación figurantes forman parte del trabajo de final de grado multidisciplinar, con el título general siguiente:

**ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)**

| Alumno                           | Tutor                               | Cotutor                             | Título secundario   |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Arteaga Ibáñez, Ignacio          | Julián Alcalá González              | Hugo Coll Carrillo                  | Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| Fernández Benítez, Sandra        | Julián Alcalá González              | Hugo Coll Carrillo                  | Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.            |
| Ortega Díaz, Carlos              | Julián Alcalá González              | Hugo Coll Carrillo                  | Alternativa Centro. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo.                 |
| García Císcar, Isabel            | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Pérez Zuriaga, Ana María            | Alternativa Centro. Diseño geométrico y del firme   |
| Martín-Loeches Romero, Alejandro | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Pérez Zuriaga, Ana María            | Alternativa Centro. Análisis del tráfico y de la seguridad vial   |
| Mascarell Gómez, Alba            | Eduardo Albentosa Hernández         | Ignacio Andrés Doménech             | Alternativa Centro. Estudio hidrológico y de drenaje  |
| Olivas Valera, Sergio            | Ignacio Andrés Doménech             | Eduardo Albentosa Hernández         | Alternativas Norte y Centro. Estudio hidráulico y de afección a cauces.   |
| Martínez Gandía, Martín          | Hugo Coll Carrillo                  | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346.  |
| Ortuño Ortuño, Antonio           | Hugo Coll Carrillo                  | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras                               |
| Cardona Guerrero, Eduardo        | Hugo Coll Carrillo                  | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.             |
| Cervera Martínez, Guillem        | Pérez Zuriaga, Ana María            | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme  |
| Anglés Sancho, Raúl              | Pérez Zuriaga, Ana María            | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Alternativa Norte. Diseño de los nudos  |
| López de la Torre, Rocío         | Eduardo Albentosa Hernández         | Ignacio Andrés Doménech             | Alternativa Norte. Estudio hidrológico y de drenaje   |
| España Monedero, Fernando        | Hugo Coll Carrillo                  | Julián Alcalá González              | Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva.             |
| Catalán Pérez, Jorge             | Hugo Coll Carrillo                  | Julián Alcalá González              | Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva.              |
| Sevilla Fernández, Marcos        | Julián Alcalá González              | Hugo Coll Carrillo                  | Alternativa Sur. Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento.          |
| Martínez Ribes, Sergi            | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Pérez Zuriaga, Ana María            | Alternativa Sur. Diseño geométrico y del firme  |
| Pastor Martín, Guillermo         | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Pérez Zuriaga, Ana María            | Alternativa Sur. Diseño de los nudos  |
| Sánchez Reimers, Jaime           | Eduardo Albentosa Hernández         | Ignacio Andrés Doménech             | Alternativa Sur. Estudio hidrológico y de drenaje   |
| Arenas Huerta, María             | Ignacio Andrés Doménech             | Eduardo Albentosa Hernández         | Alternativa Sur. Estudio hidráulico y de afección a cauces.   |
| Almenar Guiot, Olga              | Pérez Zuriaga, Ana María            | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras  |
| Araque Andreu, Antonio           | Inmaculada Romero Gil               |                                     | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico                              |
| Cola Romero, José Luis           | Inmaculada Romero Gil               |                                     | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico                             |
| Valero Cercós, Véronique         | María Elvira Garrido de la Torre    |                                     | Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas  |

La autoría de la memoria general recae sobre todos los alumnos enumerados, siendo exclusiva la autoría definida posteriormente, en relación con los diferentes anejos de las alternativas. En este caso, los documentos incluidos forman parte de la alternativa norte.



## **MEMORIA GENERAL**

### **ÍNDICE**

|   |   |
|---|---|
| 1. ANTECEDENTES .....                                 | 2 |
| 2. OBJETO.....  | 2 |
| 3. SITUACIÓN ACTUAL.....                              | 2 |
| 4. EQUIPOS.....                                       | 3 |
| 5. MÉTODO DE TRABAJO .....                            | 4 |
| 6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 4 |
| 7. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....                | 4 |



## 1. ANTECEDENTES

La población de Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia". Da su nombre a la Hoja 666 del Mapa Topográfico Nacional.

La carretera objeto de estudio, atraviesa Chelva de Norte a Sur. Se caracteriza por un volumen de tráfico medio, con relativamente elevado porcentaje de pesados, lo que supone una limitación de la funcionalidad del tramo de travesía. El volumen de tráfico inducido sobre el municipio genera muchos inconvenientes, destacando una falta de confort y de seguridad vial para los habitantes de Chelva además de problemas de contaminación acústica.

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 de gran número de vehículos pesados por la travesía del municipio, reduciendo los problemas descritos anteriormente.

## 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 Politècnica 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 ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA) se ha redactado de manera conjunta entre veinticuatro alumnos de diferente especialización. A partir de la problemática actual en la carretera CV-35, comentada en el apartado 1, se ha realizado el estudio de tres variantes de construcción de la carretera en el tramo de travesía del municipio de Chelva.

## 3. SITUACIÓN ACTUAL

En el momento de concebir una obra civil debe abordarse el problema a resolver desde todos los puntos de vista posibles según las distintas disciplinas involucradas en este proyecto y que forman parte de los estudios de Grado en Ingeniería Civil y Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Por esto, se han formado grupos de trabajo compuestos por compañeros encargados de los diferentes enfoques de la problemática, y se han repartido en diferentes alternativas para acometer el estudio de tres variantes con el mismo objetivo: eliminar el tramo de travesía de la carretera CV-35 a su paso por Chelva (provincia de Valencia), la cual presenta

además un importante volumen de tráfico pesado, que causa una especial problemática en el tramo urbano.

Las alternativas preconcebidas para este estudio básico son las tres siguientes:

- Alternativa Sur 1: Trazado de una circunvalación por el sur del núcleo urbano de Chelva.
- Alternativa Sur 2: Trazado de una circunvalación por el sur del núcleo urbano de Chelva. Esta alternativa está planteada para un proyecto de mayor recorrido pero menor complejidad en cuanto a las estructuras de las obras de paso.
- Alternativa Norte: Trazado de una circunvalación por el norte del núcleo urbano de Chelva.

Se muestra a continuación un esquema previo de las alternativas enumeradas:



Figura 1. Propuesta inicial de alternativas.

La orografía de la zona presenta numerosos accidentes geográficos, debiendo plantear estructuras de paso y con una necesidad latente de estudios geotécnicos, hidrológicos y de impacto ambiental.

Además, el término municipal de Chelva presenta numerosos yacimientos arqueológicos, lugares de interés cultural y otros hitos a proteger, condicionando altamente las opciones de trazado.

En el Plan General del municipio se realizó una reserva de suelo al norte del casco urbano de Chelva para prever la ejecución de una variante previamente planteada para la CV-35

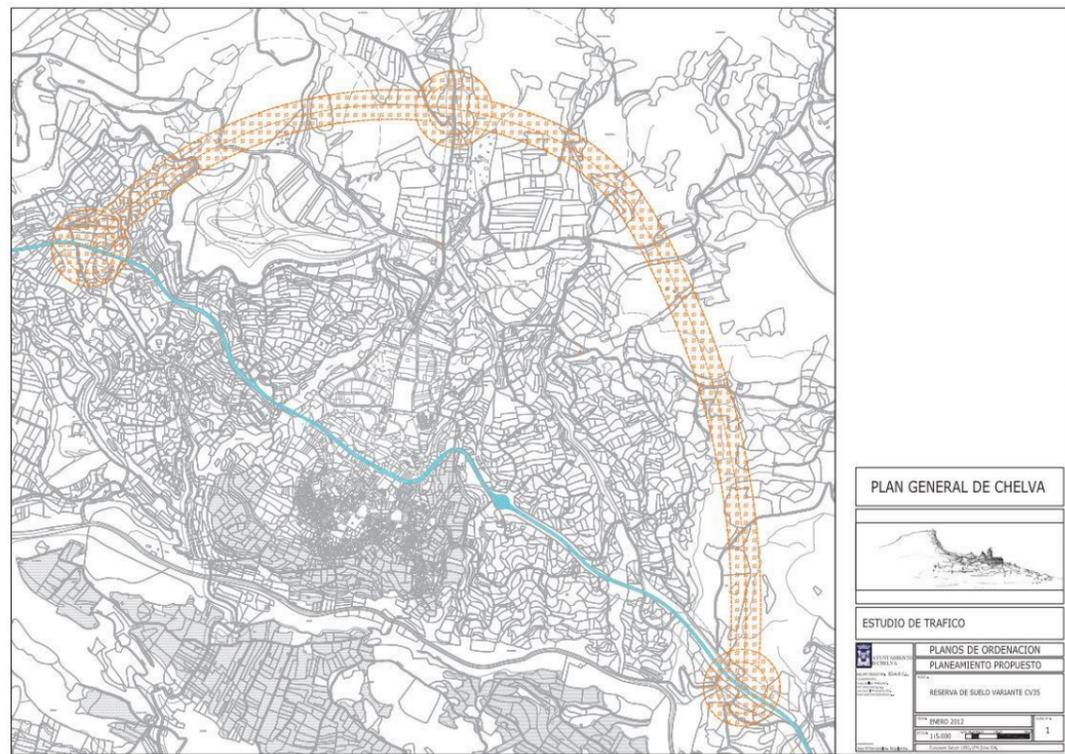


Figura 2. Planeamiento propuesto en el plan general de Chelva.

Para acometer este estudio básico no se ha tenido en cuenta el contenido de este plano de ordenamiento, realizando el diseño del trazado desde la fase inicial de concepción.

Finalmente, después de la visita de campo, la alternativa Sur 1 fue descartada, apareciendo la alternativa Norte en su lugar, y la alternativa inicialmente llamada Norte pasó a llamarse Centro.

#### 4. EQUIPOS

Para la realización de este trabajo multidisciplinar, se ha dividido a los veinticuatro alumnos en cuatro grupos distintos. Los tres primeros grupos se centran en una alternativa concreta: *Norte*, *Centro* o *Sur*. De esta manera, los estudiantes pertenecientes a estos grupos se encargan de estudiar el diseño de la variante, las estructuras necesarias para llevarla a cabo, aspectos hidrológicos e hidráulicos, entre otros.

El último grupo de trabajo, llamado *Estudios Generales*, está compuesto por los alumnos que desarrollan estudios que afectan a todas las alternativas.

La organización, por alternativas, de cada grupo de trabajo es la siguiente:

| Alternativa Norte         |   |
|---------------------------|---|
| Alumno                    | Estudio   |
| Martínez Gandía, Martín   | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| Ortuño Ortuño, Antonio    | Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras                              |
| Cardona Guerrero, Eduardo | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.            |
| Cervera Martínez, Guillem | Diseño geométrico y del firme   |
| Anglés Sancho, Raül       | Diseño de los nudos   |
| López de la Torre, Rocío  | Estudio hidrológico y de drenaje  |
| Olivas Valera, Sergio     | Estudio hidráulico y de afección a cauces.  |

| Alternativa Centro               |   |
|----------------------------------|---|
| Alumno                           | Estudio   |
| Arteaga Ibáñez, Ignacio          | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| Fernández Benítez, Sandra        | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.            |
| Ortega Díaz, Carlos              | Estudio de soluciones y diseño estructural del puente en el Rincón del Calvo.                 |
| García Císcar, Isabel            | Diseño geométrico y del firme   |
| Martín-Loeches Romero, Alejandro | Análisis del tráfico y de la seguridad vial   |
| Mascarell Gómez, Alba            | Estudio hidrológico y de drenaje  |
| Olivas Valera, Sergio            | Estudio hidráulico y de afección a cauces.  |

| Alternativa Sur           |   |
|---------------------------|---|
| Alumno                    | Estudio   |
| España Monedero, Fernando | Estudio de alternativas y diseño estructural del segundo puente sobre el río Chelva.    |
| Catalán Pérez, Jorge      | Estudio de alternativas y diseño estructural del primer puente sobre el río Chelva.     |
| Sevilla Fernández, Marcos | Estudio de alternativas y diseño estructural del puente sobre el barranco del Convento. |
| Martínez Ribes, Sergi     | Diseño geométrico y del firme   |
| Pastor Martín, Guillermo  | Diseño de los nudos   |
| Sánchez Reimers, Jaime    | Estudio hidrológico y de drenaje  |
| Arenas Huerta, María      | Estudio hidráulico y de afección a cauces.  |



| Estudios generales       |   |
|--------------------------|---|
| Alumno                   | Estudio   |
| Almenar Guiot, Olga      | Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras                                |
| Araque Andreu, Antonio   | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico  |
| Cola Romero, José Luis   | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico |
| Valero Cercós, Véronique | Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas  |

## 5. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología empleada para desarrollar este Trabajo Fin de Grado puede dividirse en diferentes fases, todas ellas basadas en la interrelación entre los alumnos, tanto los pertenecientes a un grupo de alternativa como con los componentes del grupo de estudios generales.

La primera de ellas, basada en la adquisición de conocimientos, se lleva a cabo mediante la realización de seminarios temáticos, a partir de septiembre de 2015, para conocer métodos y aprender a utilizar las herramientas de trabajo específicas para poder aplicar los conocimientos adquiridos en el grado a la resolución de un problema real. Estos seminarios incluyen desde la obtención de datos hasta el manejo de software (AutoCAD Civil 3D, HEC-RAS, SAP, Bridge...). Además, están dirigidos tanto a los alumnos de la especialidad impartida como a los de todas las demás.

La segunda de las fases consiste en la obtención de datos base, como la toma de datos geológicos, aforos, etc. Para esto, se realiza una visita de campo en enero de 2016 para conocer el terreno por el que discurren las distintas alternativas, y el estado actual de la CV-35. Se realizó además un aforo de tráfico y un reportaje fotográfico.

La tercera de las fases se basa en talleres semanales de trabajo en grupo, a partir de febrero de 2016, para facilitar los intercambios de información entre alumnos, abordar conjuntamente los problemas y buscar la solución óptima. En estos talleres se tiene la oportunidad de comentar el avance de los estudios individuales tanto entre alumnos, como entre alumnos y tutores.

Este método consigue la interacción todos los participantes a la hora de proponer mejoras sobre el diseño de cada una de las alternativas y solucionar los problemas que van surgiendo a lo largo de la redacción de los estudios.

## 6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Entre las alternativas propuestas, la que produce un menor impacto global sobre el medio es la Alternativa Centro. Durante la fase de construcción es la que menos efectos negativos

genera, mientras que en la fase de explotación genera unos impactos similares a los de la Norte ya que su trazado es bastante similar en una gran parte del mismo, difiriendo en la longitud. Por otra parte, la Alternativa Sur genera un gran impacto, principalmente por tratarse de un área mucho menos antropizada y por la dificultad para integrar paisajísticamente las obras de paso sobre el río Chelva.

Las principales diferencias de la Alternativa Centro respecto a las otras alternativas son:

- Menor longitud del trazado.
- Menor superficie a expropiar.
- Elevado número de caminos rurales que reducirán la necesidad de crear nuevas vías de acceso temporales durante la fase de construcción.
- Obras de paso de menor envergadura.
- Presenta una mejor conectividad con la CV-346.
- Mejor integración paisajística que las otras dos alternativas.
- Menor impacto sobre la economía local durante la fase de explotación.

## 7. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

En los siguientes apartados se resumen los resultados generados por las tres alternativas agrupados en un total de 9 capítulos, correspondiendo éstos a la base del presupuesto de la obra lineal.

Precios expresados en euros



| Capítulo   | Alternativa Sur   | Alternativa Centro | Alternativa Norte |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
| Capítulo 1: Movimiento de tierras y demoliciones | 1360156.72        | 224139.46          | 1902735.53        |
| Capítulo 2: Firmes y pavimentos                  | 661824.16         | 662749.13          | 1238084.83        |
| Capítulo 3: Obras hidráulicas                    | 251750.94         | 108749.4           | 52294.84          |
| Capítulo 4: Estructuras                          | 5997459.68        | 1872817.02         | 4107858.03        |
| Capítulo 5: Adecuación ambiental                 | 194179            | 194179             | 194179            |
| Capítulo 6: Señalización y balizamiento.         | 59000             | 54000              | 6082.33           |
| Capítulo 7: Drenaje                              | 89100             | 75250              | 89100             |
| Capítulo 8: Seguridad y Salud                    | 171694.94         | 171694.94          | 171694.94         |
| Capítulo 9: Gestión de residuos.                 | 171694.94         | 171694.94          | 171694.94         |
| <b>Total</b>                                     | <b>8903942.73</b> | <b>5552274.91</b>  | <b>7598150.60</b> |



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



**DOCUMENTO N°2**

# MEMORIA Y ANEJOS

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)  
ALTERNATIVA NORTE



Se relacionan a continuación los alumnos que forman parte de la presente alternativa, con el siguiente título general:

**ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA).  
ALTERNATIVA NORTE**

Alumnos integrantes de la alternativa norte:

| Alumno                           | Tutor                       | Cotutor                             | Título secundario  |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Olivas Valera, Sergio</b>     | Ignacio Andrés Doménech     | Eduardo Albentosa Hernández         | Alternativas Norte y Centro. Estudio hidráulico y de afección a cauces.  |
| <b>Martínez Gandía, Martín</b>   | Hugo Coll Carrillo          | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y CV-346. |
| <b>Ortuño Ortuño, Antonio</b>    | Hugo Coll Carrillo          | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural de las subestructuras                              |
| <b>Cardona Guerrero, Eduardo</b> | Hugo Coll Carrillo          | Julián Alcalá González              | Alternativa Norte. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Montú.            |
| <b>Cervera Martínez, Guillem</b> | Pérez Zuriaga, Ana María    | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Alternativa Norte. Diseño geométrico y del firme   |
| <b>Anglés Sancho, Raül</b>       | Pérez Zuriaga, Ana María    | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Alternativa Norte. Diseño de los nudos   |
| <b>López de la Torre, Rocío</b>  | Eduardo Albentosa Hernández | Ignacio Andrés Doménech             | Alternativa Norte. Estudio hidrológico y de drenaje  |

Alumnos autores de los estudios generales que se incluyen en la memoria de la alternativa:

| Alumno                          | Tutor                            | Cotutor                             | Título secundario   |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| <b>Almenar Guiot, Olga</b>      | Pérez Zuriaga, Ana María         | Francisco Javier Camacho Torregrosa | Análisis de la situación actual y propuesta de mejoras                                |
| <b>Araque Andreu, Antonio</b>   | Inmaculada Romero Gil            |                                     | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Físico  |
| <b>Cola Romero, José Luis</b>   | Inmaculada Romero Gil            |                                     | Estudio de Impacto Ambiental en todos los corredores. Análisis sobre el Medio Biótico |
| <b>Valero Cercós, Véronique</b> | María Elvira Garrido de la Torre |                                     | Estudio Geológico y comprobaciones Geotécnicas  |

La autoría de la memoria general recae sobre todos los alumnos enumerados, siendo exclusiva la autoría definida posteriormente, en relación con los diferentes anejos de las alternativas. En este caso, los documentos incluidos forman parte de la alternativa norte.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## Índice de contenidos

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)  
ALTERNATIVA NORTE



| DOCUMENTO            | AUTOR |
|----------------------|-------|
| Memoria              | Todos |
| Valoración económica | Todos |

| ÍNDICE DE ANEJOS                         | AUTOR  |
|--|--|
| Geología y Geotecnia                     | Valero Cercós, Véronique   |
| Hidrología y drenaje                     | López de la Torre, Rocío   |
| Situación actual                         | Almenar Guiot, Olga  |
| Tráfico                                  | Cervera Martínez, Guillem  |
| Diseño geométrico                        | Cervera Martínez, Guillem  |
| Seguridad vial                           | Cervera Martínez, Guillem  |
| Firmes                                   | Cervera Martínez, Guillem  |
| Estructuras. Bases de cálculo            | Cardona Guerrero, Eduardo<br>Martínez Gandía, Martín                           |
| Estructuras. Estudios de soluciones      | Cardona Guerrero, Eduardo<br>Martínez Gandía, Martín<br>Ortuño Ortuño, Antonio |
| Estructuras. Cálculo de superestructuras | Cardona Guerrero, Eduardo<br>Martínez Gandía, Martín                           |
| Estructuras. Cálculo de subestructuras   | Ortuño Ortuño, Antonio   |
| Estudio hidráulico y afección a cauces   | Olivas Valera, Sergio  |
| Diseño geométrico de los nudos           | Anglés Sancho, Raúl  |

| ÍNDICE DE PLANOS  | AUTOR  |
|-------------------|--|
| Localización      | Todos  |
| Situación actual  | Almenar Guiot, Olga  |
| Diseño geométrico | Cervera Martínez, Guillem  |
| Estructuras       | Cardona Guerrero, Eduardo<br>Martínez Gandía, Martín<br>Ortuño Ortuño, Antonio |
| Hidráulica        | Olivas Valera, Sergio  |



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# MEMORIA

ESTUDIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALENCIA)  
ALTERNATIVA NORTE



## **MEMORIA ALTERNATIVA NORTE**

### **ÍNDICE**

|  |     |
|--|-----|
| 1. ANTECEDENTES .....                        | 2   |
| 2. OBJETO.....                               | 2   |
| 3. LOCALIZACIÓN.....                         | 2   |
| 4. SITUACIÓN ACTUAL .....                    | 3   |
| 5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA       |     |
| 5.1. Geología y geotecnia .....              | 3   |
| 5.2. Hidrología y drenaje.....               | 5   |
| 5.3. Estudio de tráfico .....                | 7   |
| 5.4. Trazado.....                            | 7   |
| 5.5. Diseño de los nudos .....               | 9   |
| 5.6. Estudio de Seguridad Vial.....          | 9   |
| 5.7. Firmes.....                             | 9   |
| 5.8. Estructuras.....                        | 10  |
| 5.9. Afección a cauces.....                  | 14  |
| 6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....            | 15  |
| 6.1. Valoración económica.....               | 115 |
| 6.2. Presupuesto de ejecución material ..... | 115 |



## 1. ANTECEDENTES.

Chelva es un municipio de la Comunidad Valenciana situado en el interior de la provincia de Valencia, en la comarca de Los Serranos, también conocida como "Alto Turia".

A su paso hacia el noreste de la Comunidad, es atravesado por la CV-35, lo que obliga a aquellos vehículos que transiten por esta carretera a pasar por el interior del municipio. Dicha carretera sirve de elemento de paso para aquellos vehículos de las numerosas poblaciones y empresas existentes en los alrededores.

Esta única ruta de paso provoca un tráfico numeroso dentro del municipio, lo que entraña una limitación de la funcionalidad del tramo de carretera que discurre por el municipio, así como una falta de confort y seguridad vial para los vecinos de la zona.

Es por esto por lo que se propone a continuación un Estudio Básico de la Alternativa Norte para la ejecución de una circunvalación que elimine los problemas presentes en el municipio y dote a los vehículos de una mayor comodidad durante el trayecto por dicha carretera.

## 2. OBJETO.

El presente Trabajo Final de Grado *Estudios para la redacción del proyecto básico de la variante de la carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia)* consiste en la definición del proyecto constructivo de una variante a la carretera CV-35 a su paso por Chelva, para eliminar o mitigar los problemas que se dan actualmente en dicho tramo.

Estos problemas que se presentan en el tramo son principalmente la disminución de la seguridad vial dentro de la población de Chelva debido a la poca sección de la calzada

para el paso de los vehículos pesados procedentes de las instalaciones industriales cercanas al municipio y alrededores, y tiempos de recorrido elevados por la acumulación de pesados.

Ante esta situación y a la vista de una posible expansión de las actividades en dichos polígonos industriales y agrícolas 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.

La zona de estudio se encuentra en la carretera CV-35 a su paso por Chelva, encuadrada en un tramo de 8000 metros aproximadamente, entre los PP.KK. 65+000 y 73+000. Esta carretera comunica la ciudad de Valencia con la comarca de Els Serrans.

El término municipal de Chelva, con sus 190 km<sup>2</sup> de superficie, presenta importantes accidentes geográficos que condicionarán el trazado. El cauce del río Tuéjar forma una importante depresión a su paso por el sur de Chelva, mientras que al norte del núcleo urbano aparecen sucesivos barrancos como el de la Bercutilla que debe salvarse con una obra de paso. El municipio cuenta con una importante densidad de lugares de interés histórico o cultural, debiendo considerar sus perímetros de protección como condicionantes del trazado.

La variante proyectada tiene su inicio en el PK 66+400 aproximadamente, donde se bifurca de la actual CV-35, y se vuelve a enlazar con la CV-35 en el PK 72+200, aproximadamente, con una longitud de trazado cercana a los 7000 metros.

Las infraestructuras viarias en la zona objeto de estudio son la mencionada CV-35, con sección convencional de única plataforma y un carril por sentido, además de la CV-346 que comunica la pedanía de Chelva, Ahillas, con el propio núcleo urbano de Chelva.



#### 4. SITUACIÓN ACTUAL.

La carretera CV-35 es una carretera de la provincia de Valencia, que comunica la ciudad de Valencia con el noroeste de la provincia. Popularmente es conocida como la Pista de Ademúz ya que tiene como referencia final la comarca del Rincón de Ademúz. Se convierte en travesía entre los PK 67+400 y el P.K 68+200.

Dicha travesía soporta un tráfico de 2497 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 5,4%, calculados a partir de un aforo manual tomado en enero de 2016 complementado con la estación afín CV-35-080. Se prevé para el año de puesta en servicio (2018) un tráfico de 2569 vehículos, con una tasa de crecimiento anual acumulativo del 1.44%.

En vías interurbanas, el Highway Capacity Manual 2010 define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos. Estos niveles se hallan numerados de la A a la F, en orden decreciente de calidad. El nivel de servicio actual de la travesía calculado como carretera de clase III según el Highway Capacity Manual 2010 es C. En el año horizonte (2018) se prevé el mismo nivel de servicio.

Este tráfico supone importantes interacciones entre diferentes flujos de tráfico: vehículos, vehículos pesados, peatones, bicicletas, etc. Ello supone la existencia de conflictos de tráfico. Los más destacables involucran a vehículos pesados que circulan por la travesía. En varios puntos de la misma dos vehículos pesados no pueden pasar por el mismo punto al mismo tiempo.

Según datos oficiales se han producido accidentes en la travesía, todos ellos con carácter leve y producidos en las intersecciones cuya causa ha sido, en la mayoría de los casos, una infracción de las normas de la seguridad vial.

#### PROPUESTAS DE MEJORA EN LA TRAVESÍA

En el tramo de carretera CV-35 a su paso por el municipio de Chelva, se han encontrado una serie de problemas los cuales se pretenden solucionar.

En primer lugar, se propone la creación de distintos itinerarios peatonales, actualmente inexistentes, que evitarían algunos de los conflictos detectados entre peatones y vehículos que circulan por la travesía.

Además, se propone la reubicación de algunas plazas de aparcamiento para mejorar la circulación de vehículos (tanto ligeros como pesados) por el municipio, habilitando un aparcamiento en la parte norte.

Se realizará la propuesta de mejorar la intersección entre la Av/Madereros y C/Mártires, dado que es una zona donde se producen la mayor parte de los conflictos detectados entre los diferentes flujos de tráfico.

Por último, se propone realizar una mejora del acceso al municipio desde Tuéjar, creando una puerta de entrada al núcleo urbano, con la creación de una glorieta o carril de espera, para mejorar, además, los accesos a otros puntos del municipio.

#### 5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

##### 5.1. Geología y geotecnia.

A falta de la redacción del Estudio Geológico-Geotécnico correspondiente a este proyecto, se describen los materiales considerados y los datos empleados para la realización del mismo:

##### **GEOLOGÍA:**

Relación de materiales localizados en el área de estudio, ordenados en orden decreciente de antigüedad:

Triásico. Buntsandstein

T<sub>B</sub>: Areniscas silíceas, rosadas y blancas, con arcillas micáceas.

Triásico. Muschelkalk

T<sub>M1</sub>: Dolomías grises y negras con arenisca dolomítica. Calizas dolomíticas.

T<sub>M2</sub>: Arcillas y margas rojas, amarillas e irisadas, con yesos y anhidrita.

T<sub>M3</sub>: Dolomías negras con calizas o calizo-dolomías grises y ocreas.

Triásico. Keuper

T<sub>K</sub>: Margas abigarradas con yesos y sales solubles.

T<sub>Ky</sub>: Yesos cristalinos con arcillas rojizas y verdosas.

Jurásico. Hettangiense-Pliensbachiense

J<sub>11-13</sub>: Dolomías vacuolares, calizas con ostrácodos, calizas oquerosas, calizas dolomitizadas, calizas brechoideas, dolomías oquerosas, calizas con oolitos y calizas con sílex y lumaquelas.



Cuaternario

Qa: Depósitos aluviales. Gravas y arenas.

Distribución a lo largo de la traza de la carretera:

| PK <sub>inicio</sub> | PK <sub>final</sub> | MATERIAL           |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| 0+000                | 0+915,6             | T <sub>K</sub>     |
| 0+915,6              | 1+380               | Q <sub>a</sub>     |
| 1+380                | 2+045,92            | T <sub>K</sub>     |
| 2+045,92             | 2+135,11            | T <sub>M3</sub>    |
| 2+135,11             | 2+587,90            | T <sub>K</sub>     |
| 2+587,90             | 2+683,94            | J <sub>11-13</sub> |
| 2+683,94             | 2+978,94            | T <sub>K</sub>     |
| 2+978,94             | 3+575,78            | J <sub>11-13</sub> |
| 3+575,78             | 4+357,89            | Q <sub>a</sub>     |
| 4+357,89             | 4+755,79            | T <sub>Ky</sub>    |
| 4+755,79             | 4+824,40            | Q <sub>a</sub>     |
| 4+824,40             | 4+865,55            | T <sub>K</sub>     |
| 4+865,55             | 5+988,49            | Q <sub>a</sub>     |
| 5+988,49             | 7+388,79            | T <sub>K</sub>     |

Tabla 1. Distribución de suelos a lo largo de la traza.

Otras consideraciones:

- Zona no sísmica

GEOTECNIA

Estabilidad de taludes:

En roca:

- T<sub>M1</sub>
- T<sub>M3</sub>
- J<sub>11-13</sub>
- Admiten taludes verticales. Se recomienda saneo y/o sostenimiento según tamaño de bloque.

En suelos:

- T<sub>M2</sub>: 1H:3V hasta 9m.
- T<sub>K</sub>: 1H:3V hasta 8m.
- T<sub>Ky</sub>: 1H:3V hasta 9m.
- Q<sub>a</sub>: 2,5H:1V hasta 3m.
- Datos obtenidos mediante el programa informático SLIDE, según los métodos de Bishop y Janbú simplificados. La altura indicada es la máxima que verifica los coeficientes de estabilidad global de los taludes para ambos métodos.

Estudios para el cálculo de cimentaciones en suelos:

- La siguiente tabla presenta los valores de la carga de hundimiento, en kPa, de los suelos, obtenidos según el método de Brinch-Hansen para un área eficaz de 1m<sup>2</sup> y distintos planos de cimentación, D.
- Por último, se indican las tensiones máximas admisibles, en kPa, correspondientes a un factor de seguridad F=3.

|                 | Carga de hundimiento, q <sub>h</sub> (kPa) |        |        |        |        |
|-----------------|--|--------|--------|--------|--------|
|                 | D≤1m                                       | D=2m   | D=3m   | D=4m   | D=5m   |
| T <sub>k</sub>  | 2024,8                                     | 2534,5 | 3090,5 | 3624,2 | 4147,7 |
| T <sub>m2</sub> | 2091,4                                     | 2525,2 | 3001,8 | 3452,4 | 3891,2 |
| T <sub>ky</sub> | 2050,8                                     | 2445,9 | 2881,0 | 3289,8 | 3686,7 |
| Q <sub>a</sub>  | 210,2                                      | 415,4  | 635,4  | 856,6  | 1078,1 |

Tabla 2. Carga de hundimiento para los diferentes terrenos.



|          | Tensión máxima admisible, $\sigma_{adm}$ (kPa) |       |        |        |        |
|----------|--|-------|--------|--------|--------|
|          | D≤1m   | D=2m  | D=3m   | D=4m   | D=5m   |
| $T_k$    | 674,9  | 844,8 | 1030,2 | 1208,1 | 1382,6 |
| $T_{m2}$ | 697,1  | 841,7 | 1000,6 | 1150,8 | 1297,1 |
| $T_{ky}$ | 683,6  | 815,3 | 960,3  | 1096,6 | 1228,9 |
| $Q_a$    | 70,1   | 138,5 | 211,8  | 285,5  | 359,4  |

Tabla 3. Tensión máxima admisible para los diferentes terrenos.

#### Estudios para el cálculo de cimentaciones en roca:

- Aplicando el apartado 4.5.3 de la Guía de cimentaciones en obras de carretera, se han obtenido los siguientes valores de presión admisible (coeficiente de seguridad implícito):
- $T_{M1} = 1,92\text{MPa}$
- $T_{M3} = 1,55\text{MPa}$
- $J_{11-13} = 3,5\text{MPa}$  (Torrecilla-La Gitana);  $2,22\text{MPa}$  (El Barco-Norte);
- $4,7\text{MPa}$  (Norte final).

#### 5.2. Hidrología y drenaje.

El estudio hidrológico se ha efectuado sobre las cuencas vertientes a la traza de la variante CV-35 a su paso por Chelva (Provincia de Valencia), con el fin de poder estimar los caudales de crecidas que se generarán en los puntos de desagüe de dicha traza. Los caudales obtenidos corresponden tanto a los cauces principales de las cuencas vertientes como sus afluentes, y así poder dimensionar y estudiar las obras de drenaje transversal y longitudinal, aplicando diferentes niveles de probabilidad.

Debido a la falta de aforos directos en la zona de interés, el estudio hidrológico se ha realizado mediante métodos hidrometeorológicos a fin de determinar los caudales de avenida y sus hidrogramas asociados, a partir de valores extremos de precipitación, mediante la simulación del proceso precipitación-escorrentía. En el "Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje" se desarrolla la metodología empleada, desarrollando en dicho anejo, la metodología empleada, la justificación de los parámetros utilizados, así como los cálculos realizados. A continuación, se muestra una síntesis de lo establecido en dicho anejo.

- Caracterización de la cuenca

La caracterización de la cuenca vertiente se ha realizado mediante los parámetros establecidos en el "Anejo estudio hidrológico y estudio del drenaje". Con ello se ha identificado el sistema hidrológico y sus características hidromorfológicas, este sistema se ha dividido, por los motivos mencionados en el anejo, en ocho subcuencas y diez intercuencas.

A partir de dichas subcuencas e intercuencas, se ha procedido a la obtención del umbral de escorrentía, para ello, ha sido necesario identificar la tipología de suelo según el modelo SCS, 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. Con estos datos se ha obtenido el umbral de escorrentía en cada una de las zonas del sistema hidrológico, y mediante una ponderación areal se han alcanzado los valores promedio de cada una de las subcuencas e intercuencas.

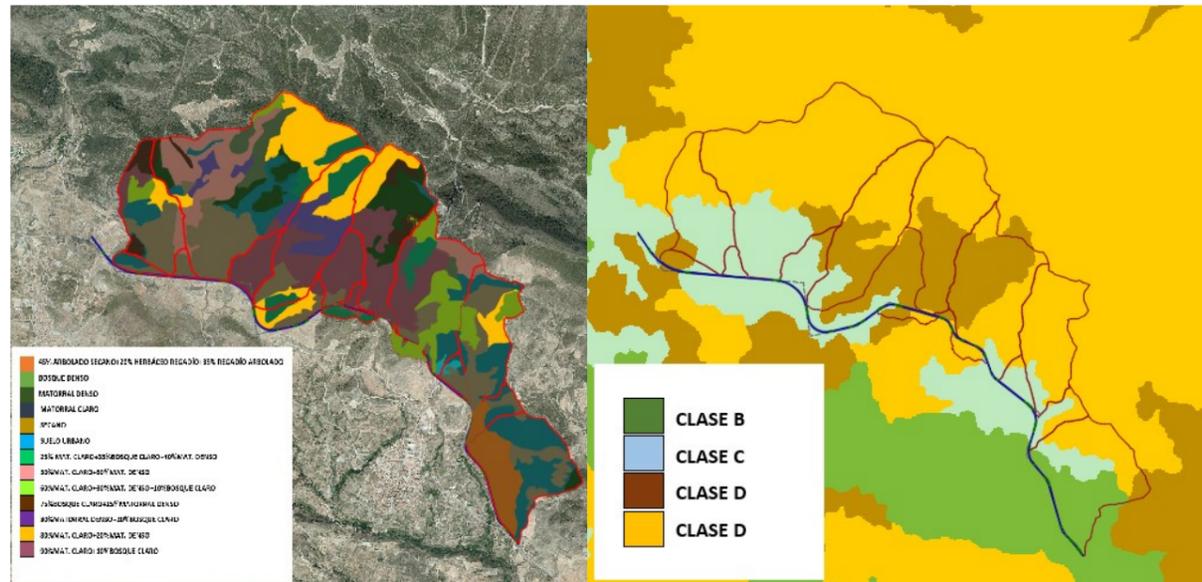


Figura 1. Usos del suelo

Figura 2. Capacidad del suelo

▪ Análisis estadístico

El análisis estadístico tiene como objetivo el cálculo de los cuantiles de precipitación diaria máxima anual correspondientes a distintos periodos de retorno. Para ello, ha sido necesario emplear las series diarias de acumulados de precipitación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) procedentes de 2 estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio, la estación Chelva y la de Tuéjar, las cuales finalmente, por los motivos expuestos en el capítulo del anejo correspondiente, se unificarán, teniendo una única estación de datos que llamaremos Chelva-Tuejar.

A partir de estos datos, se realiza un análisis estadístico de máximos pluviométricos empleando las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas, Gumbel, General Extreme Value (GEV), Two Component Extreme Value (TCEV) y Square-Root Exponential Type Distribution of the Maximum (SQRT-ETmax), utilizando un ajuste paramétrico de máxima verosimilitud en todas ellas. Los cuantiles de máximos pluviométricos anuales se muestran a continuación:

| PERIODO DE RETORNO | 10    | 25     | 50     | 100    | 200    | 500    |
|--------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>CUANTILES</b>   | 81,38 | 143,27 | 206,98 | 264,24 | 327,22 | 383,91 |

Tabla 4. Cuantiles de Pd máxima anual adoptados para la cuenca

▪ Modelo lluvia escorrentía.

Debido a las características de la cuenca el modelo de transformación lluvia-escorrentía recomendable es el método de Témez Modificado, recomendado en la normativa nacional (MOPU, 1990), pero con modificaciones posteriores (Témez, 1991).

La metodología de Témez se basa en el método Racional, aplicable a pequeñas cuencas, pero con una serie de modificaciones; entre otras cuestiones, corrige la dependencia del coeficiente de escorrentía del período de retorno, obteniendo aquél a partir de un parámetro de producción de escorrentía, derivado de la metodología del *USDA Soil Conservation Service*, y de la propia magnitud de la precipitación. Por otra parte, mantiene del Método Racional un hietograma de diseño rectangular, que se determina a partir del tiempo de concentración de la cuenca y de la curva IDF (intensidad-duración-frecuencia). A partir de todo lo expuesto, se han obtenido los siguientes caudales correspondientes a los distintos periodos de retorno:

| Periodo de retorno | SC1   | SC2   | SC3   | SC4   | SC5   | SC6   | SC7   | SC8   | IC1  | IC2  | IC3  | IC4   | IC5  | IC |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|----|
| 50                 | 13,80 | 44,93 | 21,76 | 8,66  | 22,57 | 24,06 | 15,25 | 18,52 | 3,38 | 1,65 | 5,54 | 7,81  | 1,79 | 1, |
| 100                | 19,88 | 64,08 | 30,37 | 11,94 | 31,43 | 33,57 | 21,72 | 27,48 | 4,83 | 2,48 | 8,21 | 11,10 | 2,49 | 1, |

Tabla 5. Caudales pico para los periodos de retorno y cuencas de estudio

▪ Drenaje.

Para evacuar los caudales de inundación externa (recogidos en la tabla precedente) y también los generados por precipitación sobre la calzada, se dota a la variante de una serie de elementos de drenaje transversal (viaductos, obras de fábrica, etc.) y longitudinales (canaletas, bajantes en terraplén, et

En el presente estudio el objetivo es el predimensionamiento hidráulico de las mismas; esto es, en régimen uniforme, considerando además los condicionantes hidráulicos geométricos de cada elemento de drenaje y otras restricciones, bien de tipo normativo (cumplimiento de velocidades mínimas y máximas, etc.) o bien técnico (adaptación a las características geométricas de la variante diseñada).



### 5.3. Estudio de tráfico.

El anejo correspondiente al estudio de tráfico se realiza el análisis del tráfico actualmente circulante por la CV-35 con el objetivo de obtener las IMD del año de observación, año de puesta en servicio y año horizonte del proyecto.

Se ha realizado un aforo manual del tráfico durante 6 horas ininterrumpidas en un día laborable del presente año, cuyos datos se cotejarán con la red de estaciones de aforo con la que la carretera cuenta, con el objetivo de obtener las características del tráfico como la intensidad media diaria, intensidad media diaria de vehículos pesados, factor de hora punta e intensidad de hora punta.

Al tratarse la carretera a proyectar de una variante, los aforos realizados incluyen las matrículas de los vehículos aforados, permitiendo, al realizarse los mismos a la entrada y salida del casco urbano de Chelva, comparar los vehículos que entran y salen de la zona urbanizada y en cuánto tiempo lo hacen. De este modo se puede saber con exactitud qué vehículos no se detienen en Chelva, siendo estos los usuarios potenciales de la variante.

Además del tráfico actual, se ha estimado el tráfico para los años de puesta en servicio y año horizonte, mediante los incrementos anuales que propone la Orden FOM/3317. Los años de puesta en servicio y horizonte son, respectivamente, 2021 y 2041.

La Norma 3.1 IC establece un nivel de servicio mínimo para las proyectos de carreteras según las características de la sección transversal y velocidad de diseño entre otros criterios, aunque no define un método de cálculo de dicho nivel de servicio, limitándose a remitirse al *Highway Capacity Manual 2010*, el cual cuenta con un proceso de cálculo del nivel de servicio detallado para cada caso. En el cuarto apartado de este anejo se acomete el cálculo del nivel de servicio con las características de la variante, obteniéndose un nivel de servicio B, por encima del mínimo exigido por la Norma 3.1 IC, la cual exige un nivel de servicio E para las carreteras con las mismas características que las de la variante.

La pendiente constituye un importante factor condicionante en el trazado de la variante, pero se demuestra que no representa una especial limitación para con el nivel de servicio, el cual no se ve prácticamente influido si es tiene dicho factor en consideración. El nivel de servicio se mantiene en los tramos en pendiente.

Por último, el nivel de servicio obtenido en el apartado 4 de este anejo responde a una única situación del tráfico, si bien el tráfico representa multitud de situaciones diferentes con amplia aleatoriedad de los hechos, lo cual se magnifica teniendo en cuenta que los cálculos abarcan hasta el año 2041. Por todo esto, en el apartado quinto del presente anejo se incluye un análisis de sensibilidad del nivel de servicio, el cual introduce aleatoriedad en la distribución de tráfico por sentidos, tomando una media de 60% en un sentido y 40% en el opuesto, con tres desviaciones típicas, abarcando así el 99.7% de los casos. Se comprueba que en ningún caso el nivel de servicio desciende por debajo del nivel E, establecido como mínimo según la Norma 3.1 IC.

Los apéndices del anejo incluyen los datos de la estación de aforo tomada como afín, los aforos manuales realizados in situ y se muestra la hoja de cálculo confeccionada exclusivamente para la obtención del nivel de servicio introduciendo la aleatoriedad de cara al análisis de sensibilidad del apartado quinto ya enumerado.

### 5.4. Trazado.

El anejo correspondiente al diseño geométrico contiene todo lo relacionado con la definición exacta de la traza de la variante, siguiendo la normativa vigente de carácter nacional, la instrucción de Carreteras 3.1-I.C "Trazado", de enero de 2000 aprobada el 27 de diciembre, junto con las Órdenes Circulares vigentes.

La obra proyectada cuenta con una longitud aproximada de 7000 metros, a falta de definir con exactitud los nudos inicial y final en el anejo de entrega posterior correspondiente. Son importantes los condicionantes en la zona, pues el terreno es altamente accidentado, siendo ineludible el proyecto de al menos una gran estructura para acometer el paso de alguno de los barrancos que existen en la zona. Además, existen puntos con perímetros de protección o de seguridad, como los bienes de interés cultural existentes, o la pirotecnia ubicada al norte de Chelva.



ALTERNATIVA NORTE

Según la velocidad de diseño y las características de la sección transversal, la variante se proyecta como una C-60, y la traza definitivamente proyectada discurre por el norte del municipio de Chelva, zona especialmente condicionante por sus elevadas pendientes e importantes barrancos, para unirse con la actual CV-35 prácticamente en suelo correspondiente al término municipal de Chelva, más allá del P.K. 72+000 de la misma. Se muestra en la figura X el aspecto en planta del trazado:



Figura 3. Planta general de la alternativa norte.

El trazado en alzado, tal y como se explica en el apartado cuarto, constituye uno de los hitos más importantes de la alternativa, debiéndose plantear dos obras de paso de gran envergadura para aumentar la cota a la par que salvar los valles, dado que existe un elevado desnivel entre el punto de mayor cota del trazado y el punto más bajo. En la figura siguiente se dispone una vista del perfil longitudinal. Cabe destacar la especial envergadura del primer puente y los valores de inclinación cercanos al máximo admisible asumidos en las dos rasantes contiguas al punto de mayor cota del trazado.



Figura 4. Perfil longitudinal de la alternativa norte.

Tal y como se desarrolla en el apartado 6, la sección transversal corresponde a la que establece la normativa para una carretera C-60: Carretera en única plataforma, con un carril por sentido de circulación. Los carriles tienen un ancho de 3.5 metros, los arcenes son de 1 metro de ancho, mientras que las bermas se han reducido justificadamente en 0.25 metros respecto al mínimo establecido por la normativa, con el objetivo de reducir el ancho de la plataforma y el movimiento de tierras. Se muestra la sección transversal esquematizada en la figura bajo estas líneas:

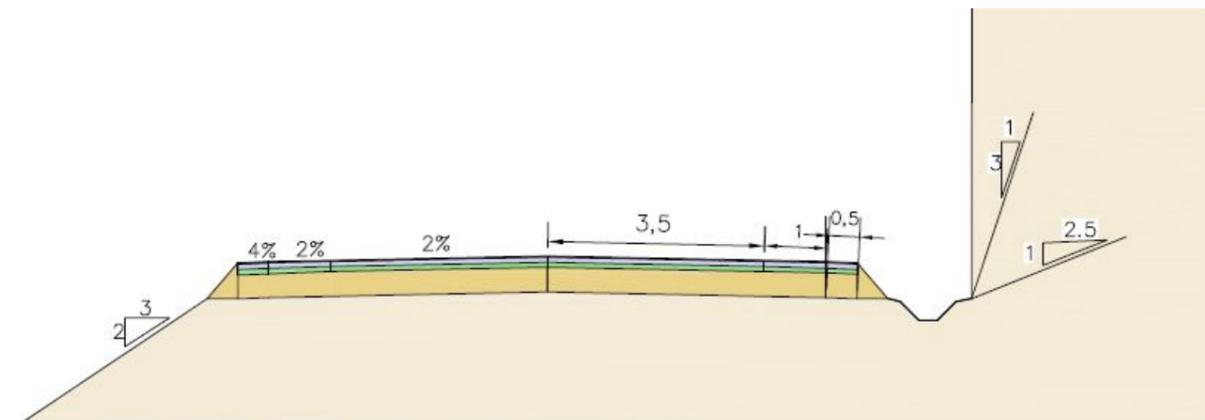


Figura 5. Sección transversal de la alternativa norte.



### 5.5. Diseño de los nudos

El anejo referente al diseño de los nudos tiene como objeto desarrollar una solución óptima para los dos nudos a ejecutar con la construcción de la nueva variante norte de la CV-35 a su paso por el municipio de Chelva (provincia de Valencia). Se realiza el estudio previo, diseño de alternativas y valoración y elección de las soluciones óptimas. Así pues, se han propuesto alternativas para el nudo al oeste de la localidad y para el nudo al este de la misma. El nudo oeste conectaría la variante con la CV-35 antes de su paso por Tuéjar (sentido oeste) y el nudo este la conectaría con la CV-35 antes de su paso por Calles (sentido hacia Valencia).

Después del desarrollo de las posibles soluciones y sus correspondientes análisis de funcionalidad, las alternativas óptimas planteadas son intersecciones en "T", en ambos nudos, con elección por comparación de alternativas mediante análisis multicriterio, consistente en dar valores según importancia a ciertas variables como funcionalidad de los nudos, capacidad, seguridad vial, impacto ambiental o coste económico, para elegir con criterio la solución óptima entre las alternativas analizadas.

Seguidamente, se procede a desarrollar el diseño de la solución óptima adoptada. En el mismo, se tiene, para ambos nudos, el diseño geométrico de los mismos, el cumplimiento de la seguridad vial (distancias de cruce y visibilidad dentro de cada nudo), la señalización (horizontal y vertical), simulaciones de trayectorias de los vehículos más conflictivos, estudio de sensibilidad... También se realiza un estudio de los caminos y servicios afectados, con propuesta de soluciones para reposiciones de caminos o decisiones sobre líneas eléctricas, así como un control de los accesos y desvíos del tráfico durante las distintas fases de construcción de los nudos y resto de la variante, para no interferir en el tráfico tanto en la carretera a su paso por Chelva como en los distintos caminos de la zona.

### 5.6. Estudio de Seguridad Vial.

En el presente anejo se confeccionan los perfiles de velocidad de operación, parámetro a utilizar en otros anejos, como en el estudio de la visibilidad, del anejo de diseño geométrico. Se diferencia la velocidad de operación, correspondiente al percentil 85 de la distribución de velocidades a las que circulan los usuarios, de la velocidad de diseño. Esta velocidad de operación es obtenida en todos los puntos de la variante según se trate de rectas, curvas o clotoideas de acuerdo con modelos matemáticos que estiman dicha velocidad, permitiendo finalmente confeccionar un perfil continuo.

Además, se evalúa en este anejo la consistencia global y local de la variante propuesta mediante los criterios de Lamm y Camacho, obteniendo resultados favorables en ambos casos.

En cuanto a la homogeneidad del trazado, se ha evaluado la deflexión acumulada en el trazado mediante el CCR, el cual permite tramificar la carretera en tramos de longitud superior a 2000 metros con características homogéneas según el valor del CCR.

Por último, con los parámetros obtenidos y mediante el uso de una función SPF (*Safety Performance Functions*), se estiman los accidentes para un periodo de diez años en la variante. Los resultados obtenidos anuncian una esperable mejora de la actual carretera en cuanto a accidentes, motivando más si cabe la actuación.

### 5.7. Firmes.

En el desarrollo del anejo de firmes se dimensiona la sección de la explanada y del firme según la Norma 6.1 IC de Secciones de Firme.

Inicialmente se ha categorizado el tráfico pesado en base a su intensidad de paso, obteniéndose la categoría T31. Posteriormente, la categoría de la explanada a disponer es E2, realizándose los rellenos de los tramos proyectados en terraplén con suelo seleccionado con un espesor mínimo de un metro, tal y como indica la citada normativa en el apartado 5. Explanada.



En cuanto a los firmes, en base a la categoría de tráfico pesado y la explanada escogida, se dispone el paquete de firmes siguiente:

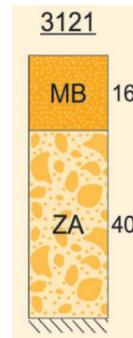


Figura 6. Paquete de firmes de la alternativa norte.

Además, las capas de firme junto con los riegos de adherencia se proyectan según se muestra en la siguiente tabla:

| Material de la capa                                       | Espesor |
|---|---------|
| BBTM 8A   | 2 cm    |
| Riego de adherencia C60B3 ADH (> 250 g/m <sup>2</sup> )   |         |
| AC22 bin S  | 6 cm    |
| Riego de adherencia C60B3 ADH (>200 g/m <sup>2</sup> )    |         |
| AC22 base G   | 8 cm    |
| Riego de imprimación C50BF4 IMP (> 500 g/m <sup>2</sup> ) |         |
| Zahorras  | 40 cm   |

Tabla 6. Capas del firme para la variante.

### 5.8. Estructuras.

La alternativa norte para la variante de la cv-35 a su paso por Chelva requiere una serie de estructuras que se describen en el presente apartado. Cabe destacar, que al igual que el resto de estudios del proyecto, las estructuras han sido sometidas a un estudio de soluciones que permitiese encontrar la solución más factible.

Posteriormente se ha procedido a un predimensionamiento de la estructura, y una comprobación de las dimensiones y cuantías dadas, para asegurar la viabilidad de la construcción, y poder realizar un primer presupuesto de la alternativa en su conjunto.

Debido a la orografía el terreno son necesarios dos puentes que salven distintos obstáculos. Estos puentes deben cumplir las características del trazado, y evitar los obstáculos de manera eficiente. Se tienen dos puentes, uno de ellos transcurre sobre el barranco del Remedio y la carretera CV-346, mientras que el otro atraviesa el barranco del Montú. Además de estos dos puentes, se han proyectado dos marcos hidráulicos para permitir el curso del agua en zonas donde se ha considerado innecesario realizar una estructura de mayores dimensiones.

#### Puente Sobre el Barranco del Remedio y la CV-346.

El puente sobre el barranco del Remedio y la CV-346 es un viaducto de gran longitud, puesto que la calzada avanza sobre un terreno llano con una pendiente considerable. Este viaducto será visible desde el municipio de Chelva, y desde muchos otros lugares de la comarca debido a su localización.

Existen una serie de condicionantes, además de los dos obstáculos principales que el puente debe cumplir:

- Pendiente longitudinal (7,1%).
- Trazado con dos curvas compuestas por clotoides y acuerdos circulares de radios constantes. Los radios de estas son de 150m y 160m.
- Anchura de calzada de 9m a los cuales se deben incluir pretiles en los bordes incrementando dicha anchura a 10.5 m.



El primer estudio se ha basado en fijar la posición de los estribos. En este caso, se tiene mucha libertad debido a la orografía del terreno y a la gran longitud del tramo que avanza. Tras el estudio de soluciones detallado en el anejo correspondiente se ha optado por la siguiente posición final de los estribos: El puente comienza en el Pk 1+922,9 y finaliza en el Pk 2+564,6. Por lo tanto se tiene un viaducto de luz total 641,6m.

El estudio de soluciones se ha basado en encontrar soluciones de mayores o menores luces que permitiesen salvar la totalidad del valle, y principalmente los dos obstáculos principales; de manera que no se invadiese la carretera ni la parte inferior del barranco; las alternativas estudiadas se detallan en el anejo de "Estudio de Soluciones".

La solución adoptada para el puente sobre el barranco del remedio y la cv-346 consta de un puente continuo losa formada por cuatro tramos independientes separados por juntas elastoméricas, tres de ellos de 179,2m de longitud total y uno de 104m

El primero tramo está formado por una losa de canto constante de 10,5m de ancho y 1,3m de espesor. El primer vano y el último son vanos de compensación de 25,6m de luz, mientras que los 4 vanos intermedios tienen una luz de 32m cada uno. El segundo y cuarto tramo mantienen esta misma distribución de luces para sus vanos.

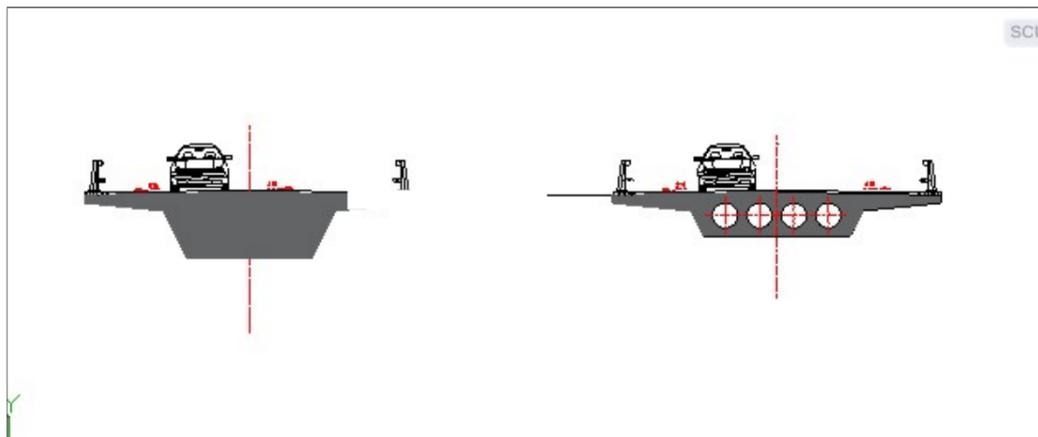


Figura 7. Secciones transversales puente sobre Barranco del Remedio.

El tercer tramo es aquel que se sitúa sobre la carretera CV-346, y debido a la esviación de la calzada con respecto al puente es necesario una luz mayor. Este tramo se compone de

una losa canto variable con un canto de 2m en apoyos y de 1,3m en la sección de centro luz.

En total se tiene un puente constituido por 21 vanos de distintas longitudes y 20 pilas de sección circular con dos metros de diámetro. El diseño del fuste de la pila y del cabezal ha sido también estudiado, y puede observarse en los planos correspondientes.

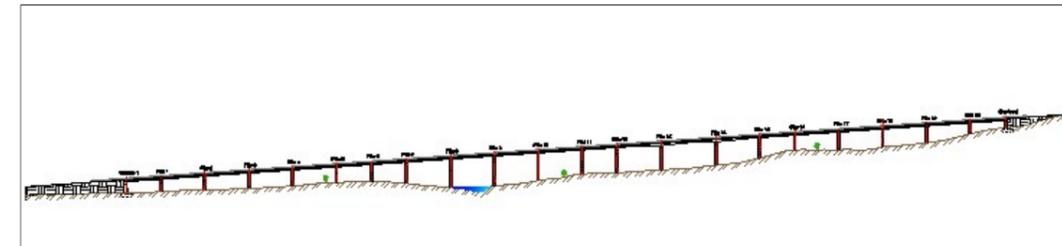


Figura 8. Alzado puente sobre el barranco del Remedio.

A continuación, se muestra una imagen del modelo empleado para el cálculo del puente sobre el barranco del Remedio.

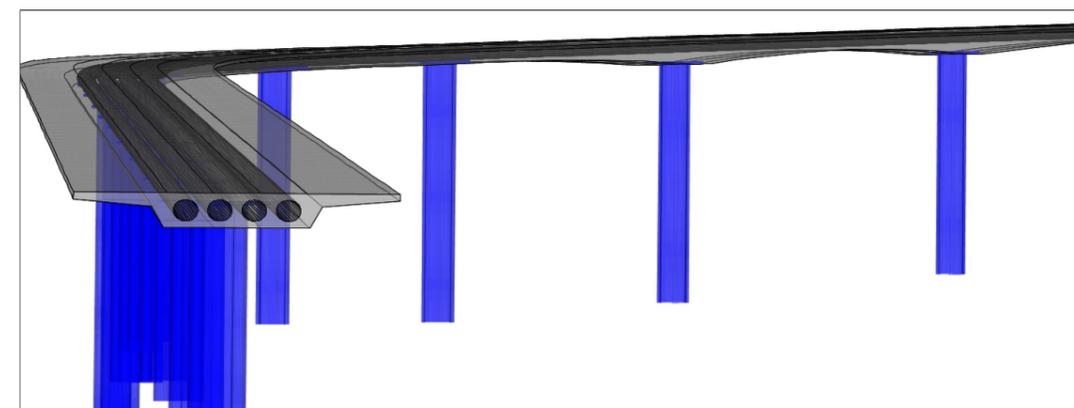


Figura 9. Modelo de cálculo del puente sobre el barranco del Remedio.



A continuación se muestra una imagen en 3D de las pilas empleadas en el puente sobre el barranco del Remedio, dónde se pueden apreciar los distintos tramos de la misma.

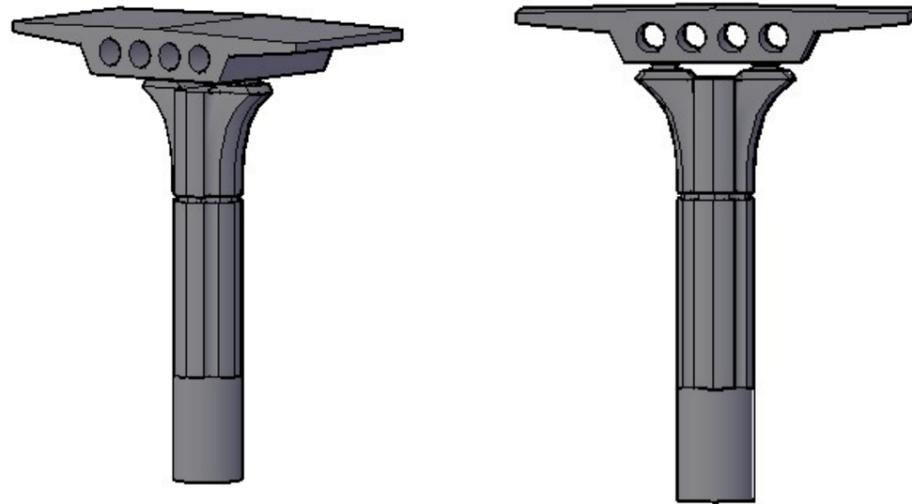


Figura 10. Diseño de pilas 3D.

### Puente Sobre el Barranco del Montú.

El barranco del Montú está situado en la parte norte de Chelva, no transcurre próximo a otras carreteras y únicamente será visible desde vías agrícolas y vías periféricas del municipio.

Cuando la carretera transcurre sobre el barranco del Montú se tiene una altura de 29m sobre el punto más bajo del valle. En este tramo es necesario la construcción de una carretera que tiene los siguientes condicionantes:

- Pendiente (7,31%)
- Trazado recto exento de curvas.
- Anchura de calzada de 9m, y se deben incluir pretiles en los bordes por lo que la anchura del tablero será de 10,5m.

Para el estudio de soluciones se ha llevado a cabo un proceso que ha abarcado en primer lugar un estudio sobre la posición de estribos que definiere de manera definitiva la longitud del puente. Este proceso es detallado con mayor grado de detalle en el anejo de estudio de soluciones. El puente comienza en el PK 3+114,19 y finaliza en el 3+269,44, teniendo por tanto una longitud total de 155,25m

Se ha realizado un estudio de soluciones a partir de esta longitud total, en el cual se han planteado distintas soluciones para salvar el barranco con un número distinto de vanos. Estas alternativas pueden observarse en el anejo de estudio de soluciones.

La solución adoptada finalmente es aquella constituida por un tablero continuo de losa de canto constante. El puente consta de 5 vanos, dos de ellos de compensación con una longitud de 27m, y los tres restantes de 33,75m. La losa proyectada tiene una anchura de 10,5m; los 9m correspondientes a la calzada y 1,5m donde se colocarán los estribos.

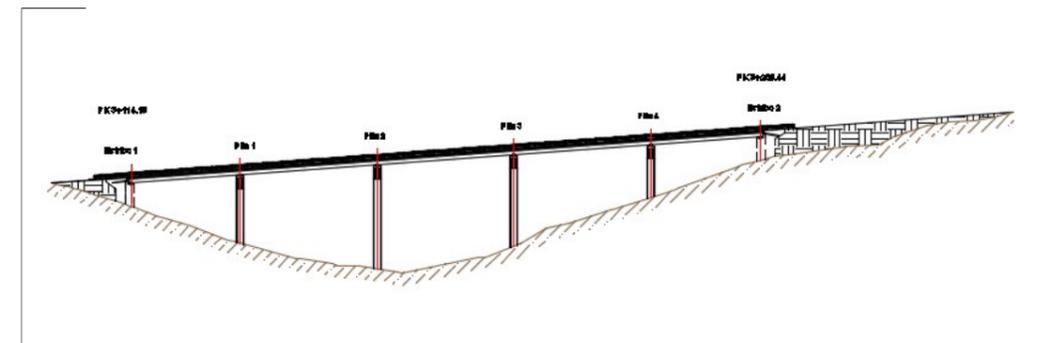


Figura 11. Alzado puente sobre el barranco del Montú.

La sección transversal tiene un canto de 1,3m y esta aligerada en su totalidad menos en las secciones macizadas sobre los apoyos. Las secciones macizadas se han realizado con una anchura de 1,3m sobre estribos y 2,6m sobre las pilas. El motivo de estas secciones macizadas sobre apoyos es favorecer la transmisión de cargas a los elementos de apoyo de manera efectiva. La imagen de la sección transversal se puede ver en la Figura 11 del puente sobre el barranco del Remedio, ya que en las zonas de canto constante la sección transversal es idéntica.



La sección transversal del puente se ha realizado igual a la empleada en el puente sobre el barranco del remedio para tratar todos los puentes del proyecto como una misma unidad y dar un diseño conjunto.

Las pilas del siguiente puente se han diseñado con sección circular de dos metros de diámetro, de manera que respete al máximo la afección al cauce. Las pilas son huecas, con un diámetro interior de 1,2m. El cabezal de las pilas también se ha diseñado en relación con el fuste, y la transición con el mismo se realiza mediante una sección del fuste más asemejada al cabezal.

A continuación, se muestra una imagen del modelo empleado para el cálculo de la estructura.

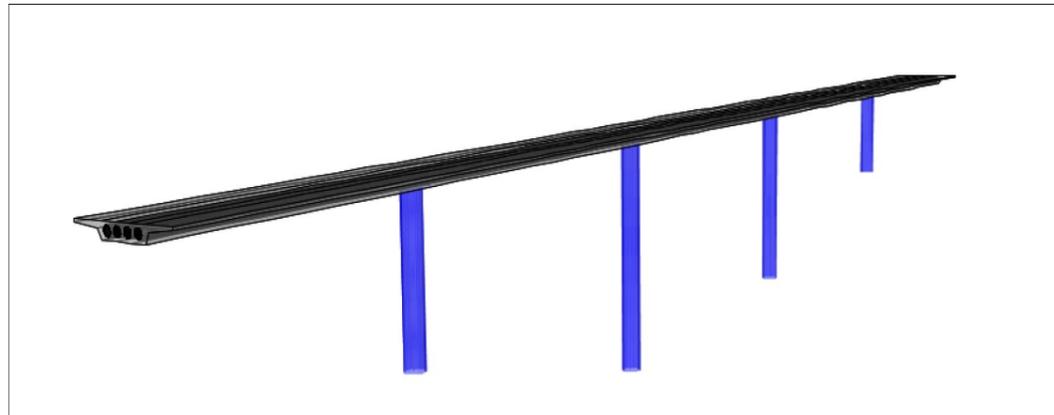


Figura 12. Modelo de cálculo puente sobre el barranco del Montú.

#### **Proceso de Cálculo.**

El proceso realizado para el predimensionamiento es detallado en el anejo de superestructuras, pero se resume brevemente en la memoria. Se han modelizado los puentes mediante el programa de cálculo CSiBridge, en el cual se ha introducido la geometría de cada puente, se han introducido las cargas actuantes, y se han definido los distintos casos de carga de acuerdo con la IAP-11.

Al tratarse de puentes continuos, se ha introducido las fases constructivas en el programa de cálculo, de manera que pudiese evaluarse la fase constructiva, y el efecto de este tipo de construcción en los esfuerzos generados por el peso propio y el pretensado. Una vez

se han definido los apoyos, los casos de carga, las fases de construcción y se han obtenido las envolventes de esfuerzos más desfavorables para tablero, pilas y estribos.

Estas envolventes se han obtenido para los Estados Límites últimos y de servicio, dado que posteriormente se han realizado las comprobaciones correspondientes. Se ha dimensionado la cuantía de armadura activa y pasiva de manera que se pudiese comprobar la viabilidad del diseño planteado para todos los elementos del puente.

Para la comprobación del tablero se ha empleado el prontuario de la EHE08, el cual ha permitido comprobar las secciones frente a los esfuerzos de ELU, y los resultados del CSiBridge para garantizar los ELS de fisuración y deformación (flecha). Las comprobaciones estructurales de las pilas han sido realizadas con el mismo prontuario que el tablero.

Para la comprobación de los estribos y zapatas de las distintas pilas se ha empleado el programa de cálculo CYPE. Se han introducido las reacciones obtenidas por el Bridge en las secciones de apoyo sobre estribos y empotramientos de las pilas sobre las zapatas y se han dimensionado los armados para resistir frente a ELU. Por otra parte, se han comprobado los Estados Límites de vuelco, hundimiento y deslizamiento de las subestructuras para los esfuerzos obtenidos de la combinación característica más desfavorable en cada uno de los elementos.

De esta manera se han comprobado los elementos de los dos puentes existentes en la alternativa Norte a su paso por Chelva, y se ha estimado el cuadro de precios de las estructuras.



### 5.9. Afección a cauces.

Se ha llevado a cabo un análisis del comportamiento hidráulico mediante el programa HEC-RAS 4.1.0 de los barrancos de Bercutilla, del Remedio y del Montú frente a distintas hipótesis de partida o condiciones de contorno, para la variante propuesta por la alternativa Norte, analizando así la respuesta de los mismos frente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. Estas situaciones han sido las siguientes:

- Situación actual. En ella se analiza la respuesta hidráulica de los tres barrancos objeto de estudio frente a la avenida de 500 años, comprobando que ésta permanece en todo momento en el interior de los cauces de cada uno de ellos, respectivamente.
- Situación con las estructuras contempladas en la alternativa sobre los barrancos del Remedio y del Montú, respectivamente. La avenida de 500 años no afecta a las estructuras de la Alternativa Norte lo más mínimo en ningún caso (Figuras 13 y 14)

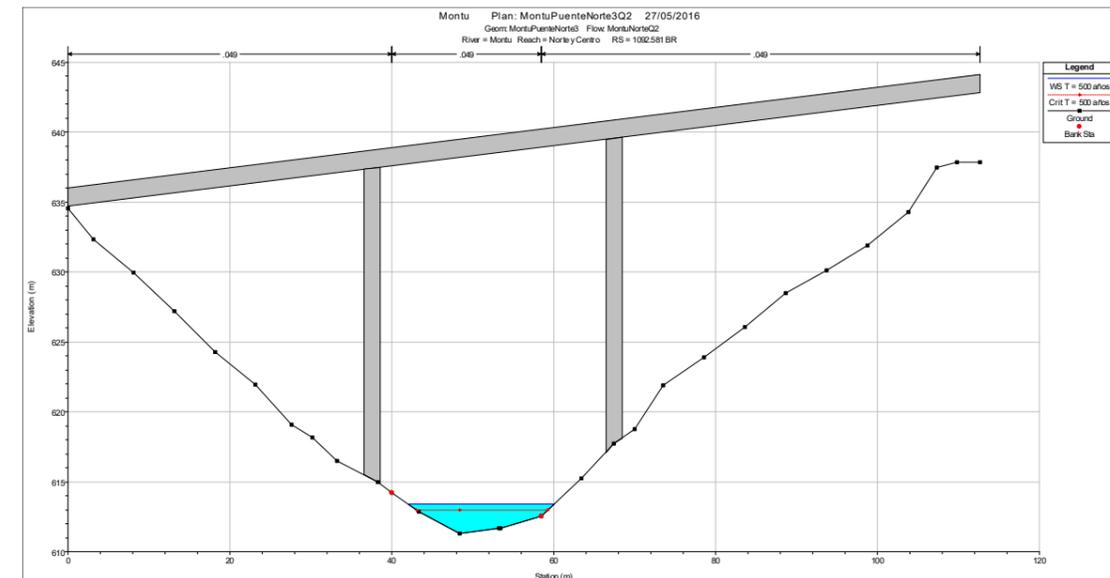


Figura 14. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

Como consecuencia de lo anterior, no es necesario disponer de unas medidas de protección frente a ningún tipo de erosión, ni general en lecho y márgenes, ni local en las pilas de los puentes.

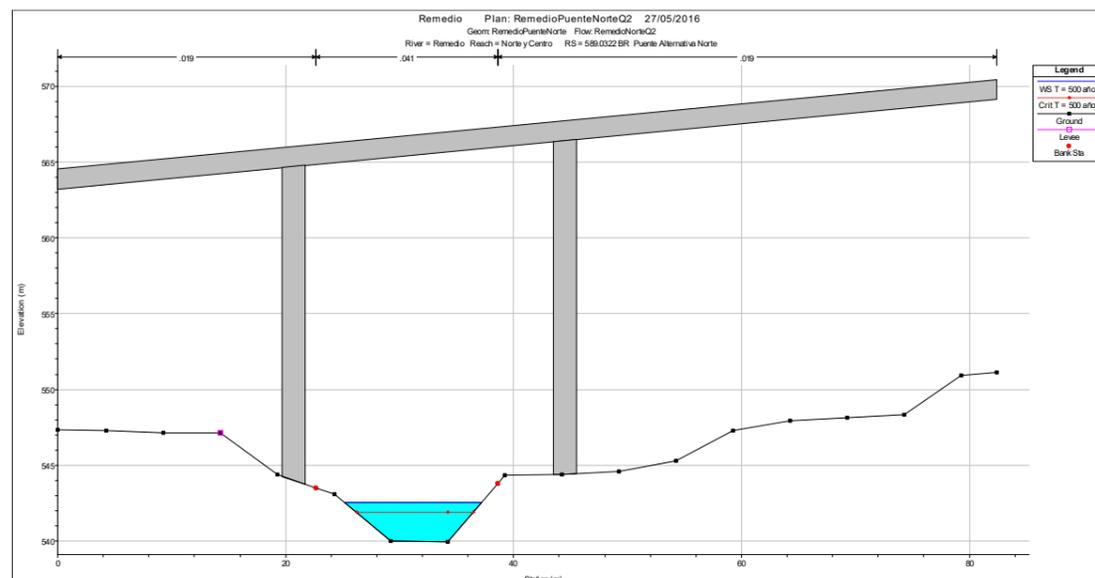


Figura 13. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).



## 6. VALORACIÓN DE LA SOLUCIÓN

### 6.1. Valoración económica

En el presente apartado se lleva a cabo una valoración del coste económico asociado al conjunto de las unidades de obra previstas a ejecutar en el estudio de soluciones.

La valoración económica se realiza mediante la definición de las unidades de obra correspondientes, que serán en su gran mayoría comunes a las tres alternativas, siendo su resultado el producto del precio unitario de cada una por su medición.

### 6.2. Presupuesto de ejecución material

A continuación se detalla la valoración económica del total de cada uno de los capítulos considerados, dado que las unidades de obra quedan pormenorizadas al final de este trabajo en el *Documento nº 4: Valoración económica*.

| PARTIDA   | PRECIO                 | %      |
|---|------------------------|--------|
| <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES</b>     | 1.902.735,53 €         | 24,14% |
| <b>FIRMES Y PAVIMENTOS</b>                      | 1.238.084,83 €         | 15,71% |
| <b>ESTRUCTURAS</b>                              |                        | 0,00%  |
| Puente sobre el Barranco del Remedio y la CV-35 | 2.896.528,33 €         | 36,75% |
| Puente sobre el Barranco del Montú              | 962.772,35 €           | 12,22% |
| Marcos hidráulicos                              | 248.557,35 €           | 3,15%  |
| <b>ADECUACIÓN AMBIENTAL</b>                     | 194.179,02 €           | 2,46%  |
| <b>SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO</b>              | 6.082,33 €             | 0,08%  |
| <b>Drenaje</b>                                  | 89.100,00 €            | 1,13%  |
| <b>Seguridad y Salud</b>                        | 171.694,94 €           | 2,18%  |
| <b>Gestión de residuos.</b>                     | 171.694,94 €           | 2,18%  |
|   | 7.881.429,62 €         |        |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>        | <b>7.881.429,62 €</b>  |        |
| <b>13% GASTOS GENERALES</b>                     | 1.024.585,85 €         |        |
| <b>6% BENEFICIO INDUSTRIAL</b>                  | 472.885,78 €           |        |
| <b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>           | <b>9.378.901,25 €</b>  |        |
| <b>21% IVA</b>                                  | 1.969.569,26 €         |        |
| <b>PRECIO DE LIQUIDACIÓN</b>                    | <b>11.348.470,51 €</b> |        |

Tabla 7. Valoración económica de la alternativa.