

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. Estudio de soluciones y diseño estructural del puente sobre el barranco del Remedio y la CV-346.

Autor: Martín Martínez Gandía

Tutor: Hugo Coll Carrillo

Cotutor: Julián Alcalá González

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Trabajo Final de Grado

Curso: 2015/2016

Valencia, junio de 2016



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**



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

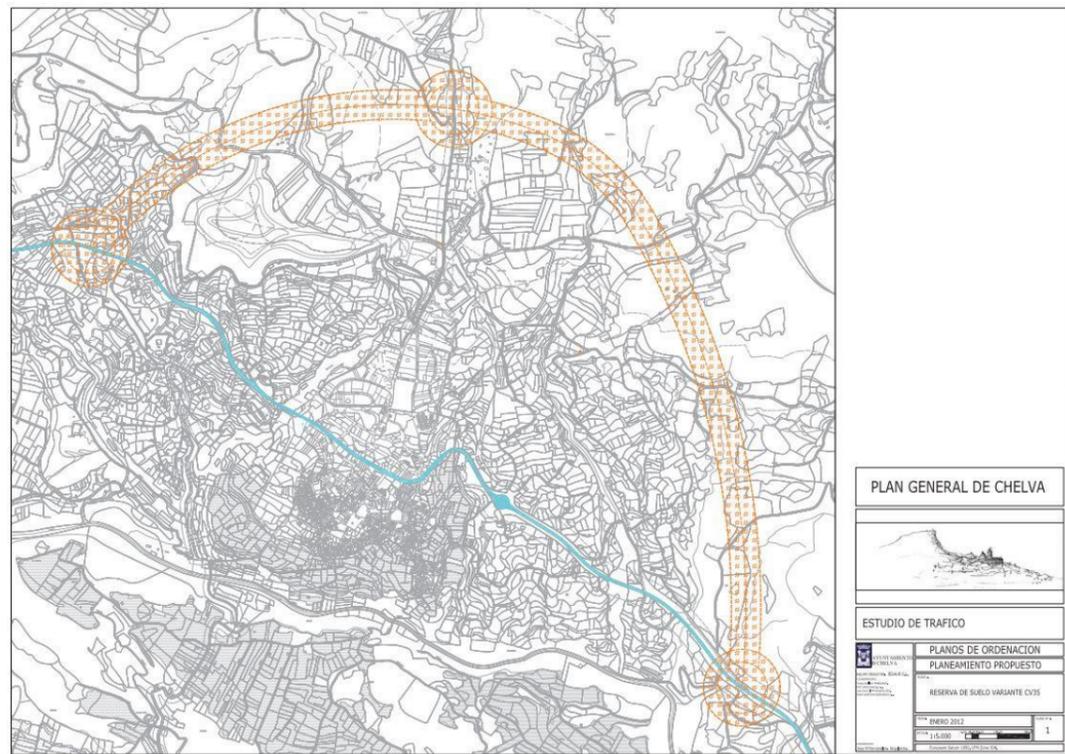


Figura 2. Planeamiento propuesto en el plan general de Chelva.

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
Total	8903942.73	5552274.91	7598150.60



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



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 km² 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_B: Areniscas silíceas, rosadas y blancas, con arcillas micáceas.

Triásico. Muschelkalk

T_{M1}: Dolomías grises y negras con arenisca dolomítica. Calizas dolomíticas.

T_{M2}: Arcillas y margas rojas, amarillas e irisadas, con yesos y anhidrita.

T_{M3}: Dolomías negras con calizas o calizo-dolomías grises y ocreas.

Triásico. Keuper

T_K: Margas abigarradas con yesos y sales solubles.

T_{Ky}: Yesos cristalinos con arcillas rojizas y verdosas.

Jurásico. Hettangiense-Pliensbachiense

J₁₁₋₁₃: Dolomías vacuolares, calizas con ostrácodos, calizas oquerosas, calizas dolomitizadas, calizas brechoideas, dolomías oquerosas, calizas con oolitos y calizas con sílex y lumaquelas.



Cuaternario

Q_a: Depósitos aluviales. Gravas y arenas.

Distribución a lo largo de la traza de la carretera:

PK _{inicio}	PK _{final}	MATERIAL
0+000	0+915,6	T _K
0+915,6	1+380	Q _a
1+380	2+045,92	T _K
2+045,92	2+135,11	T _{M3}
2+135,11	2+587,90	T _K
2+587,90	2+683,94	J ₁₁₋₁₃
2+683,94	2+978,94	T _K
2+978,94	3+575,78	J ₁₁₋₁₃
3+575,78	4+357,89	Q _a
4+357,89	4+755,79	T _{Ky}
4+755,79	4+824,40	Q _a
4+824,40	4+865,55	T _K
4+865,55	5+988,49	Q _a
5+988,49	7+388,79	T _K

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

Otras consideraciones:

- Zona no sísmica

GEOTECNIA

Estabilidad de taludes:

En roca:

- T_{M1}
- T_{M3}
- J₁₁₋₁₃
- Admiten taludes verticales. Se recomienda saneo y/o sostenimiento según tamaño de bloque.

En suelos:

- T_{M2}: 1H:3V hasta 9m.
- T_K: 1H:3V hasta 8m.
- T_{Ky}: 1H:3V hasta 9m.
- Q_a: 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 1m² 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 _h (kPa)				
	D≤1m	D=2m	D=3m	D=4m	D=5m
T _k	2024,8	2534,5	3090,5	3624,2	4147,7
T _{m2}	2091,4	2525,2	3001,8	3452,4	3891,2
T _{ky}	2050,8	2445,9	2881,0	3289,8	3686,7
Q _a	210,2	415,4	635,4	856,6	1078,1

Tabla 2. Carga de hundimiento para los diferentes terrenos.



	Tensión máxima admisible, σ_{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.

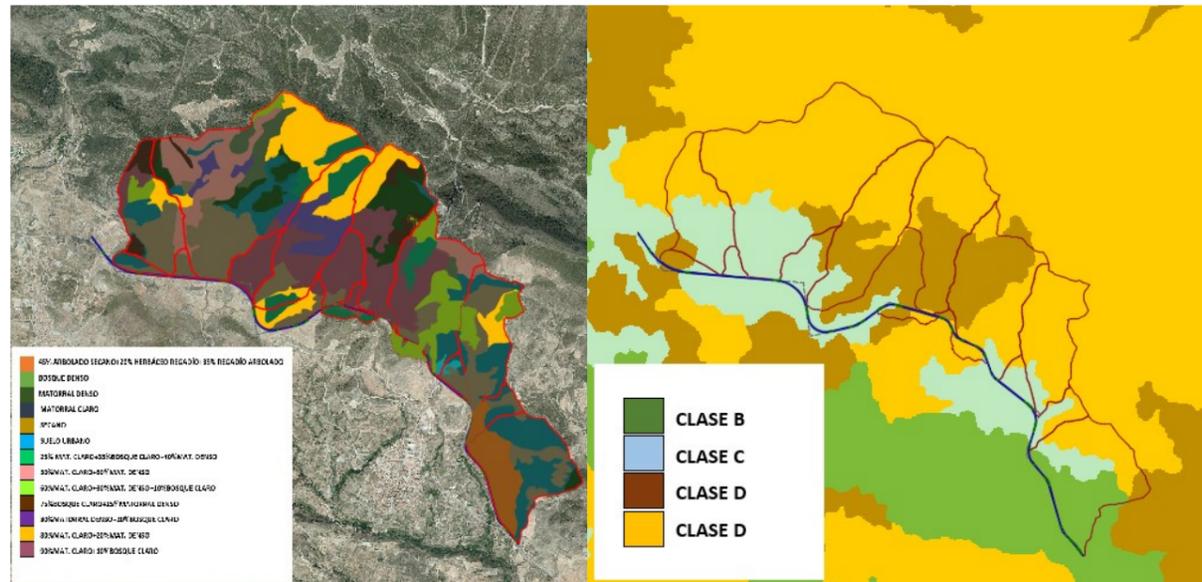


Figura 1. Usos del suelo

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
CUANTILES	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:

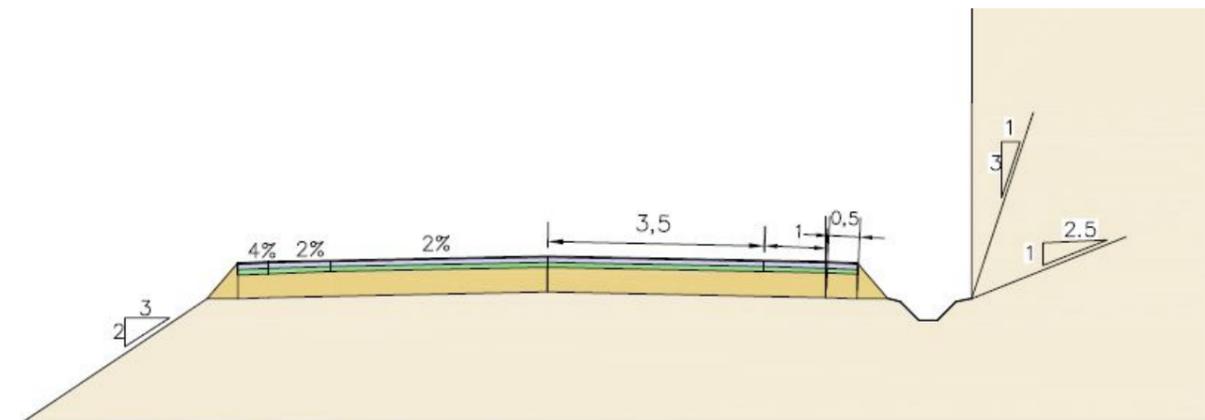


Figura 5. Sección transversal de la alternativa norte.



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:

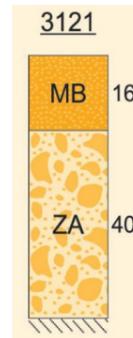


Figura 6. Paquete de firmes de la alternativa norte.

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 ²)	
AC22 bin S	6 cm
Riego de adherencia C60B3 ADH (>200 g/m ²)	
AC22 base G	8 cm
Riego de imprimación C50BF4 IMP (> 500 g/m ²)	
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.

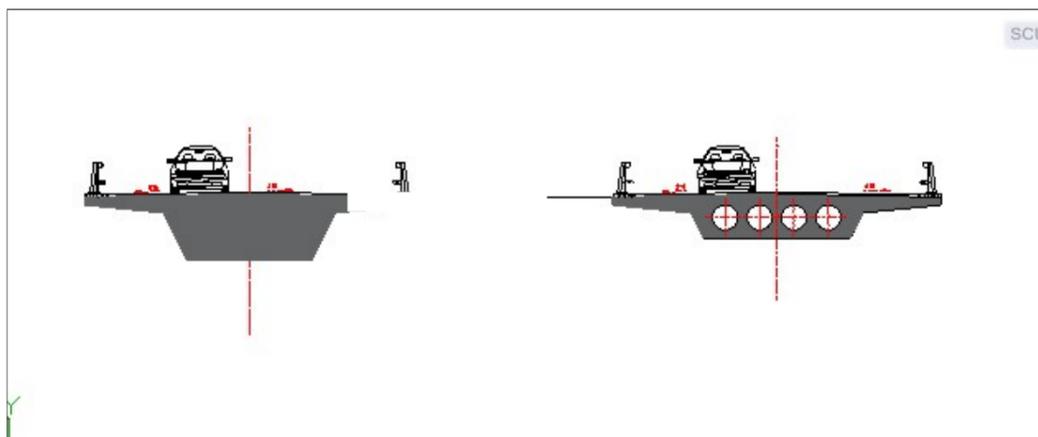


Figura 7. Secciones transversales puente sobre Barranco del Remedio.

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.

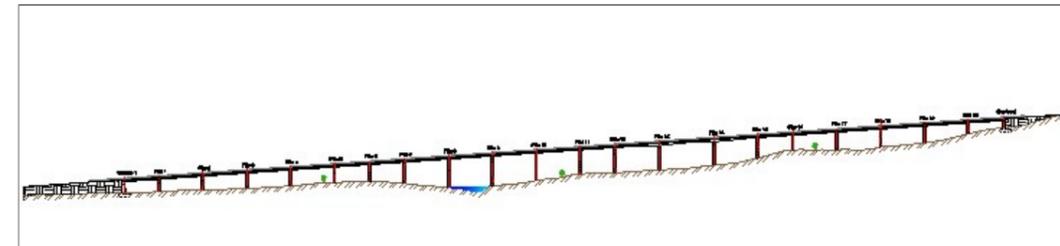


Figura 8. Alzado puente sobre el barranco del Remedio.

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

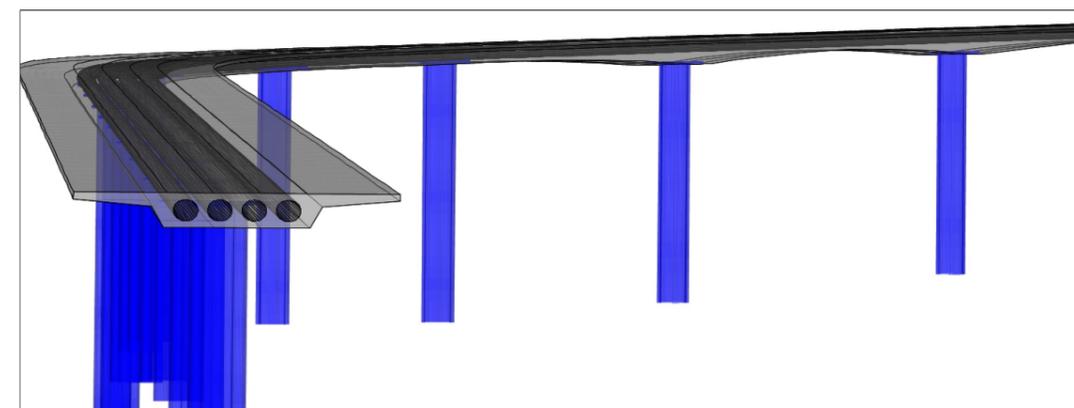


Figura 9. Modelo de cálculo del puente sobre el barranco del Remedio.



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.

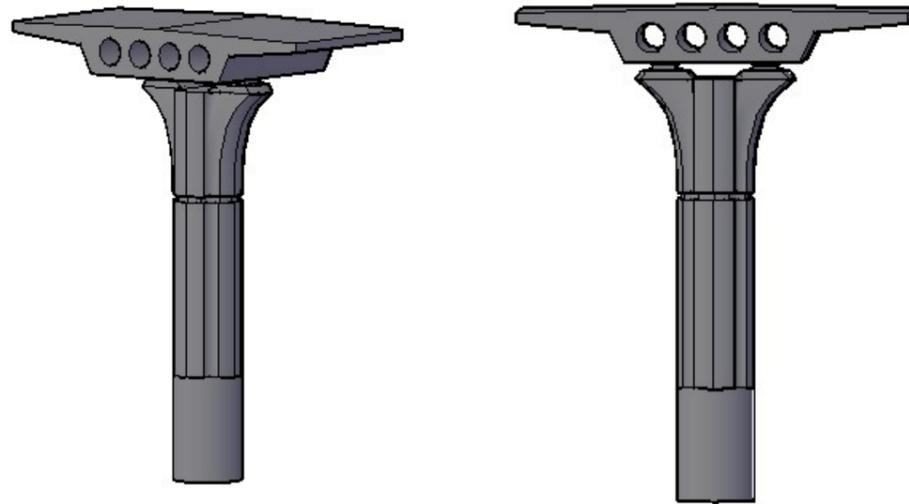


Figura 10. Diseño de pilas 3D.

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.

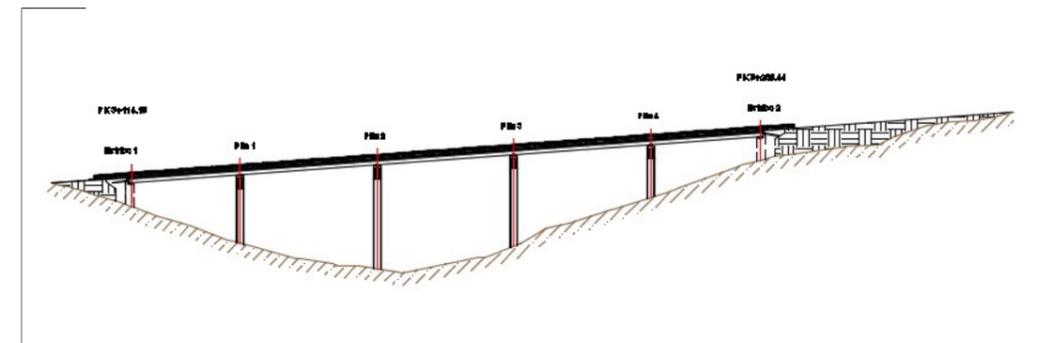


Figura 11. Alzado puente sobre el barranco del Montú.

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.

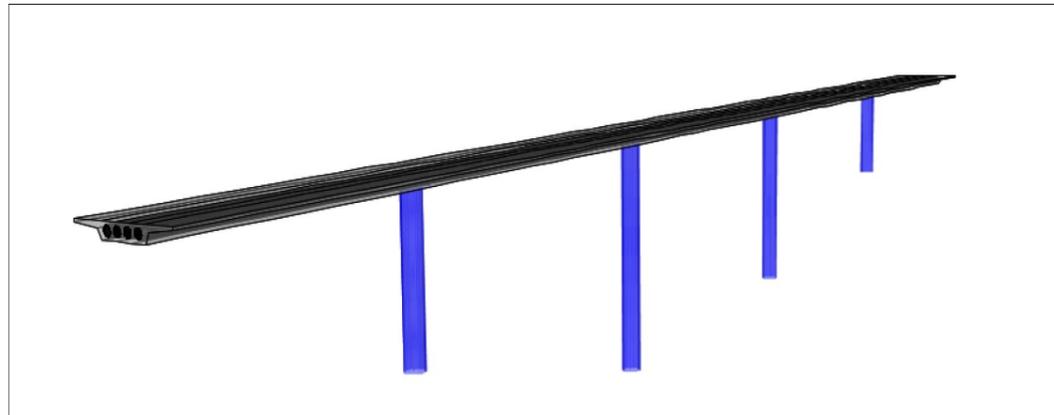


Figura 12. Modelo de cálculo puente sobre el barranco del Montú.

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)

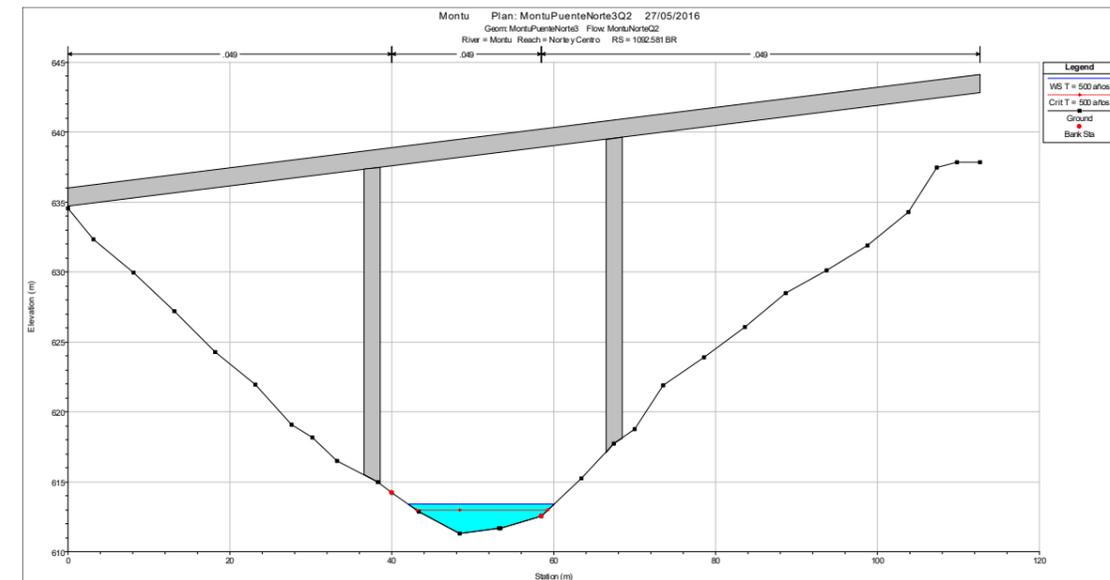


Figura 14. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Montú. (HEC-RAS).

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.

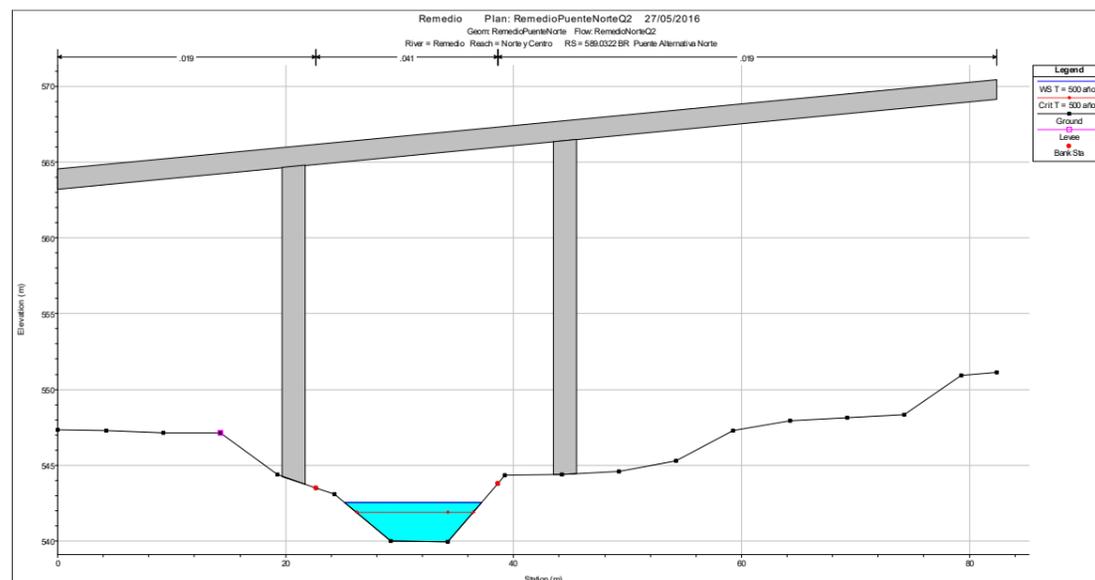


Figura 13. Alternativa Norte. Sección de aguas arriba del viaducto sobre el barranco del Remedio. (HEC-RAS).



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	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	1.902.735,53 €	24,14%
FIRMES Y PAVIMENTOS	1.238.084,83 €	15,71%
ESTRUCTURAS		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%
ADECUACIÓN AMBIENTAL	194.179,02 €	2,46%
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	6.082,33 €	0,08%
Drenaje	89.100,00 €	1,13%
Seguridad y Salud	171.694,94 €	2,18%
Gestión de residuos.	171.694,94 €	2,18%
	7.881.429,62 €	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	7.881.429,62 €	
13% GASTOS GENERALES	1.024.585,85 €	
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	472.885,78 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.378.901,25 €	
21% IVA	1.969.569,26 €	
PRECIO DE LIQUIDACIÓN	11.348.470,51 €	

Tabla 7. Valoración económica de la alternativa.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



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



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°8

ESTRUCTURAS. BASES DE CÁLCULO

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



ANEJO 8: Bases de Cálculo

1. NORMATIVA UTILIZADA.....	3
2. BASES DE CÁLCULO PARA EL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO	3
2.1. Acciones Permanentes de Valor Constante	3
2.1.1. Peso propio.....	3
2.1.2. Carga Muerta.....	3
2.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante	3
2.2.1. Acciones Reológicas.....	3
2.2.2. Pretensado	4
2.2.3. Empuje del terreno	4
2.3. Acciones variables.....	4
2.3.1. Sobrecarga de uso	4
2.3.2. Acción del viento	5
2.3.3. Acciones térmicas	6
2.3.4. Nieve	6
2.4. Acciones Accidentales	6
2.5. Acciones Sísmicas.....	6
3. BASES DE CÁLCULO PARA EL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ.....	7
3.1. Acciones Permanentes de Valor Constante	7
3.1.1. Peso propio.....	7
3.1.2. Carga Muerta.....	7
3.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante	7
3.2.1. Acciones Reológicas.....	7
3.2.2. Pretensado	8
3.2.3. Empuje del terreno	8
3.3. Acciones variables.....	8
3.3.1. Sobrecarga de uso	8
3.3.2. Acción del viento	8
3.3.3. Acciones térmicas	9
3.3.4. Nieve	9
3.4. Acciones Accidentales	9
3.5. Acciones Sísmicas.....	9
4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES.....	10



5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES.....	10
5.1. Estado Límite Último (ELU).....	10
5.2. Estado Límite de Servicio (ELS).....	10
6. COMBINACIÓN DE ACCIONES.....	11
6.1. Estado límite último (ELU)	11
6.2. Estado límite de servicio (ELS)	11
7. HIPÓTESIS DE CARGA	12
7.1. Estado Límite Último (ELU).....	12
7.2. Estado Límite de Servicio (ELS).....	12
8. MATERIALES	13
8.1. Hormigón.....	13
8.2. Acero para armaduras pasivas	13
8.3. Acero para armaduras activas	13



1. NORMATIVA UTILIZADA

Para la realización del siguiente proyecto se emplean las normas y recomendaciones mencionadas a continuación, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente española.

- “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera.” I.A.P 11.
- “Instrucción de Hormigón Estructural” EHE (Real Decreto 2661/1998 de 11 de Diciembre).
- “Eurocódigo2. Proyecto de Estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón”. EC2.2 ENV 1992.2. Septiembre 1996.

2. BASES DE CÁLCULO PARA EL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO

2.1. Acciones Permanentes de Valor Constante

Son aquellas que actúan en todo momento, siendo constantes en posición y magnitud para una situación de proyecto determinada. Se hace referencia al peso propio de los elementos estructurales y los no estructurales que permanecen por funcionalidad de manera constante sobre la estructura.

2.1.1. Peso propio

La carga por peso propio viene definida por la geometría de la estructura. Se considera un peso específico para el hormigón pretensado y hormigón armado de 25 kN/m³.

2.1.2. Carga Muerta

Aquellas cargas que permanecen de manera permanente sobre el tablero, pero no tienen carácter estructural. Se consideran las siguientes:

- Pavimento

Se considera una densidad de 24 kN/m³. El espesor de la capa utilizada sobre la estructura es de 6 cm. A efectos de cálculo se consideran dos valores extremos.

- *Valor inferior:* determinado con el espesor teórico.

$$0,06 \cdot 24 = 1,44 \text{ kN/m}^2$$

- *Valor superior:* obtenido incrementando un 50% el espesor teórico.

$$1,5 * 0,06 \cdot 24 = 2,16 \text{ kN/m}^2$$

- Pretilos

Sobre los bordes del tablero se colocan unos pretilos que protejan al usuario de una caída a distinto nivel en caso de un posible accidente. Estos pretilos transmiten una carga lineal en cada extremo de la calzada de 5,7 kN/m.

2.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante

2.2.1. Acciones Reológicas

Sobre el tablero de hormigón se debe considerar el efecto de la retracción y la fluencia. Para considerarse, se debe estipular en primer lugar el proceso constructivo y las distintas fases de hormigonado para posteriormente modelizar los valores de las acciones. El cálculo de estos valores se realiza de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE08).

2.2.1.1. Retracción

El valor del cambio de longitud producido por la retracción del hormigón depende de la sección transversal de la losa del puente. Por este motivo, se calculan por separado los valores en función de los tramos de puente. Se han calculado unos valores para los tramos de canto constante y otros para el tramo de canto variable. El valor de la retracción depende de la componente autógena de la misma y de la retracción por secado (EHE-08 Art. 39.7).

El valor de la retracción autógena del hormigón viene dado por la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) * \varepsilon_{ca,\infty}$$

Siendo:

$$\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2 \cdot \sqrt{t}}$$

$$\varepsilon_{ca,\infty}(t) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

El valor de la retracción por secado del hormigón viene dado por la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t - t_s) * k_e * \varepsilon_{cd,\infty}$$

Siendo:

$$\beta_{ds}(t - t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04\sqrt{e^3}}$$

$$\varepsilon_{cd,\infty} = 0,85 \cdot \left[(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{-\alpha_{ds} \frac{f_{cm}}{10}} \right] 10^{-6} \cdot \beta_{HR}$$

Los resultados de las deformaciones por retracción en los distintos tramos del puente están definidos en las siguientes tablas.

FASE	Longitud (m)	Deformación (mm)
1	32	1,706
2	32	1,948
3	32	1,743
4	32	1,512
5	32	1,238
6	19,2	0,707

Tabla 1. Deformaciones debidas a retracción en los tramos 1, 2 y 4

FASE	Longitud (m)	Deformación (mm)
------	--------------	------------------



1	40	1,832
2	40	2,077
3	24	1,466

Tabla 2. Deformaciones debidas a retracción en el tramo 3

2.2.1.2. Fluencia

La fluencia depende nuevamente de los tramos de hormigonado y pretensado del puente continuo, por lo que los cálculos se realizan para el proceso descrito en el apartado anterior. El cálculo realizado considera las distintas fases de tesado, y el tiempo transcurrido entre el tesado y el hormigonado, así como el tiempo transcurrido entre distintas fases de tesado.

El valor del acortamiento, debido a la fluencia del hormigón viene dado por la siguiente fórmula (EHE-08 Art. 39.8):

$$\varepsilon_{cs}(t, t_0) = \sigma(t_0) * \left(\frac{1}{E_{c,t_0}} + \frac{\varphi(t, t_0)}{E_{c28}} \right)$$

A continuación, se muestran los resultados de las deformaciones debidas a la fluencia para cada tramo del puente.

FASE	Aext (m ²)	Pext (m)	Aint (m ²)	Pint (m)	Longitud (m)	Deformación (mm)
1	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	32	8,631
2	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	32	9,801
3	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	32	8,508
4	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	32	6,964
5	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	32	5,158
6	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	19,2	2,404

Tabla 3. Deformaciones debidas a fluencia en los tramos 1, 2 y 4

FASE	Aext (m ²)	Pext (m)	Aint (m ²)	Pint (m)	Longitud (m)	Deformación (mm)
1	10,7787	22,948	2,0108	10,0532	40	5,156
2	10,7787	22,948	2,0108	10,0532	40	4,803
3	10,7787	22,948	2,0108	10,0532	24	2,249

Tabla 4. Deformaciones debidas a fluencia en el tramo 3

2.2.2. Pretensado

Existen dos valores distintos para la fuerza de pretensado en el puente debido a la variedad de luces existentes. En los tramos de canto constante se tesa con una fuerza de 290 T, mientras que en el tramo de canto variable se tesa con una fuerza de pretensado de 370 T.

El trazado del pretensado se puede apreciar en los planos del puente. Alcanza su parte más alta en las secciones de apoyo, y la más baja en centro luz, siempre con un recubrimiento de 0,15 cm tanto en la parte superior como en la inferior. Este trazado se adapta a la variación de canto en tramo de sección variable.

2.2.3. Empuje del terreno

El empuje generado por el terreno natural o de relleno afectará a los estribos del puente y a la cimentación del mismo. Se generará un empuje activo y uno pasivo que habrá que tener en cuenta para garantizar la estabilidad de las subestructuras.

2.3. Acciones variables

Acciones externas a la estructura que pueden actuar o no, y si se producen, pueden tener distintas magnitudes y distintos puntos de aplicación.

2.3.1. Sobrecarga de uso

2.3.1.1. Fuerzas Verticales

Para la sobrecarga de uso, la IAP 11 define un tren de cargas que actuará sobre el tablero de la estructura. Para ello se definen una serie de carriles virtuales donde actuará de manera simultánea una fuerza repartida y una fuerza puntual (carro) con un coeficiente de amplificación ya ampliado para tener en cuenta el efecto de carga dinámica.

Puesto que la plataforma para tráfico rodado es de 9 m, se tiene un total de 3 carriles virtuales con una anchura de 3 m. El carro consistente en una modelización con dos ejes de 1,2 m de largo, y una separación entre ellos de 2 m.

SITUACIÓN	Vehículo Pesado (kN)	Sobrecarga Uniforme (kN/m ²)
CARRIL VIRTUAL 1	2 * 300	9
CARRIL VIRTUAL 2	2 * 200	2,5
CARRIL VIRTUAL 3	2 * 100	2,5

Tabla 5. Valor característico de la sobrecarga de uso

Al tratarse de un puente de carretera, no existe una zona reservada para uso peatonal, por lo que no se considera esta acción.

2.3.1.2. Fuerzas Horizontales

- Frenado

La fuerza de frenado se modeliza como una fuerza horizontal uniformemente distribuida en la dirección longitudinal de la carretera soportada por el puente, tal y como estipula la IAP 11. Este valor debe encontrarse entre los 180 kN y los 900 kN. Se debe considerar para el puente sobre el barranco del remedio la existencia de tres tramos distintos.

Al tratarse de carriles virtuales con 3m de anchura y una longitud superior a 1,2m, el valor de la fuerza de frenado viene dado por:

$$Q_{Ik} = 360 + 2,7 \cdot L$$

Para los tamos 1, 2 y 4 del puente, el valor de la fuerza de frenado es:

$$Q_{lk} = 843,84kN$$

Para el tramo 3, el valor de la fuerza de frenado es:

$$Q_{lk} = 640,8kN$$

- Fuerza centrífuga

El puente tiene dos curvas en planta sobre las que actuará una fuerza centrífuga. Se trata de dos curvas con radios de giro de 150 m y 160 m, por lo que el valor de la fuerza centrífuga se calcula de la misma manera.

$$Q_{tk} = 0,2 * Q_v \text{ si } r < 200m$$

$$Q_{tk} = 0,2 * 1200 = 240kN$$

Siendo:

$$Q_v = \sum 2 Q_{ik}$$

Donde Q_{ik} representa el peso total de los vehículos pesados en kN.

Este valor de Q_{tk} será dividido por la longitud total de la curva para encontrar la fuerza distribuida actuando sobre cada tramo curvo.

La existencia de la fuerza centrífuga, hace que se genere una fuerza de derrape en los tramos curvos del puente.

- Fuerza de Derrape

Dado que el radio de las dos curvas es inferior a 1500 m, puede considerarse la fuerza de derrape como:

$$Q_{trk1} = Q_{trk2} = 0,25 * Q_{lk} = 60kN$$

2.3.2. Acción del viento

La acción del viento se asemeja a una carga lineal estática equivalente. En el tablero se considerará actuando sobre el borde del mismo y de manera perpendicular a este. Sobre las pilas se considerará perpendicular a la cara lateral de las mismas y actuará en la línea media. Para calcularla, se considera un periodo de retorno de 100 años. Se calcula de la misma manera el empuje (F_w) para tableros que para pilas, aunque el cálculo deberá realizarse de manera individual para cada uno de los elementos por su distinto valor de las variables.

Para la zona de situación del proyecto, la IAP estima una velocidad básica del viento de 26 km/h y un factor de probabilidad de 1,04 para un periodo de retorno de 100 años. Por lo tanto, la velocidad básica del viento en el emplazamiento par aun periodo de retorno es:

$$V_b (100) = 27,04 \text{ km/h}$$

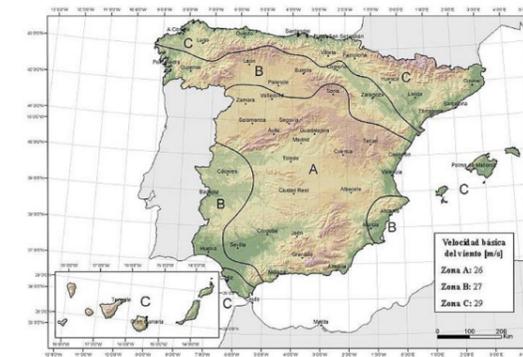


Figura 1. Mapa isostáticas (IAP 11)

Para definir el empuje del viento sobre la estructura es necesario definir en entorno en el que se sitúa. El puente se sitúa en un área rural de vegetación baja y con algunos obstáculos de baja altura. En la zona no es posible el encauzamiento del viento. Por lo tanto, se trata de un entorno del tipo II.

A partir de esta velocidad del viento y de los factores correspondientes al tipo de entorno, se calcula el empuje generado sobre el tablero y las pilas. Considerando el área de referencia sobre el plano perpendicular al viento, coeficientes de exposición en función de la altura media del puente ($z = 26,57 \text{ m}$) y coeficiente de fuerza de la sección del tablero.

El área de referencia para el tablero se considera como la suma del espesor medio de tablero más un obstáculo de sobrecarga de uso de (2,5 m). Para las pilas se calcula como el área de la sección del lateral sobre el que golpea el viento. A partir de estos valores se obtiene la fuerza puntual actuando sobre cada elemento. Se ha considerado la altura del tablero como 1,3 debido a que en la gran mayoría del puente se tiene ese valor de canto constante.

$$F_w = (0,5 * \rho * V_b^2(T)) * c_e(z) * c_f * A_{ref} [N]$$

Elemento	F_w (kN/m)
Tablero	8,160
Pila 1	3,139
Pila 2	3,219
Pila 3	3,323
Pila 4	3,373
Pila 5	3,328
Pila 6	3,463
Pila 7	3,671
Pila 8	3,967
Pila 9	4,044
Pila 10	3,940



Pila 11	3,799
Pila 12	3,854
Pila 13	3,808
Pila 14	3,774
Pila 15	3,644
Pila 16	3,298
Pila 17	3,512
Pila 18	3,489
Pila 19	3,439
Pila 20	2,983

Tabla 6. Empuje horizontal debido al viento

2.3.3. Acciones térmicas

Se considera una $T_0 = 15^\circ\text{C}$ en la zona del puente para todos los cálculos relacionados con acciones térmicas.

2.3.3.1. Componente uniforme de la temperatura del tablero

El puente se encuentra en una zona 5 dentro del mapa del territorio nacional presente en la IAP 11, y a una altitud de 450m aproximadamente. Por lo tanto, para un periodo de retorno de 50 años se tiene:

$$T_{max} = 46^\circ\text{C}$$

$$T_{min} = -12^\circ\text{C}$$

Y puesto que el tablero es de hormigón, se tiene unos valores de variación máxima y mínima de temperatura de:

$$\Delta T_{e,min} = 8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{e,max} = 2^\circ\text{C}$$

Por lo tanto:

$$T_{e,min} = -4^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = 48^\circ\text{C}$$

Y por consiguiente, los valores máximos de variación de componente uniforme de temperatura en contracción y dilatación serán:

$$\Delta T_{Ncon} = 19^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{Nexp} = 33^\circ\text{C}$$

2.3.3.2. Componente de la diferencia de temperatura

En el presente apartado se considera la diferencia de temperatura entre la cara superior del tablero y la inferior para un momento determinado. Los valores se han obtenido de acuerdo con la Tabla 4.3-d de la IAP 11, y se han corregido con el factor de influencia del tipo y espesor de pavimento.

$$\Delta T_{m,heat} = 13,2^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{m,cool} = 8^\circ\text{C}$$

Por lo tanto, el gradiente considerado en el cálculo es aquel que varía entre $13,2^\circ\text{C}$ en la cara superior del tablero y 0°C en la inferior. Y 8°C en la cara inferior y 0°C en la superior para tener en cuenta las dos posibilidades de diferencia de temperatura actuando sobre el tablero.

2.3.4. Nieve

Por la situación geográfica de Chelva, no se considerará la sobrecarga por nieve. Además, el puente no tiene ninguna zona donde pudiese acumularse la misma sin afectar al trazado, por la que, la máxima sobrecarga de uso será un esfuerzo más desfavorable.

2.4. Acciones Accidentales

En el presente proyecto de pre-dimensionamiento no se han considerado las acciones accidentales.

2.5. Acciones Sísmicas

El municipio de Chelva está en la zona de aceleración sísmica horizontal básica inferior a $0,4g$ por lo que no se consideran las sollicitaciones generadas por un sismo.

3. BASES DE CÁLCULO PARA EL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL MONTÚ

3.1. Acciones Permanentes de Valor Constante

Para obtener los valores característicos de las acciones se han seguido las indicaciones especificadas en las instrucciones mencionados en el primer apartado. Los valores de las acciones permanentes coinciden con las del puente del barranco del Remedio, a excepción de los de retracción y fluencia.

3.1.1. Peso propio

La carga por peso propio viene definida por la geometría de la estructura. Se considera un peso específico para el hormigón pretensado y hormigón armado de 25 kN/m³.

3.1.2. Carga Muerta

Aquellas cargas que permanecen de manera permanente sobre el tablero, pero no tienen carácter estructural. Se consideran las siguientes:

- Pavimento

Se considera una densidad de 24 kN/m³. El espesor de la capa utilizada sobre la estructura es de 6 cm. A efectos de cálculo se consideran dos valores extremos.

- *Valor inferior:* determinado con el espesor teórico.

$$0,06 \cdot 24 = 1,44 \text{ kN/m}^2$$

- *Valor superior:* obtenido incrementando un 50% el espesor teórico.

$$1,5 \cdot 0,06 \cdot 24 = 2,16 \text{ kN/m}^2$$

- Pretilos

Sobre los bordes del tablero se colocan unos pretilos que protejan al usuario de una caída a distinto nivel en caso de un posible accidente. Estos pretilos transmiten una carga lineal en cada extremo de la calzada de 5,7 kN/m.

3.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante

3.2.1. Acciones Reológicas

Sobre el tablero de hormigón se debe considerar el efecto de la retracción y la fluencia. Para considerarse, se debe estipular en primer lugar el proceso constructivo y las distintas fases de hormigonado para posteriormente modelizar los valores de las acciones. El cálculo de estos valores se realiza de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE08).

3.2.1.1. Retracción

El valor del cambio de longitud producido por la retracción del hormigón depende de la sección transversal de la losa del puente. Por este motivo, se calculan por separado los valores en función de los tramos de puente. Se han calculado unos valores para los tramos de canto constante y otros para el tramo de canto variable. El valor de la retracción depende de la componente autógena de la misma y de la retracción por secado (EHE-08 Art. 39.7).

El valor de la retracción autógena del hormigón viene dado por la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca,\infty}$$

Siendo:

$$\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2 \cdot \sqrt{t}}$$

$$\varepsilon_{ca,\infty}(t) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

El valor de la retracción por secado del hormigón viene dado por la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t - t_s) \cdot k_e \cdot \varepsilon_{cd,\infty}$$

Siendo:

$$\beta_{ds}(t - t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04 \sqrt{e^3}}$$

$$\varepsilon_{cd,\infty} = 0,85 \cdot \left[(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{-\alpha_{ds} \frac{f_{cm}}{10}} \right] 10^{-6} \cdot \beta_{HR}$$

Los resultados de las deformaciones por retracción en los distintos tramos del puente están definidos en las siguientes tablas.

FASE	Longitud (m)	Deformación (mm)
1	33,75	2,054
2	33,75	1,839
3	33,75	1,595
4	33,75	1,306
5	20,25	0,559

Tabla 7. Deformaciones debidas a retracción

3.2.1.2. Fluencia

La fluencia depende nuevamente de los tramos de hormigonado y pretensado del puente continuo, por lo que los cálculos se realizan para el proceso descrito en el apartado anterior. El cálculo realizado considera las distintas fases de tesado, y el tiempo transcurrido entre el tesado y el hormigonado, así como el tiempo transcurrido entre distintas fases de tesado.

El valor del acortamiento, debido a la fluencia del hormigón viene dado por la siguiente fórmula (EHE-08 Art. 39.8):



$$\varepsilon_{c\sigma}(t, t_0) = \sigma(t_0) * \left(\frac{1}{E_{c,t_0}} + \frac{\varphi(t, t_0)}{E_{c28}} \right)$$

A continuación, se muestran los resultados de las deformaciones debidas a la fluencia para cada tramo del puente.

FASE	Aext (m ²)	Pext (m)	Aint (m ²)	Pint (m)	Longitud (m)	Deformación (mm)
1	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	33,75	9,389
2	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	33,75	8,305
3	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	33,75	6,871
4	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	33,75	5,126
5	9,2562	22,5159	2,0108	10,0532	20,25	1,801

Tabla 8. Deformaciones debidas a fluencia

3.2.2. Pretensado

Existen dos valores distintos para la fuerza de pretensado en el puente debido a la variedad de luces existentes. En los tramos de canto constante se tesa con una fuerza de 290 T, mientras que en el tramo de canto variable se tesa con una fuerza de pretensado de 370 T.

El trazado del pretensado se puede apreciar en los planos del puente. Alcanza su parte más alta en las secciones de apoyo, y la más baja en centro luz, siempre con un recubrimiento de 0,15 cm tanto en la parte superior como en la inferior. Este trazado se adapta a la variación de canto en tramo de sección variable.

3.2.3. Empuje del terreno

El empuje generado por el terreno natural o de relleno afectará a los estribos del puente y a la cimentación del mismo. Se generará un empuje activo y uno pasivo que habrá que tener en cuenta para garantizar la estabilidad de las subestructuras.

3.3. Acciones variables

Acciones externas a la estructura que pueden actuar o no, y si se producen, pueden tener distintas magnitudes y distintos puntos de aplicación.

3.3.1. Sobrecarga de uso

3.3.1.1. Fuerzas Verticales

Para la sobrecarga de uso, la IAP 11 define un tren de cargas que actuará sobre el tablero de la estructura. Para ello se definen una serie de carriles virtuales donde actuará de manera simultánea una fuerza repartida y una fuerza puntual (carro) con un coeficiente de amplificación ya ampliado para tener en cuenta el efecto de carga dinámica.

Puesto que la plataforma para tráfico rodado es de 9 m, se tiene un total de 3 carriles virtuales con una anchura de 3 m. El carro consistente en una modelización con dos ejes de 1,2 m de largo, y una separación entre ellos de 2 m.

SITUACIÓN	Vehículo Pesado (kN)	Sobrecarga Uniforme (kN/m ²)
CARRIL VIRTUAL 1	2 * 300	9
CARRIL VIRTUAL 2	2 * 200	2,5
CARRIL VIRTUAL 3	2 * 100	2,5

Tabla 9. Valor característico de la sobrecarga de uso

Al tratarse de un puente de carretera, no existe una zona reservada para uso peatonal, por lo que no se considera esta acción.

3.3.1.2. Fuerzas Horizontales

- Frenado

La fuerza de frenado se modeliza como una fuerza horizontal uniformemente distribuida en la dirección longitudinal de la carretera soportada por el puente, tal y como estipula la IAP 11. Este valor debe encontrarse entre los 180 kN y los 900 kN. Se debe considerar para el puente sobre el barranco del remedio la existencia de tres tramos distintos.

Al tratarse de carriles virtuales con 3m de anchura y una longitud superior a 1,2m, el valor de la fuerza de frenado viene dado por:

$$Q_{lk} = 360 + 2,7 \cdot L$$

$$Q_{lk} = 778,5 \text{ kN}$$

- Fuerza centrífuga

Al tratarse de un puente de planta recta, no se produce una fuerza centrífuga en el tablero.

3.3.2. Acción del viento

La acción del viento se asemeja a una carga lineal estática equivalente. En el tablero se considerará actuando sobre el borde del mismo y de manera perpendicular a este. Sobre las pilas se considerará perpendicular a la cara lateral de las mismas y actuará en la línea media. Para calcularla, se considera un periodo de retorno de 100 años. Se calcula de la misma manera el empuje (F_w) para tableros que para pilas, aunque el cálculo deberá realizarse de manera individual para cada uno de los elementos por su distinto valor de las variables.

Para la zona de situación del proyecto, la IAP estima una velocidad básica del viento de 26 km/h y un factor de probabilidad de 1,04 para un periodo de retorno de 100 años. Por lo tanto, la velocidad básica del viento en el emplazamiento par aun periodo de retorno es:

$$V_b (100) = 27,04 \text{ km/h}$$

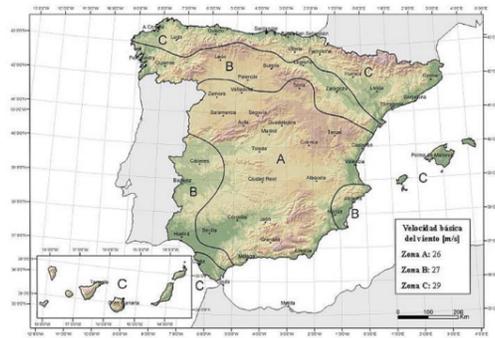


Figura 2. Mapa isostáticas (IAP 11)

Para definir el empuje del viento sobre la estructura es necesario definir en entorno en el que se sitúa. El puente se sitúa en un área rural de vegetación baja y con algunos obstáculos de baja altura. En la zona no es posible el encauzamiento del viento. Por lo tanto, se trata de un entorno del tipo II.

A partir de esta velocidad del viento y de los factores correspondientes al tipo de entorno, se calcula el empuje generado sobre el tablero y las pilas. Considerando el área de referencia sobre el plano perpendicular al viento, coeficientes de exposición en función de la altura media del puente ($z = 26,57$ m) y coeficiente de fuerza de la sección del tablero.

El área de referencia para el tablero se considera como la suma del espesor medio de tablero más un obstáculo de sobrecarga de uso de (2,5 m). Para las pilas se calcula como el área de la sección del lateral sobre el que golpea el viento. A partir de estos valores se obtiene la fuerza puntual actuando sobre cada elemento.

$$F_w = (0,5 * \rho * V_b^2(T)) * c_e(z) * c_f * A_{ref}[N]$$

Elemento	F _w (kN/m)
Tablero	8,65356905
Pila 1	2,2564499
Pila 2	2,52269857
Pila 3	2,43701547
Pila 4	2,1019428

Tabla 10. Situaciones carriles virtuales

3.3.3. Acciones térmicas

Se considera una $T_0 = 15^\circ\text{C}$ en la zona del puente para todos los cálculos relacionados con acciones térmicas.

3.3.3.1. Componente uniforme de la temperatura del tablero

El puente se encuentra en una zona 5 dentro del mapa del territorio nacional presente en la IAP 11, y a una altitud de 450m aproximadamente. Por lo tanto, para un periodo de retorno de 50 años se tiene:

$$T_{max} = 46^\circ\text{C}$$

$$T_{min} = -12^\circ\text{C}$$

Y puesto que el tablero es de hormigón, se tiene unos valores de variación máxima y mínima de temperatura de:

$$\Delta T_{e,min} = 8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{e,max} = 2^\circ\text{C}$$

Por lo tanto:

$$T_{e,min} = -4^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = 48^\circ\text{C}$$

Y por consiguiente, los valores máximos de variación de componente uniforme de temperatura en contracción y dilatación serán:

$$\Delta T_{Ncon} = 19^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{Nexp} = 33^\circ\text{C}$$

3.3.3.2. Componente de la diferencia de temperatura

En el presente apartado se considera la diferencia de temperatura entre la cara superior del tablero y la inferior para un momento determinado. Los valores se han obtenido de acuerdo con la Tabla 4.3-d de la IAP 11, y se han corregido con el factor de influencia del tipo y espesor de pavimento.

$$\Delta T_{m,heat} = 13,2^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{m,cool} = 8^\circ\text{C}$$

Por lo tanto, el gradiente considerado en el cálculo es aquel que varía entre $13,2^\circ\text{C}$ en la cara superior del tablero y 0°C en la inferior. Y 8°C en la cara inferior y 0°C en la superior para tener en cuenta las dos posibilidades de diferencia de temperatura actuando sobre el tablero.

3.3.4. Nieve

Por la situación geográfica de Chelva, no se considerará la sobrecarga por nieve. Además, el puente no tiene ninguna zona donde pudiese acumularse la misma sin afectar al trazado, por la que, la máxima sobrecarga de uso será un esfuerzo más desfavorable.

3.4. Acciones Accidentales

En el presente proyecto no se han considerado las acciones accidentales.

3.5. Acciones Sísmicas

El municipio de Chelva está en la zona de aceleración sísmica horizontal básica inferior a $0,4g$ por lo que no se consideran las sollicitaciones generadas por un sismo.



4. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

Los valores representativos definen la magnitud de las distintas acciones. Una acción puede tener uno o más valores de función del tipo de acción.

- Acciones permanentes: Tendrán un único valor representativo coincidente con el valor característico.
- Acciones variables: Pueden tener cuatro valores representativos.
 - *Valor característico*: cuando la acción actúa de manera aislada.
 - *Valor frecuente* $\psi_{10} \cdot Q_k$: Será el valor en caso de actuar con otra acción variable de manera simultánea, pero teniendo en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen con su máximo valor al mismo tiempo.
 - *Valor frecuente* $\psi_{11} \cdot Q_k$: valor de la acción que será sobrepasado durante un periodo corto de duración respecto a la vida útil del puente.
 - *Valor casi-permanente* $\psi_{20} \cdot Q_k$: Será el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil.

5. VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

Los valores de cálculo de las distintas acciones se obtienen aplicando un factor de seguridad a los valores representativos de las acciones. Son empleados para las comprobaciones frente estado límite último (ELU) y estado límite de servicio (ELS).

5.1. Estado Límite Último (ELU)

ACCIONES	Situaciones persistentes y transitorias	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanentes Valor Constante	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$
Permanentes Valor No Constante	$\gamma_Q = 1,0$	$\gamma_Q = 1,35$
Acciones variables	$\gamma_Q = 1,0$	$\gamma_Q = 1,5$

Tabla 11. Coeficientes parciales para las acciones ELU

5.2. Estado Límite de Servicio (ELS)

ACCIONES	Situaciones persistentes y transitorias	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanentes Valor Constante	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Permanentes Valor No Constante	$\gamma_Q = 1,0$	$\gamma_Q = 1,0$
Acciones variables	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,0$

Tabla 12. Coeficientes parciales para las acciones ELS



6. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Para realizar la combinación de acciones se han seguido las indicaciones de la IAP 11. Se han introducido casos de carga al programa Bridge CSi, y se han definido los factores de simultaneidad y de combinación. Cada caso de carga de cada acción consideraba el caso más desfavorable en combinación con el resto, para encontrar las envolventes de esfuerzos más desfavorables para el puente.

6.1. Estado límite último (ELU)

Para la comprobación en E.L.U. se tendrá en cuenta la situación persistente o transitoria, de acuerdo con lo indicado en la IAP 11.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción dominante.
- γ_G, γ_Q coeficientes parciales

Para el pre-dimensionamiento del tablero se han empleado distintas combinaciones de acciones, las cuales se detallan en el Anejo de cálculo de superestructuras junto con la descripción del modelo empleado para realizar los cálculos pertinentes.

En las combinaciones del modelo se han considerado todas las indicaciones remarcadas en la normativa respecto a combinaciones en situaciones persistentes.

- Cuando se considere la acción del viento como predominante no se tendrá en cuenta la actuación de la sobrecarga de uso.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso como predominante se considerará el viento concomitante
- Cuando se considere el grupo de cargas de tráfico gr2 (horizontales) no se considerará la acción del viento o de la nieve.
- No se considerará la acción simultánea de la acción térmica y del viento.

Para el presente proyecto de pre-dimensionamiento del puente no se consideran la situación accidental o la sísmica.

6.2. Estado límite de servicio (ELS)

Para las combinaciones en ELS se tendrá en cuenta las siguientes combinaciones:

- Combinación característica (poco probable o rara) (para efectos irreversibles):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente, siguiendo la expresión (para efectos reversibles):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación casi-permanente (para efectos diferidos):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$



7. HIPÓTESIS DE CARGA

7.1. Estado Límite Último (ELU)

A continuación, se muestra en una tabla las combinaciones estudiadas junto con los factores de simultaneidad. Estas combinaciones se han realizado de acuerdo con la IAP 11 y se emplean en proyecto de ambos puentes. Los coeficientes parciales de las acciones para ELU se han indicado en el apartado de valores de cálculo de las acciones.

	GR1-VIENTO	GR1-TERMICAS	GR2	VIENTO	TÉRMICAS
PESO PROPIO	1	1	1	1	1
CARGA MUERTA	1	1	1	1	1
REOLÓGICAS	1	1	1	1	1
USO REPARTIDA	1	1	0,4	-	0,4
USO CARRO	1	1	0,75	-	0,75
FRENADO	-	-	1	-	-
GRADIENTE	-	0,6	0,6	-	1
TEMPERATURA	-	0,6	0,6	-	1
VIENTO	0,6	-	-	1	-

Tabla 13. Combinaciones e hipótesis consideradas para ELU

Aquella acción variable con un factor de simultaneidad de 1, es considerada dominante para cada caso de carga.

7.2. Estado Límite de Servicio (ELS)

En estado límite de Servicio se debe distinguir entre dos tipos de combinaciones, en primer lugar, se muestran los factores de simultaneidad para la combinación característica:

	GR1-VIENTO	GR1-TERMICAS	GR2	VIENTO	TÉRMICAS
PESO PROPIO	1	1	1	1	1
CARGA MUERTA	1	1	1	1	1
REOLÓGICAS	1	1	1	1	1
USO REPARTIDA	1	1	0,4	-	0,4
USO CARRO	1	1	0,75	-	0,75
FRENADO	-	-	1	-	-
GRADIENTE	-	0,6	0,6	-	1
TEMPERATURA	-	0,6	0,6	-	1
VIENTO	0,6	-	-	1	-

Tabla 14. Combinaciones e hipótesis consideradas para ELS Combinación Característica

Para las combinaciones en frecuente únicamente existen tres combinaciones posibles debido a los valores de los coeficientes:

	GR1-TÉRMICAS	VIENTO	TÉRMICAS
PESO PROPIO	1	1	1
CARGA MUERTA	1	1	1
REOLÓGICAS	1	1	1
USO REPARTIDA	0,4	-	-
USO CARRO	0,75	-	-
FRENADO	-	-	-
GRADIENTE	0,5	-	0,6
TEMPERATURA	0,5	-	0,6
VIENTO	-	0,2	-

Tabla 15. Combinaciones e hipótesis consideradas para ELS Combinación Frecuente



8. MATERIALES

8.1. Hormigón

Se consideran las siguientes resistencias características:

- Hormigón de limpieza HL-150/B/20
- Hormigón en zapatas HA-30/B/20/IIb
- Hormigón en pilas HA-30/B/20/IIb
- Hormigón en tablero HP-35/B/20/IIb

Se considera el siguiente valor para el coeficiente de dilatación térmico:

$$\alpha = 1,1 * 10^{-5}$$

8.2. Acero para armaduras pasivas

Para todos los elementos a emplear se considera acero B 500 S. El límite elástico y el módulo de Young considerados son:

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$
$$E = 2 * 10^5 \text{ N/mm}^2$$

8.3. Acero para armaduras activas

El acero para pretensado empleado en el proyecto es el Y 1860 S7, cuyo límite elástico y módulo de Young de:

$$f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$$
$$E = 1,95 * 10^5 \text{ N/mm}^2$$



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°9

ESTRUCTURAS. ESTUDIO DE SOLUCIONES

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



ANEJO 9: Estudio de Soluciones

1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO.....	2
2. ESTUDIO DE SOLUCIONES DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO	3
2.1. Planteamiento del problema	3
2.2. Situación de Estribos	3
2.3. Diseño de Pilas	4
2.4. Alternativas Propuestas.....	5
2.4.1. Alternativa 1. Cajones de Canto Variable	5
2.4.2. Alternativa 2. Puente Extradosado.....	5
2.4.3. Alternativa 3. Puente Bowstring	5
2.4.4. Alternativa 4. Vigas Artesas	5
2.4.5. Alternativa 5. Cajones de Canto Constante.....	6
2.4.6. Alternativa 6. Losa de canto constante y 2 tramos de canto variable	6
2.4.7. Alternativa 7. Losa de canto Constante y 1 Tramo de canto variable.....	6
2.4.8. Alternativa 8. Losa de canto constante y pérgola.....	7
2.4.9. Alternativa 9. Vigas doble T prefabricadas y pérgola.....	7
2.5. Análisis multicriterio de las alternativas	8
2.6. Resultado Press	10



1. OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

Parte fundamental del presente trabajo es encontrar aquella solución estructural que mejor se adapte a los condicionantes existentes para cada puente. Por este motivo se ha realizado un estudio de soluciones detallado sobre el puente a proyectar en cada barranco.

El proceso realizado comienza con un estudio de soluciones general, en el cual, primero se ha determinado la posición de los estribos para cada puente. A continuación, se han propuesto distintas alternativas para salvar la luz total. El proceso independiente en cada puente se detalla en cada subapartado, debido a que la metodología empleada ha dependido de la naturaleza del puente. De la misma manera que se ha realizado un estudio de soluciones para el tablero, se ha hecho lo propio con las pilas de cada puente.

De estas primeras alternativas, se han escogido un total de 5 para cada puente, sobre las cuales se ha profundizado en su diseño, para poder realizar una valoración multi-criterio del tipo Press que permita encontrar la solución óptima en cada uno de los barrancos.

De la solución adoptada para cada barranco se llevará a cabo un predimensionamiento, tanto del tablero, como de las subestructuras, los cuales se detallan en el Anejo de Superestructuras y Anejo de Subestructuras.



2. ESTUDIO DE SOLUCIONES DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO

2.1. Planteamiento del problema

La alternativa Norte de la CV-35 a su paso por Chelva transcurre por un terreno montañoso. Con el objetivo de acoplarse al terreno y reducir las toneladas de desmonte y terraplén necesarias se ha adoptado un trazado ajustado a la topografía del territorio. Por ello es necesario ganar cota que permite salvar las montañas del cerro Cojanta situadas al norte del municipio.

La carretera parte de una llanura de mediana extensión, por lo que la diferencia de cota se salvará mediante un viaducto. Este viaducto comenzará en la planicie que se forma antes del barranco del Remedio, y avanzará hasta alcanzar la zona del cerro Cojanta con una pendiente del 7,1%.

El viaducto deberá salvar varios obstáculos que se enumeran a continuación, los cuales han sido claves en el proceso de estudio de soluciones:

- Carretera CV-346 al norte de Chelva en dirección Ahillas. Además, es importante destacar que el cruce con esta carretera se realiza de manera oblicua, por lo que supone una gran longitud.
- Comienzos del Barranco del Remedio. Se atraviesa el barranco del remedio antes de que este alcance su profundidad y anchura más considerables.
- Caminos rurales próximos al barranco. Estos caminos se han considerado de mínima importancia, dado que su trazado no cumple ninguna normativa, y pueden regenerarse después de la obra con pequeñas modificaciones que se adapten al nuevo emplazamiento.

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

- Pendiente (7,1%)
- Trazado con dos curvas compuestas por clotoides y curvas circulares de radios constantes. Los radios de las dos curvas son de 150m y 160m.
- Anchura de calzada de 9m y se deben incluir pretilos en los bordes por lo que la anchura del tablero tendrá un total de 10,5m.

2.2. Situación de Estribos

Debido a la orografía del terreno y a la pendiente longitudinal del trazado, el trazado avanza prácticamente paralelo al terreno a una altura de 4m. Esta diferencia de cota, se salvará mediante terraplén hasta que sea posible. Decidir el punto de partida del puente no depende únicamente de un factor. Se han analizado distintas posiciones para los estribos, y distintas tipologías estructurales de los mismos, hasta encontrar la solución escogida.

Para encontrar la solución al problema se ha tenido en cuenta que la cantidad de terraplén debía ser limitada puesto que de no ser así se estaría levantando un muro de tierras artificial que tendría un importante efecto barrera para el municipio de Chelva. Con la solución se pretende encontrar una alternativa que de sensación de espacio abierto, y no de barrera.

En este caso, no todas las alternativas presentadas para el puente 1 tienen el mismo origen que el resto para mostrar el estudio previo realizado sobre las subestructuras.

Tipos de estribos valorados:

- *Estribo Abierto*

En este caso, las tierras pueden derramar por delante del muro frontal del estribo. Permite el ahorro de materiales siempre que se viable permitir el vertido de tierras. Consiste en un dintel o cargadero sobre el cual apoya el tablero del puente que se apoya sobre unas pantallas.

- *Estribo Cerrado*

El estribo cerrado es el caso más frecuente entre los estribos de puente, permite alcanzar alturas hasta los 8m. Se trata de un muro de contención que puede tener aletas en prolongación o no y evita que se viertan tierras por delante. Es útil también cuando el derrame de tierras requeriría de una gran cantidad de material por la naturaleza de la orografía de la zona.

- **Estribo 1**

A medida que avanza la carretera, aumenta la altura de un hipotético estribo. Por lo tanto, para definir la posición de este estribo únicamente ha sido necesario encontrar la altura adecuada, que compense en cuanto a la longitud de tablero que se reduce en función de la altura de estribo que se alcance. De acuerdo con la recomendación de "Obras de paso de nueva construcción", la altura máxima de estribos no suele superar los 10m.

Se plantea la solución de estribo abierto, el cual permitiría reducir la longitud total del puente ya que se pueden alcanzar alturas de estribo muy elevadas. Sin embargo, debido a la orografía del terreno, alcanzar alturas de estribo cercanas a los 12m, supondría una barrera demasiado grande.

Por otra parte, se plantea la construcción de un estribo cerrado. En este caso, la altura se ve limitada por el tipo de estructura. En los alrededores de la posición donde se baraja colocar el estribo no existen obstáculos que no deban verse afectados por el vertido de tierras. Por este motivo, se opta por realizar un estribo cerrado, pero con vertido de tierras por delante del muro, lo cual permite ahorra la construcción de muros en vuelta.

Se opta por colocar el estribo en el punto PK 1+922.900, alcanzando una altura de 9,74m hasta la rasante de la carretera.

- **Estribo 2**

El razonamiento considerado en el segundo estribo del barranco del remedio es el mismo que para el primero. Por lo tanto, se diseña un estribo cerrado que permita el vertido por delante de tierras.

El segundo estribo del viaducto se debe situar, debido al trazado de la carretera, a la mitad de la segunda curva, puesto que, de no ser así, se alcanzarían alturas de estribo excesivas.

Se ha situado el estribo en límite entre la clotoide y la curva de radio constante, en el PK2+564.500.

A continuación, se muestra un alzado de los estribos cerrados propuestos, que posteriormente serán analizados con mayor grado de detalle.

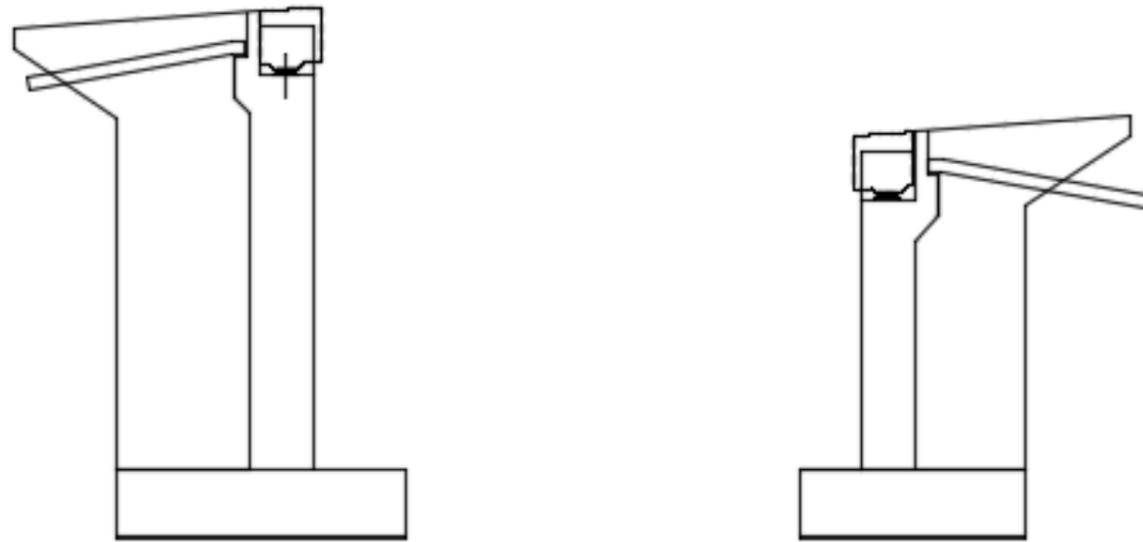


Ilustración 1. Estribos Puente del Barranco del Remedio

2.3. Diseño de Pilas

Debido a la longitud del viaducto y a su situación con respecto a la población, las pilas del puente van a ser visible desde muchos puntos. Por lo tanto, su diseño debe ser agradable a la vista, y tener una buena aceptación social.

Debido a la orografía del terreno, existen pilas con gran variedad de alturas en todos los diseños planteados. Algunas con alturas inferiores a 10m, y otras con alturas superiores a 20m. Aquellas pilas con una altura inferior a 10m se macizarán, y el resto tendrán sección hueca aligerada con porexpan. Debido a la gran altura existente en algunas de las pilas del puente, se deberá realizar un estudio exhaustivo del comportamiento de las mismas frente a las cargas verticales y horizontales existentes. Por último, debido a la localización del puente, las pilas serán apreciables desde muchas posiciones por lo que es importante conseguir una estética agradable.

La solución adoptada finalmente trata de alcanzar una solución equilibrada entre el correcto comportamiento estructural para soportar las cargas existentes, el comportamiento hidráulico y la belleza arquitectónica.

La solución escogida plantea una sección de fuste circular, pero con un diámetro y grosor de paredes suficiente que permita el correcto comportamiento estructural de la pila. Aunque la sección no sea la más adecuada para resistir frente a pandeo, se considera que las luces de la solución final no son excesivamente elevadas para transmitir tan elevadas cargas a la pila. La pila de sección circular garantiza el mejor comportamiento hidráulico posible. Además, se ha cuidado el diseño de la misma, realizando un cambio en la forma a partir de los 6m desde la parte inferior del cabezal. El cabezal también ha sido diseñado teniendo en cuenta la estética de la cual se quiere dotar al conjunto de la estructura.

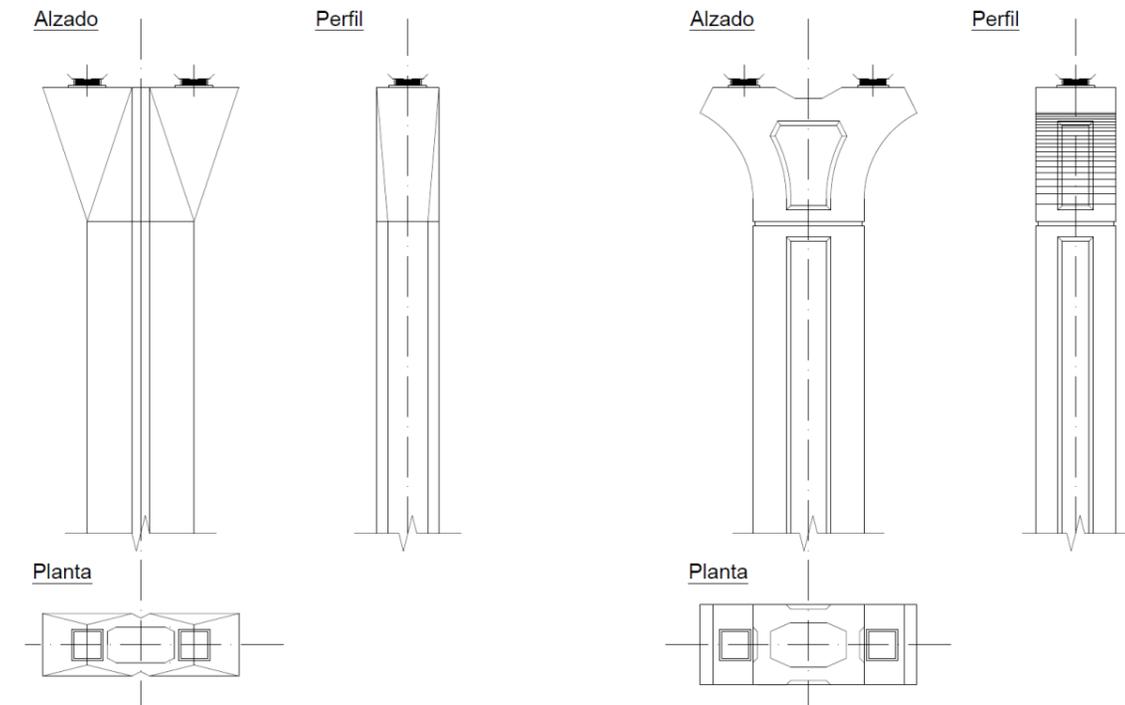


Ilustración 2. Alternativa de pilas 1 y 2

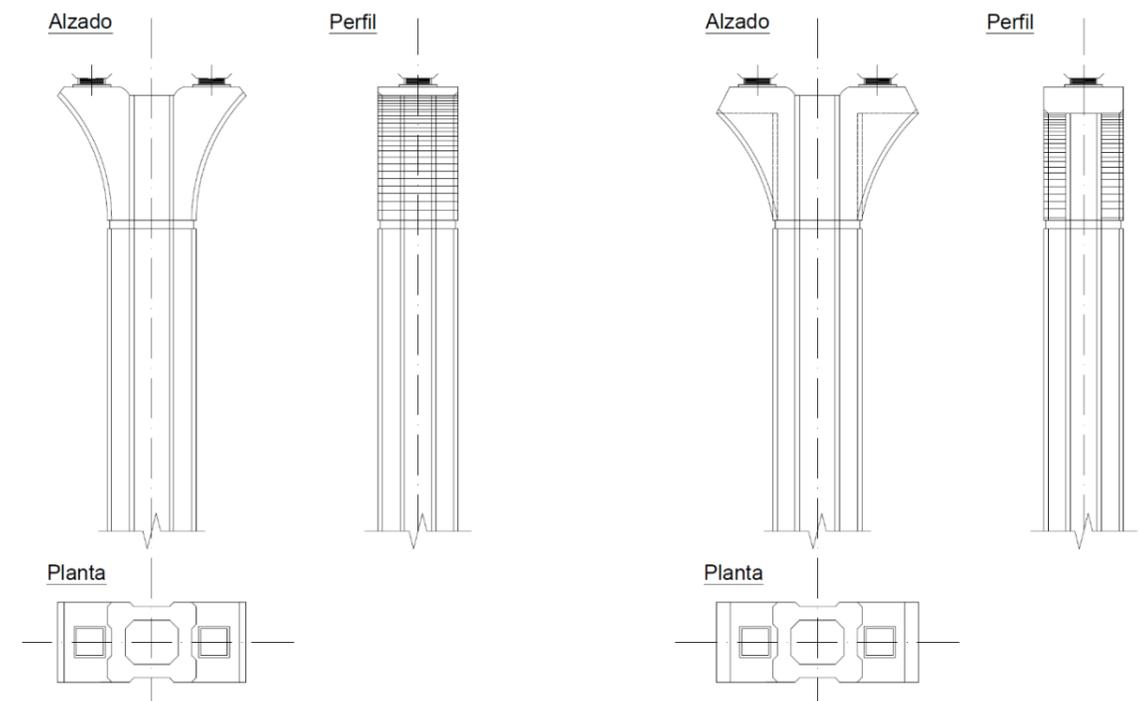


Ilustración 3. Alternativa de pilas 3 y 4

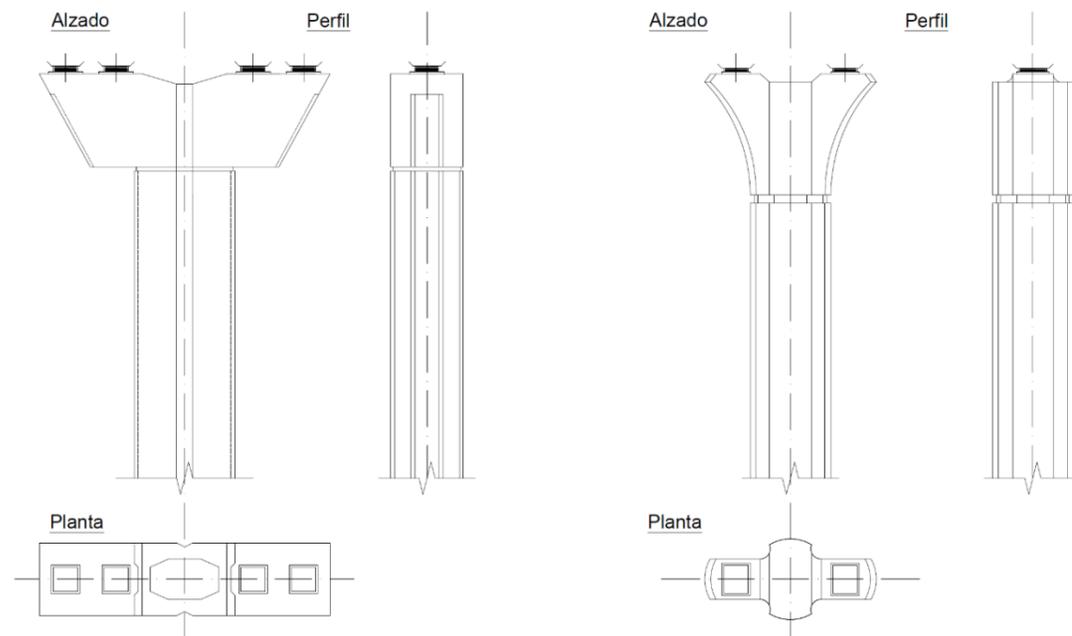


Ilustración 4. Alternativa de pilas 5 y 6

2.4. Alternativas Propuestas

2.4.1. Alternativa 1. Cajones de Canto Variable

Se plantea una alternativa utilizando la tipología de cajón variable que permite salvar luces muy elevadas. En este caso se ha optado por luces de 91,66m para los tramos de compensación y de 114,57m para el resto.

El cajón permite salvar todos los obstáculos, pero requiere cantos de más de 4m sobre las pilas. Además, las pilas deberán tener unas dimensiones considerables para soportar las grandes cargas transmitidas.

La estética de un puente de cajones variables es agradable, sin embargo, al tratarse de un valle de muy poca profundidad, se tienen cantos muy elevados sobre alturas poco considerables.

Desde el punto de vista económico, una solución de cajones de canto variable únicamente sería aconsejable en caso de que las grandes luces fueran necesarias, o que las pilas necesitasen unas alturas muy elevadas, el cual no es el caso para el presente problema, por lo que puede considerarse como una solución de coste excesivamente elevado para salvar el barranco del remedio y la cv-346.

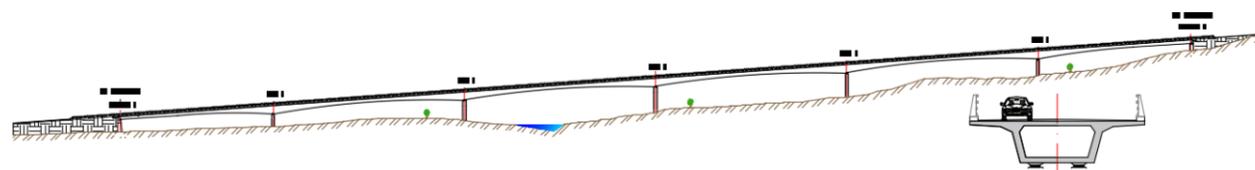


Ilustración 5. Cajón Canto Variable

2.4.2. Alternativa 2. Puente Extradado

Debido a la orografía del valle, no se considera salvar todo el puente con extradados continuos, sin embargo, si se valora emplear en un tramo en concreto esta tipología que permite salvar luces considerables y dar singularidad al diseño del puente.

Se avanza mediante una losa de canto constante, con diez vanos de 33m de luz hasta que se alcanza el tramo del puente extradado. En este caso, se tienen tras vanos de luces de 40m, 75,6m y 40m con dos torres entre vanos.

La estética de la solución es muy agradable, y permite salvar los obstáculos necesarios. La luz con la que se salva la carretera cv-346 es de 75m. Sin embargo, no es necesario salvar una carretera comarcal de 9m con una luz tan elevada. Por último, se debe destacar que el coste de realizar un puente extradado es muy elevado.

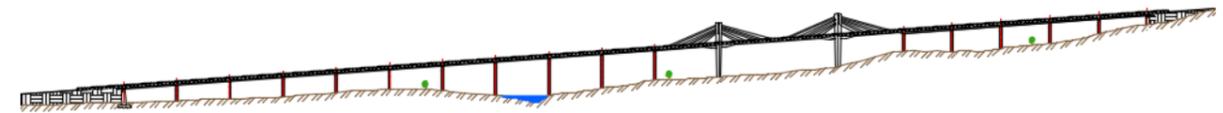


Ilustración 6. Extradado

2.4.3. Alternativa 3. Puente Bowstring

De la misma manera que se ha empleado un extradado para salvar la cv-346, se plantea hacer lo propio mediante un puente arco superior (bowstring). El puente arco tiene una luz total de 100m, sin embargo, la carretera no pasa por la parte inferior central, debido a que el puente debe respetar el trazado en planta de la variante Norte, y no se ha querido diseñar un arco en curva.

El comienzo del puente está formado por una losa de canto constante de luces de 28,9 en los vanos de compensación y de 9 vanos de luces de 36,5m. En este caso, se considera que la alternativa supone un coste muy elevado para salvar la cv-346.

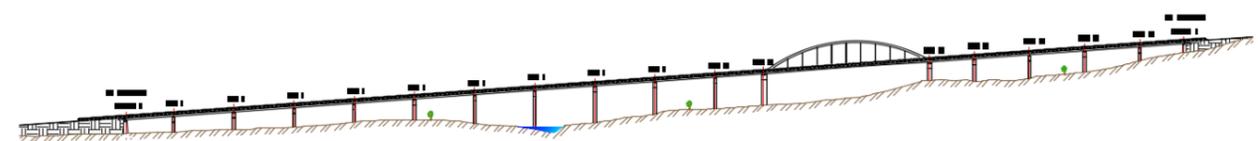


Ilustración 7. Bowstring

2.4.4. Alternativa 4. Vigas Artesas

Para salvar la longitud total, se plantea una solución mediante vigas artesas, con luces de 28,3m y 45m. Esta variación en las luces de las vigas es debida a que el puente debe adaptarse en planta a las curvas del trazado y debe salvar los obstáculos ya descritos. Dentro de esta variación necesaria, se ha querido mantener todas las vigas del mismo tamaño, por motivos estéticos cuando el puente este ya construido; y por motivos económicos, a la hora de realizar la prefabricación de los distintos elementos estructurales.

Aparte de ser una solución económicamente favorable, se trata de una solución prefabricada que permite salvar la CV-346 sin necesidad de otra estructura auxiliar. Para ser una solución prefabricada tiene una estética bastante agradable por la forma de las vigas.

Sin embargo, la adaptabilidad al trazado no es tan favorable como en soluciones de construcción in situ. Por otra parte, para poder transportar vigas prefabricadas de tan grandes tamaños serán necesario diseñar vías de acceso y un proceso de elevación de las piezas muy complejo.

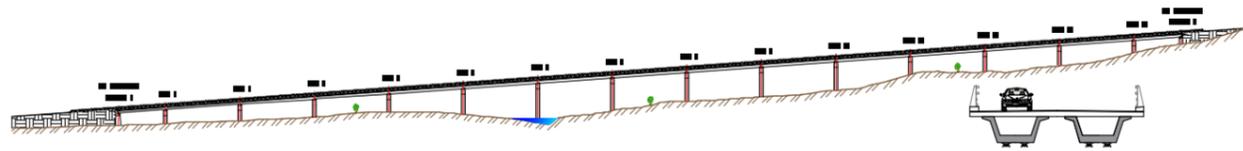


Ilustración 8. Vigas Artesa

2.4.5. Alternativa 5. Cajones de Canto Constante

Se plantea una solución mediante un tablero tipo cajón constante. Esta tipología permite obtener luces considerables entre los 30 y 70m. Por lo tanto, para salvar la longitud total del puente (641.6m) se plantea la construcción de dos puentes con elementos de cajones de canto constante. Estos tramos no tienen longitudes idénticas, pero sí muy parecidas para mantener una estética agradable en el puente. La diferencia de longitud es debido a la existencia de obstáculos que deben ser salvados sin introducir pilas en sus proximidades.

El primer tramo tiene una longitud de 333,6m. se trata de un puente de 6 vanos, dos de ellos de menor longitud para actuar como vanos de compensación. Se plantean luces de 47,8 y 59,5. Con esta disposición se supera el barranco del remedio con una gran eficacia, y el puente termina entre el barranco y la carretera.

En ese punto comienza el segundo puente de cajones de canto constante de 308m de longitud. Se sigue la misma disposición de seis vanos con dos de compensación, pero en este caso las luces son de 44 y 55m.

Esta solución permite utilizar un número reducido de pilas, manteniendo una sensación de transparencia en la zona afectada por la carretera. Se ha empleado un diseño de pila con una estética cuidada para dotar al puente de una belleza arquitectónica considerable. Además, el número de juntas y apoyos es mínimo, aunque la longitud del tramo continuo puede ser excesivo para garantizar el correcto funcionamiento, especialmente al tenerse radios de curvas tan pronunciados.

Sin embargo, la solución requiere de un canto de tablero elevado, y en aquellas pilas de baja altura, la estética no es muy agradable, puesto que hay mucho canto para la poca distancia existente entre la parte inferior del tablero y el terreno. Además, estas luces puede que sean excesivas para la situación existente, ya que el coste de un tablero cajón es elevado en comparación con otras alternativas planteadas.

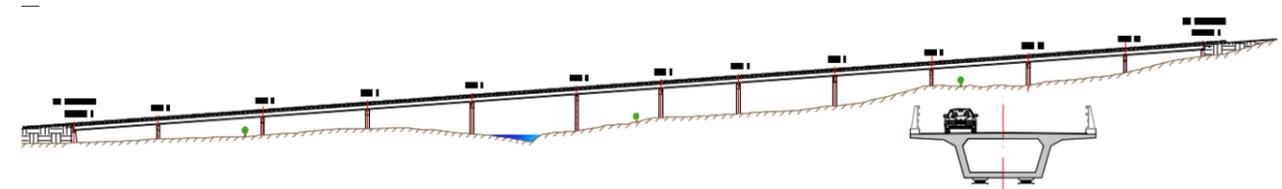


Ilustración 9. Cajón Canto Constante

2.4.6. Alternativa 6. Losa de canto constante y 2 tramos de canto variable

Se pretenden salvar los dos principales grupos de obstáculos con dos tramos de losa de canto variable y el resto del viaducto se resolverá mediante losa de canto constante.

El primero de los tramos de canto variable superará los caminos rurales y el barranco. El segundo salvará la CV-346. Entre ambos tramos se disponen un único vano independiente de 35m de longitud. Debido a que la longitud del mismo es corta, no es necesario realizar vanos de compensación ya que se trataría de un puente losa de un único vano.

El primer tramo del viaducto, que comienza en el PK 1+922,9 tiene una longitud total de 205,1m. Consta de 7 vanos, con luces de 25m en los de compensación, y de 31m en los vanos restantes.

El segundo tramo continuo de canto constante comienza en el PK 2+390,5 y tiene una longitud total de 174m. En este caso se plantean 6 vanos de luces iguales al tramo anterior, 25m y 31m.

Se trata de una solución muy agradable estéticamente dado el pequeño canto de la losa en todo el viaducto. Además, el canto variable es una solución elegante para salvar los dos principales obstáculos del trazado. Se han empleado pilas con cabezal y fuste a juego que dejen en el valle una estética bonita ya que serán visibles desde muchos lugares.

Sin embargo, dado que la longitud total del barranco es de 21,94, se considera que el coste para salvar este tramo con un canto variable puede ser un tanto excesivo. Además, la complejidad de realizar un canto variable es mayor que la de un tramo de canto constante, y todavía más cuando se trata de una planta curva, como es el caso de los dos tramos existentes.

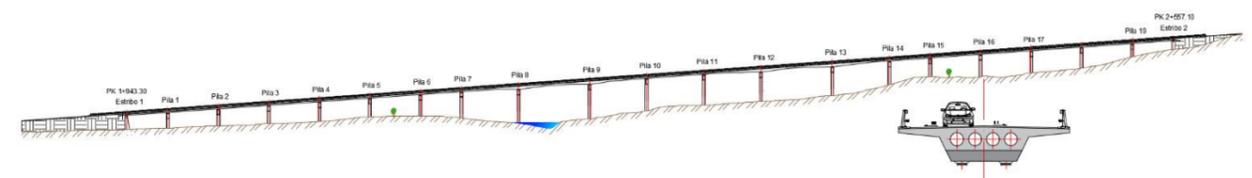


Ilustración 10. Losa Dos Cantos Variables

2.4.7. Alternativa 7. Losa de canto Constante y 1 Tramo de canto variable

Se plantea una solución basada en una losa de canto constante con un tramo de canto variable en la zona donde el puente cruza la carretera CV-346 para salvar la distancia total de 641.6m. Se diseñan cuatro tramos de puente, tres de ellos de canto constante con una longitud total de 180.8m. Al tratarse de puentes continuos constan de un tramo de compensación en los extremos de 25,6m y cuatro vanos de 32m. Este esquema se repite en los tres tramos.

El tramo de canto variable que salva la carretera tiene una luz total de 104m compuestos por tres vanos. Los dos vanos de compensación tienen una luz de 32m y el central de 40m.

Esta solución permite salvar la carretera de manera elegante, con un tramo singular de canto variable. Este tramo de canto variable será a su vez curvo, debido a la planta de la carretera, por lo que el encofrado será laborioso. Por otro lado, el barranco del remedio también es salvado, sin introducir ninguna pila en la zona profunda por donde puede circular agua.

El puente utiliza un rango de luces de tamaño medio, con un coste aceptable. Además, la disposición de luces permite dar cierta homogeneidad al viaducto, manteniendo una luz de 32m constante a lo largo de todo el puente.

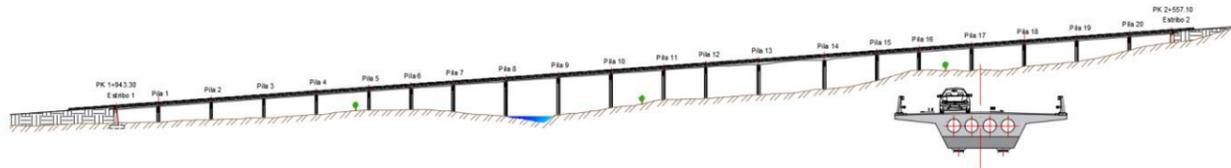


Ilustración 11. Losa Un Canto Variable

2.4.8. Alternativa 8. Losa de canto constante y pérgola

Se plantea realizar el viaducto completo con losa de canto constante, sin embargo, las luces alcanzables con esta tipología no permitirían salvar la carretera cv-346 con el resguardo aconsejado debido a la desviación de esta sobre el eje del puente. Por ese motivo se plantea la construcción de una pérgola que permita superar el obstáculo.

El viaducto avanza hasta la pérgola con dos tramos de luces de 27 y 34 de luz, y termina con luces otro tramo con las mismas distribuciones de luces. En total, la pérgola tiene una longitud de 71,6m en su totalidad. Además de la carretera CV-346, la alternativa salva el barranco del remedio, pero introduciendo una pila en la parte más elevada del cauce, la cual únicamente afectaría al caudal con un periodo de retorno de 500 años.

La construcción de la pérgola encarece la solución considerablemente. La pérgola considerada en esta alternativa es de construcción in situ, igual que el resto del viaducto. Esta solución incluye un obstáculo más grande en las proximidades al núcleo de Chelva. Además, la desviación de la carretera no es tan excesiva como para requerir una pérgola en esta carretera, al igual que al no existir limitaciones de gálibo, no es necesario buscar soluciones que limiten el canto al máximo.

Desde un punto de vista estético, la losa de canto constante a lo largo de la planicie puede ser una solución agradable, sin embargo, la pérgola supone un obstáculo muy grande en las proximidades del núcleo urbano.

2.4.9. Alternativa 9. Vigas doble T prefabricadas y pérgola

Se plantea una solución mediante vigas prefabricadas, sin embargo, la carretera CV.345 no puede salvarse con las longitudes habituales de vigas, por lo que requiere de la pérgola para poder cruzarla. En este caso, la pérgola se realizaría mediante vigas prefabricadas, como el resto de la solución.

La solución cuenta con un primer tramo de vigas prefabricadas con una longitud media de 35m. En las proximidades de la pérgola se incluyen unas vigas de menor longitud que permitan unir las estructuras en el comienzo de la pérgola cuya longitud es de 47,8m en el plano medio. La

solución propuesta también salva el barranco del remedio, aunque introduce una pila en las proximidades del cauce, que se afectaría al cauce para los caudales de grandes periodos de retorno.

La solución mediante vigas prefabricadas rectas debe acoplarse en planta mediante una poligonal de vigas, lo cual se adapta peor al trazado que una solución continua. En este caso, debido al pequeño radio de las curvas, se necesitarían vigas de distintas longitudes para acoplarse al trazado. La construcción de una pérgola está justificada cuando el ángulo de esviación es muy elevado y cuando el ancho del obstáculo a salvar es demasiado para salvarlo con otra de las tipologías convencionales.

Un puente mediante vigas prefabricadas es siempre una solución económicamente viable, aunque en este caso, la necesidad de la pérgola, encarece la solución. Se trataría de la solución más rápida para ejecutarse. Sin embargo, la construcción de una pérgola supone un elevado coste económico, por lo que la combinación de ambas tipologías hace que la alternativa no sea tan económicamente favorable como una compuesta por vigas doble T únicamente.

Desde un punto de vista estético, las soluciones prefabricadas no son las más favorables. Además, una pérgola supone un obstáculo de grandes dimensiones para la vista, especialmente en un lugar próximo al núcleo urbano como el caso de la presente alternativa.

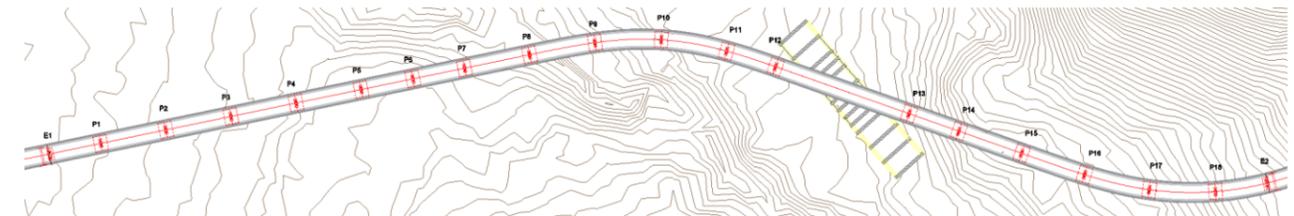


Ilustración 12. Pérgola vista en Planta



2.5. Análisis multicriterio de las alternativas

En el presente apartado se pretende realizar un análisis multicriterio de las distintas alternativas propuestas en el anejo de estudio de soluciones con el fin de elegir aquella que mejor se adapte a las numerosas exigencias descritas posteriormente.

Dicho análisis se puede llevar a cabo mediante distintos métodos multicriterio de apoyo a la toma de decisiones, sin embargo, en nuestro caso se ha acordado realizarlo mediante el método Press, el cual fue desarrollado por el Profesor Gómez-Senent.

El método Press busca determinar la alternativa más favorable a través de un análisis basado en la comparación de una alternativa con todas las que sea posible. Dicho de otro modo, establece las relaciones entre las distintas alternativas para todos y cada uno de los criterios fijados en el estudio de soluciones. Así, el método Press enfoca la elección óptima en aquella alternativa que es mejor en el mayor número de criterios posibles en comparación con las demás, es decir, aquella que presenta menos debilidades frente al resto.

La metodología para el cálculo del método Press es el siguiente:

- Selección de criterios a evaluar y establecimiento de pesos específicos: c_j y p_j .
- Valoración de los criterios para cada una de las alternativas: x_{ij} .
- Matriz de valoración dada por la expresión:

$$Q(i, j) = \left(\frac{x_{ij}}{x_{j\text{máx}}} \right) * p_j$$

Siendo x_{ij} el valor obtenido por la alternativa x_i para el criterio c_j y $x_{j\text{máx}}$ el valor máximo de puntuación para el mismo criterio.

- Determinación de la matriz de dominación. Los valores de dicha matriz vienen dados por la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas. La expresión de la matriz es la siguiente:

$$T(i, j) = \sum_{k=1}^n [Q(i, k) - Q(j, k)]$$

- Los valores D_i se obtienen como suma de las filas de la matriz de dominación (determina la relación de la alternativa i respecto del resto), y da como suma de las columnas correspondientes (determina las ventajas del resto de las alternativas respecto a la alternativa estudiada).

El método concluye en la determinación, para todas las alternativas, de la relación entre sí y diciendo la solución óptima el valor:

$$\text{Máx} \left[\frac{D_i}{d_i} \right]_{i=1}^{i=n}$$

Con este resultado obtendremos clasificadas de más a menos óptimas cada una de las alternativas estudiadas.

Los criterios seleccionados para el análisis tipo press son economía, proceso constructivo, entorno, durabilidad, funcionalidad y estética. A continuación, se analizan y describen los criterios en función de lo considerado al analizar las alternativas sobre el barranco del remedio.

Economía: el peso sobre el total es del **19.34%**. Posiblemente este criterio sea uno de los más a tener en cuenta en el análisis ya que independientemente de buscar una solución que estructuralmente encaje y se comporte bien, siempre vamos a tener como objetivo conseguirla al menor precio. Los subcriterios en los que hemos desglosado la economía para su mejor estudio han sido:

- Coste: como se sabe, el coste es uno de los principales ejes en torno al cual gira cualquier proyecto de ingeniería ya que siempre se va a intentar buscar una solución eficiente al menor coste posible. Es por ello que se le ha decidido dar un peso máximo dentro de la valoración. La forma de evaluarlo en cada una de las alternativas se resume en darle una puntuación mayor a aquellas que tengan menor coste y menor a las más caras, por lo que se le asigna un subpeso de 10.
- Posicionamiento de estribos: este subcriterio adquiere una pronunciada importancia en la búsqueda de soluciones para este puente. Al tratarse de una estructura de gran longitud, la posibilidad que nos permite el entorno de variar en un cierto rango la posición de los estribos, supone una disminución de la longitud del puente hecho que repercute en numerosos aspectos, pero principalmente en la economía. Así a aquellas alternativas cuyos estribos nos permitan soluciones más óptimas se les asignará una mayor puntuación. Para poder contabilizar la importancia del posicionamiento de los estribos se ha elegido asignarle a este subcriterio de 6,5.
- Mantenimiento: el futuro mantenimiento de una estructura siempre debe quedar programado en el proyecto. Este supone un incremento considerable en la economía global, puesto que en ciertos casos ha de realizarse con bastante periodicidad. El peso asignado ha sido de 7, de modo que tendrán mayor puntuación aquellos que precisen menor mantenimiento y menos los que más mantenimiento.

Proceso constructivo: el peso sobre el total es del **18.11%**. Dependiendo de la tipología de puente seleccionada, habrá que emplear un proceso constructivo diferente. Debido a la variación de complejidad de entre ellos, la elección de uno u otro influirá de forma considerable la economía del puente en plazos, maquinaria... Para su correcta evaluación se ha visto conveniente desglosarlo en:

- Duración: en este subcriterio se analiza los incrementos de plazos de construcción de los procesos constructivos que llevan asociados cada una de las alternativas. Las variaciones de plazos de un proceso a otro son considerables por lo que se le ha dado un peso de 7. La valoración se lleva a cabo asignándole una mayor puntuación a aquellas alternativas con un proceso constructivo de menor duración.
- Complejidad del proceso: cuanto mayor sea la complejidad del proceso empleado, más medios se tendrán que emplear, mayores medidas serán necesarias adoptar, se deberá acondicionar la zona de trabajo si es necesario... Todo esto tendrá una gran



repercusión en varios de los criterios nombrados anteriormente. Es por tanto un aspecto importante al que se le asigna un peso de 8. Aquellos sistemas que presenten una complejidad menor serán recompensados con mayor puntuación y viceversa.

- Implicación de seguridad y social: la seguridad y salud (SS) en la obra son dos ámbitos muy importantes que siempre se deben tener muy presentes. Aquí se valorarán las medidas de SS que serían necesarias implantar dependiendo del proceso constructivo. Generalmente estas medidas son de obligatoria implantación independientemente de la obra que se vaya a realizar. Pero a pesar de ello se ha visto necesario reflejarla en este apartado. El peso seleccionado ha sido de 7, de modo que se aumentará la puntuación en aquellas que menos medidas necesiten y al contrario.

Entorno: con un peso sobre el total de **16,46%** sobre el total, este criterio evaluará los efectos que ocasionará el puente en el emplazamiento, tanto en la fase de construcción como en servicio, es decir, afección ambiental, como queda integrado en el entorno y la oposición que supondrá al paso del agua en los cauces.

- Integración paisajística: la alternativa finalmente seleccionada debe quedar perfectamente integrada en el entorno, sin crear un impacto visual negativo. A diferencia con el puente 2, se trata de un subcriterio con una cierta importancia debido a la gran longitud de las alternativas presentadas. En cuanto a la puntuación se les asignarán las mayores a las alternativas que mejor queden integradas en el entorno, decidiendo establecer un valor de 7.
- Afección ambiental: los impactos que se produzcan durante la construcción y servicio del puente deben estar controlados y vigilados en todo momento mediante el Estudio de Impacto Ambiental, proponiendo medidas correctoras y de control en el caso que sea necesario. Por tanto, podemos decir que se trata de un criterio importante al que se le ha asignado un peso de 8. Aquellas alternativas que supongan una menor afección al entorno tendrán mayor puntuación.
- Afección del cauce: a diferencia del puente 2, debido a las características del terreno y de las alternativas planteadas, los pequeños cauces que encontramos en el trazado del puente no se ven prácticamente afectadas por ninguna de las alternativas sometidas al análisis. Por tanto, se le asigna un subpeso de 5, dándoles mayor valor a aquellas alternativas que pudieran generar más problemas en estos cauces.

Durabilidad: con un peso del **14,81%** sobre el total, en este criterio se pretende recoger todos aquellos elementos y aspectos que comprometan la durabilidad del puente en su conjunto, es decir, no se estudia la durabilidad si no el número de elementos que puedan perjudicarla. Estos elementos son:

- Juntas y uniones: cuantas menos uniones y juntas presente nuestro puente menos riesgo de afectar la durabilidad del mismo. Es un criterio de importancia media ya que las juntas si son necesarias es irremediable ponerlas. Por ello se le ha asignado un peso al subcriterio de 6. Aquellas alternativas que presenten menor número de juntas y uniones tendrán más puntuación.
- Apoyos: la parte de la estructura que más se resiente con el paso del tiempo son los neoprenos que disponemos en los apoyos. Un mayor número de estos supone una pér-

didada en durabilidad de la estructura. El peso que hemos seleccionado para dicho subcriterio ha sido de 8 por la importancia que presentan los apoyos en la estructura. Conseguirán máxima puntuación aquellas alternativas que presenten un menor número de apoyos.

- Elementos auxiliares: este subcriterio presenta realmente poco peso dentro del criterio ya que se trata de los equipamientos de los que se dota al puente. Por este motivo se le ha dado un peso de 3 y puesto que prácticamente todas las alternativas presentarán los mismos elementos auxiliares tendrán el mismo valor.

Funcionalidad: con un peso sobre el total de **16,46%** en el presente criterio se evaluará si las distintas alternativas son funcionales en cuanto a las características impuestas y al propio diseño.

- Comportamiento estructural: se trata de evaluar si la tipología empleada encaja de manera apropiada con la solución. Se trata de un criterio de elevada importancia puesto que de no cumplirlo se estaría proyectando una estructura que no se comporta bien debido a su diseño. El subpeso es por lo tanto de 8.
- Cumplimiento características del trazado: el trazado en el que se ha debido encajar el puente tanto en planta como en alzado presenta numerosas singularidades (curvas elevadas, pendientes, carreteras a salvar entre otras) que hacen que no todas las tipologías propuestas cumplan las exigencias impuestas. Por lo tanto, estamos hablando de un subcriterio que va a ser decisivo a la hora de realizar la selección final. El subpeso que le hemos asignado es de 10, puntuando las alternativas con una nota mayor en cuanto mejor sea su adaptación.
- Capacidad de ampliación: Siempre se considera la capacidad de ampliación como una característica a la hora de evaluar la mejor alternativa. Sin embargo, se le da poco peso ya que, de acuerdo con los estudios de tráfico, esta ampliación no debería ser necesario.

Estética: con un peso con respecto al total de **14,81%**, podemos decir que la estética es importante dentro del proyecto puesto que el puente es visible desde otras carreteras. Sin embargo, al no ser visible desde el núcleo urbano, no se considera como uno de los más importantes, y únicamente consta de un peso de 5.

**2.6. Resultado Press**

En las tablas siguientes se muestran los valores dados a cada alternativa, junto con la matriz de dominación y el índice Press.

Tabla 1. Valores Alternativas Puente sobre el Barranco del Remedio

Puente 1			Alternativas propuestas					Peso sobre el total %
Criterios de evaluación	Subpeso	Peso	Puente Cajón	Puente Losa C.C + Pérgola	Puente Viga + Pérgola	Puente Losa 1 C.V.	Puente Losa 2 C.V.	
Economía	Coste	10	6	5	6,5	8,5	7	19,83
	Posicionamiento de los estribos	7	7	7	7	7	7	
	Mantenimiento	7	7	6,5	6	7	7	
Proceso constructivo	Duración	7	5	6	6,5	8	6	18,18
	Complejidad del proceso	8	5,5	4	5	8	7	
	Implicación de Seguridad y Salud	7	7	7	5,5	7	7	
Entorno	Integración paisajística	6,5	6	5	4	7	8	15,29
	Afección Ambiental	7	6	5	4	6	6	
	Afección del cauce	5	7	5	5	6,5	7	
Durabilidad	Nº de apoyos	8	8	5,5	2	6,5	6,5	14,88
	Juntas y uniones	6	7	5	3	6	5	
	Elementos auxiliares	4	6	6	6	6	6	
Funcionalidad	Comportamiento estructural	8	8	6,5	5	7	7	18,18
	Cumplimiento de características de trazado	10	7	8	4	8	8	
	Capacidad de ampliación	4	3	4	8	4	3	
Estética	Belleza arquitectónica	5,5	5,50	7,5	5,5	4	7	13,64
		Suma	40,33					100,00



Tabla 2. Matriz de dominación Puente sobre el Barranco del Remedio

ALTERNATIVAS	PUENTE CAJÓN	PUENTE LOSA C.C. + PÉRGOLA	PUENTE VIGA + PÉRGOLA	PUENTE LOSA 1 C.V.	PUENTE LOSA 2 C.V.
PUENTE CAJÓN	-	0,08292011	0,140289256	0,019214	0,0172
PUENTE LOSA C.C. + PÉRGOLA	0	-	0,067011019	0	0
PUENTE VIGA + PÉRGOLA	0	0	-	0	0
PUENTE LOSA 1 C.V.	0	0,140358127	0,200757576	-	0,033057
PUENTE LOSA 2 C.V.	0	0,128581267	0,18898	0,021280	-

Tabla 3. Índice Press Puente sobre el barranco del Remedio

ALTERNATIVAS	SUMA FILAS	SUMA COLUMNAS	ÍNDICE PRESS
PUENTE CAJÓN	0,259779614	0,125344353	2,072527473
PUENTE LOSA C.C. + PÉRGOLA	0,046625	0,358471074	0,130067243
PUENTE VIGA + PÉRGOLA	0,006612	0,597038567	0,011073942
PUENTE LOSA 1 C.V.	0,453857	0,040495868	11,20748299
PUENTE LOSA 2 C.V.	0,404890	0,050413223	8,031420765







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO N°10

ESTRUCTURAS. CÁLCULO DE SUPERESTRUCTURAS

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



ANEJO 10: Cálculo de Superestructuras

ANEJO 10: Cálculo de Superestructuras	1
1. ORGANIZACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL.....	2
2. MODELO ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO .	2
2.1. Proceso Constructivo	3
2.2. Pretensado.....	4
2.2.1. Trazado de los cables.....	4
2.2.2. Fuerza de Pretensado	5
2.3. Acciones en el Modelo de Cálculo	6
2.4. Análisis de los resultados.....	6
3. COMPROBACIÓN SECCIONAL DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO	9
3.1. Comprobaciones Tramo 3 (Canto Variable).....	9
3.1.1. Comprobaciones ELU Flexión	9
3.1.2. Comprobaciones ELU Cortante.....	11
3.2. Comprobaciones Tramos 1, 2,4 (Canto Constante).....	13
3.2.1. Comprobaciones ELU Flexión	13
3.2.2. Comprobaciones ELU Cortante.....	15
3.3. Comprobaciones ELS	17
3.3.1. Estado Límite de Fisuración	17
3.3.2. Estado Límite de Deformación	18
3.4. Conclusiones Tablero	19

APÉNDICE 1: Resultados CSiBridge para envolvente de todos los casos de carga de Estado Límite Último en el Puente sobre el barranco del Remedío y la CV-346.

1. ORGANIZACIÓN DEL MODELO ESTRUCTURAL

Para el cálculo de las estructuras del presente anejo se han empleado dos modelos estructurales, uno para cada puente, que a continuación se proceden a describir. Estos modelos de cálculo se han realizado en el programa CSi Bridge. A partir de los cuales se han obtenido esfuerzos, los cuales han sido introducidos en otros programas o aplicaciones informáticas para dimensionar secciones o elementos constituyentes del puente.

- 1.1. **CSiBridge:** Aplicación independiente a través de la cual se ha modelado, dimensionado y analizado el puente estudiado a través de un único modelo.
- 1.2. **CYPE:** Aplicación completamente independiente empleada para el diseño y comprobación de las subestructuras.
- 1.3. **Prontuario Informático del hormigón estructural EHE-08:** Software desarrollado por el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), mediante el cual se han diseñado armados y se han comprobado secciones.

2. MODELO ESTRUCTURAL DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO

En primer lugar, se introducen los materiales que componen la estructura con sus correspondientes características indicadas en el apartado de “Bases de Cálculo”. A continuación, se modelizan las distintas secciones que componen el puente, tanto del tablero como de las pilas.

Para el tablero se tiene una sección tipo losa de canto constante para los tramos 1, 2 y 4, y una sección tipo losa de canto variable para el tramo 3.



Ilustración 1. Alzado tramo 3 del puente

Para las pilas se ha modelado una sección circular con cuatro acanaladuras verticales con un aligeramiento central para reducir el peso propio de la misma.

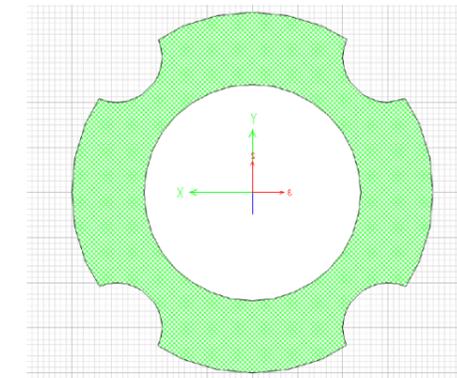


Ilustración 2. Sección transversal Pila modelizada

A continuación, se modelan los diferentes apoyos tanto de pilas como de estribos, indicando los grados de libertad de cada uno de ellos. En un primer dimensionamiento se consideran los giros libres en todos los apoyos y los desplazamientos fijos en las tres direcciones (vertical, transversal y longitudinal) en los apoyos extremos y se liberan los movimientos en el eje longitudinal de la carretera en los apoyos intermedios. Posteriormente una vez obtenidos los esfuerzos en cada uno de ellos se realiza el cálculo de las rigideces como se muestra en el apartado “Dimensionamiento de los aparatos de apoyo”.

DOF/Direction	Release Type	Stiffness	Release Type	Stiffness
Translation Vertical (U1)	Fixed		Fixed	
Translation Normal to Layout Line (U2)	Fixed		Fixed	
Translation Along Layout Line (U3)	Fixed		Free	
Rotation About Vertical (R1)	Free		Free	
Rotation About Normal to Layout Line (R2)	Free		Free	
Rotation About Layout Line (R3)	Free		Free	

Ilustración 3. Tablas de condiciones de Apoyo

También se ha modelizado el pretensado necesario obtenido de un predimensionamiento previo, para ello se ha definido el trazado de cada uno de los cables que transcurren por el interior de la sección de hormigón a lo largo de todo el puente, indicando además de la fuerza de tesado, las pérdidas que sufre cada uno de ellos.

Una vez que se han introducido materiales, secciones, pretensado y condiciones de apoyo, se procede a definir el trazado del puente tanto en planta como en alzado, asignando las luces de cada vano y altura de cada una de las pilas y de los estribos.

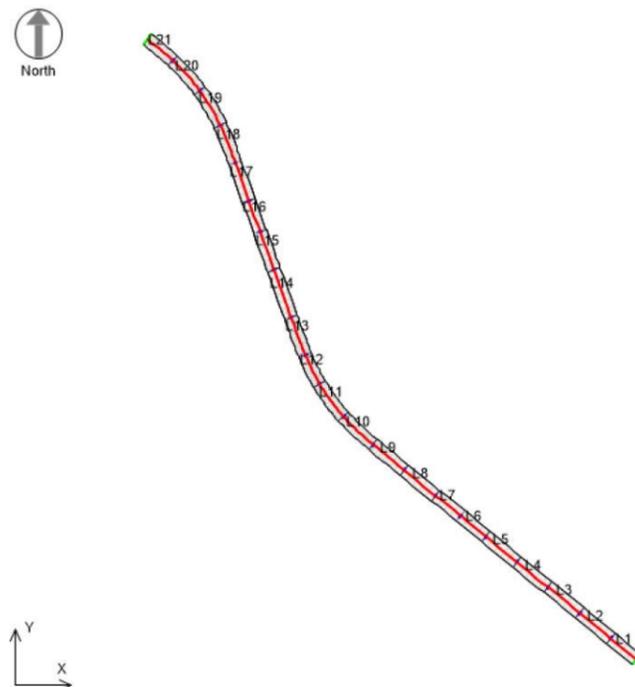


Ilustración 4. Planta del modelo

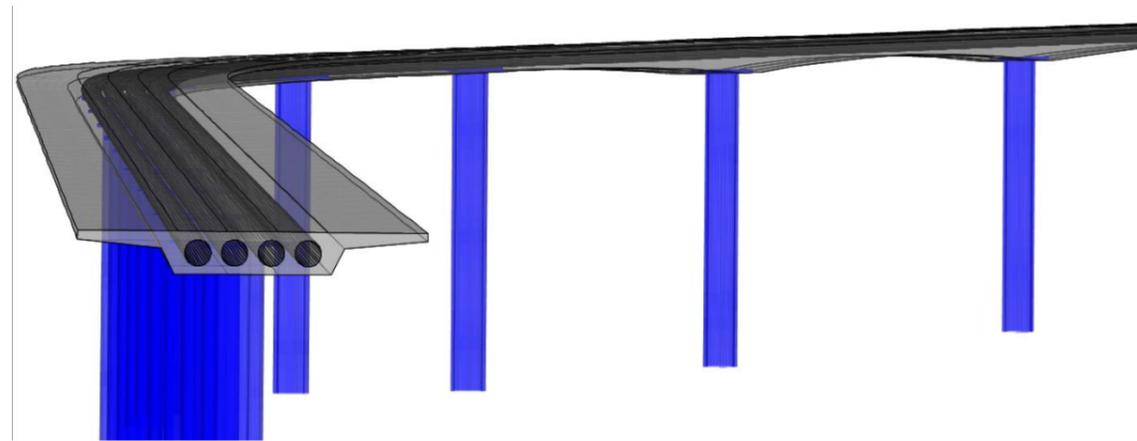


Ilustración 5. Vista 3D modelo

2.1. Proceso Constructivo

Como ya se ha descrito previamente, el puente sobre el barranco del remedio es un puente continuo, por lo tanto, se debe modelizar el proceso constructivo de manera que pueda analizarse el comportamiento de la estructura en fase constructiva y en fase de servicio, dado que el comportamiento no será el mismo.

Para esta cuestión se han introducido “fases” en el modelo de cálculo representando las distintas fases de hormigonado. Las fases se han considerado de 32m a excepción de la última de cada puente que será de 19,2. En el tramo de canto variable, este tamaño de fases varía debido al incremento de luces, adoptándose una longitud de fase de 40m para los dos primeros casos de hormigonado, y una última fase de 24m.

El hormigonado por fases de un puente continuo genera una ley de esfuerzos a peso propio variante para cada fase de hormigonado, debido a los esfuerzos que genera cada fase nueva sobre las ya existentes. Por lo tanto, en un puente continuo se pueden considerar que existen dos leyes de esfuerzos en función del tiempo transcurrido desde la construcción. En un primer momento, los esfuerzos generados por el peso propio serán aquellos que se producen debido al proceso constructivo. Sin embargo, a tiempo infinito, el peso propio tiende a generar unas leyes de esfuerzos más parecidas a las que sucederían si el puente fuese construido de manera monolítica, es decir en una única fase.

Para considerar la naturaleza del proceso constructivo de un puente losa se han introducido tres casos distintos de peso propio, que se combinarán posteriormente con el resto de acciones. En primer lugar, se ha generado un caso de carga con el peso propio del proceso constructivo a tiempo cero, por otra parte, se ha considerado un peso propio generado por un puente monolítico. Considerar a tiempo infinito las leyes de esfuerzos generados con el puente monolítico permite estar del lado de la seguridad. Sin embargo, a partir de estas dos se ha buscado generar un modelo de aproximación a tiempo infinito para el cual es necesario combinar ambos pesos propios a través del coeficiente de fluencia. De acuerdo con el libro “Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción” de Javier Manterola, se puede considerar como una buena aproximación de esta ley a tiempo infinito aquella generada por la suma de las mitades de las dos anteriores.

Para que la modelización de la construcción sea más exacta, debe introducirse cada tramo de cable de manera individual, para que considere que, tras el hormigonado de la misma, se procederá al tesado de los cables de pretensado. Sin embargo, el cable debe ser continuo al final del puente para garantizar que no se genera ningún esfuerzo ambiguo sobre el tablero. Si no se considerase continuo, los esfuerzos hiperestáticos generarían reacciones en los apoyos.

Al tratarse de un puente de gran longitud con juntas de dilatación que separan los distintos tramos, cada uno de estos tramos se ha considerado de manera individual para la consideración del proceso constructivo. En la siguiente imagen puede apreciarse como en la pila 6, los esfuerzos flectores que genera el peso propio son nulos.

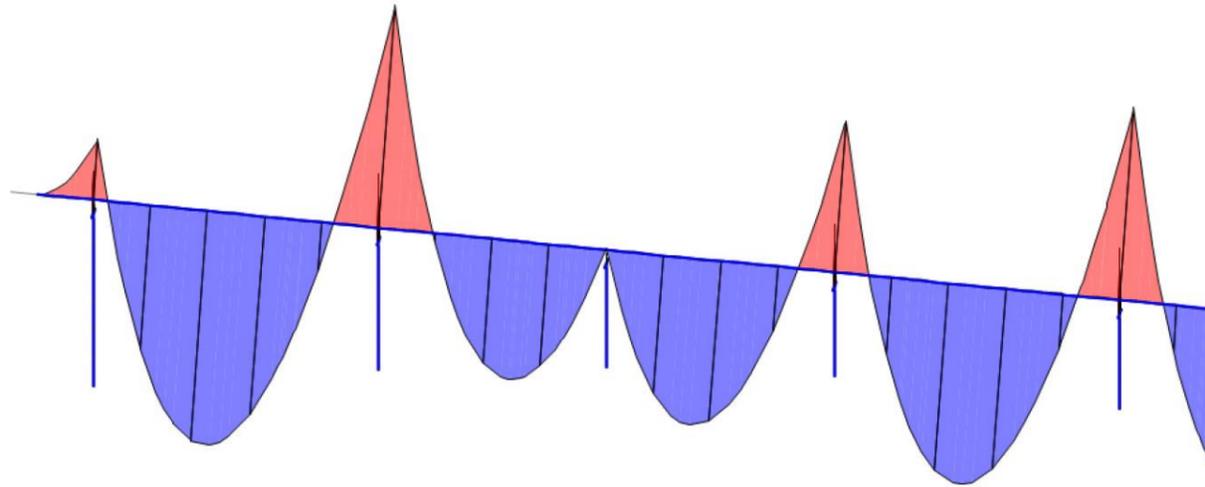


Ilustración 6. Modelo CSiBridge. Flector nulo en cambio de tramo.

Se ha modelizado también el valor de las rigideces de los aparatos de apoyo, de manera que los esfuerzos transmitidos por el tablero a las subestructuras sean más exactos. Las dimensiones y rigideces se especifican en el anejo de subestructuras.

2.2. Pretensado

Para que la modelización de la construcción sea más exacta, debe introducirse cada tramo de cable de manera individual, para que considere que, tras el hormigonado de la misma, se procederá al tesado de los cables de pretensado. En los cambios de tramo debe generarse una separación entre los cables, dado que en esos puntos se consideran como puentes separados unidos por juntas de dilatación.

2.2.1. Trazado de los cables

El trazado de los cables es distinto para los tramos 1,2 y 4 que para el 3, debido a la diferencia de luces existentes.

- Tramo de Canto Variable (Tramo 3)

En este tramo, se considera el punto más alto del cable sobre los apoyos, y el más bajo en centro luz, como en cualquier otro puente de esta tipología. Al tener una mayor longitud, la parábola descrita es más tendida que en el tramo de canto constante.

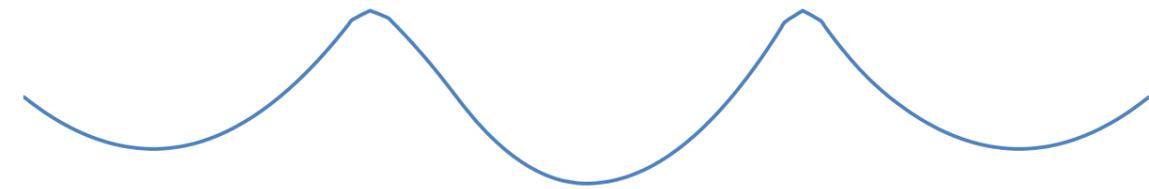


Ilustración 7. Trazado del cable Tramo de Canto Variable.

Se ha modelizado el trazado equivalente mediante un trazado medio de los 10 cables de pretensado. La tabla anterior representa las coordenadas de esta modelización, considerando el origen en el punto inferior derecho del primer vano del tramo 3, el cual tiene un canto de 1,3m.

Este trazado se ha realizado considerando la fase constructiva, el primer tramo de hormigonado de 40m de longitud requiere cinco parábolas para ajustarse a los condicionantes del trazado, el segundo igual, y el último tramo de únicamente 32m requiere solamente dos parábolas.

- Tramos de Canto Constante (Tramos 1,2 y 4)

El tramo de Canto constante está formado por 6 vanos. El pretensado se debe adaptar de la misma manera que en canto variable, alcanzando el punto más alto sobre el apoyo, y el más bajo en la sección de centro luz. En este caso, las parábolas necesarias para que el trazado cumpla las condiciones son también cinco para las cinco primeras fases de hormigonado, y únicamente dos para el último tramo. Igual que en el caso anterior, se ha trazado un cable medio para modelizar el efecto del pretensado en el tablero.

La siguiente tabla muestra las coordenadas del cable introducido en el modelo como cable medio fijando el origen de coordenadas en la esquina inferior derecha del primer tramo de hormigonado. Únicamente se han las coordenadas de dos tramos de hormigonado porque la posición se repite para los distintos vanos de la longitud total del puente.

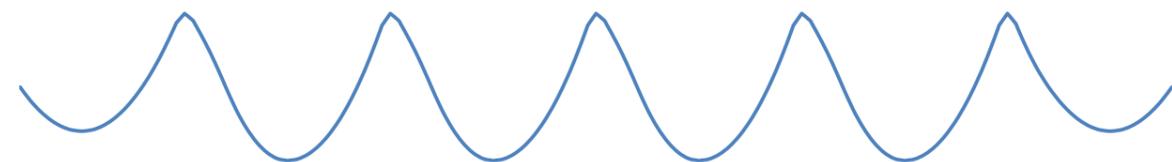


Ilustración 8. Trazado Cable Tramos de Canto Constante



2.2.2. Fuerza de Pretensado

- Tramo de Canto Variable (Tramo 3)

Debido a los distintos valores de las luces del tramo 3, se ha dimensionado de manera individual el tesado de canto variable.

Al tratarse de un predimensionamiento, la fuerza de pretensado no se ha realizado de acuerdo con el diagrama de Magnel. No se ha comprobado para las distintas secciones si se cumplen las cuatro inecuaciones de tensiones generadas en la sección.

Para encontrar el valor de la fuerza de pretensado necesaria se ha aplicado un cálculo de momentos en la parte donde se genere la mayor tracción debido a la actuación de las cargas introducidas en el modelo.

En este caso, la flexión en el tramo 3 del puente 1 en el centro luz tiene un valor máximo cercano a 33000kN. Por lo tanto, el valor aproximado de la fuerza de pretensado para mitigar la tracción en la sección es:

$$P * d = M_m$$

Siendo:

P = La fuerza de tesado que se requiere para contrarrestar la máxima tensión generada en la fibra más desfavorable para cada sección.

d = La distancia desde el punto de aplicación de la carga a la fibra con el esfuerzo de tracción más desfavorable.

M_m = Valor del flector que genera la máxima tracción en las distintas secciones del tablero.

$$A_p = \frac{P}{f_{max} * 0,7} \cong 240cm^2$$

Para alcanzar este valor, y permanecer del lado de la seguridad se opta por un total de 10 vainas formadas por 19 torones de 0,6 pulgadas de diámetro compuestas por 7 alambres. El área total de armadura activa dispuesta en el puente es:

$$A_p = 285cm^2$$

A esta armadura activa se le aplicara una fuerza de tesado cercana al 70% del límite de rotura, es decir:

$$P = 0,7 * 5310 kN = 3717 kN = 371 T$$

- Tramos de canto constante (Tramos 1,2 y 4)

En este caso, se dimensiona la fuerza de pretensado de manera conjunta para los tres tramos de luz máxima 32m. El proceso llevado a cabo es el mismo que para el tramo 3. Al tratarse de una luz menor, la fuerza de pretensado y la cuantía de acero activo por metro cuadrado es menor:

$$A_p = 225cm^2$$

$$P = 0,7 * 4185 kN = 2929,5 kN = 292 T$$

Una vez definidos los valores de pretensado, y descritos los distintos modelos de peso propio, se realiza una comparación entre ambos casos.

En las ilustraciones siguientes puede apreciarse la variación entre la ley de flectores generada a únicamente a peso propio y con fuerza de pretensado a tiempo cero y a tiempo infinito. Puede observarse que para tiempo cero se generan los máximos esfuerzos para los tramos de canto constante y canto variable. Destaca el punto máximo y mínimo generado en el tramo de 40m central, debido a la variación de luces. Es en este tramo donde se genera un flector máximo de 12000kN.

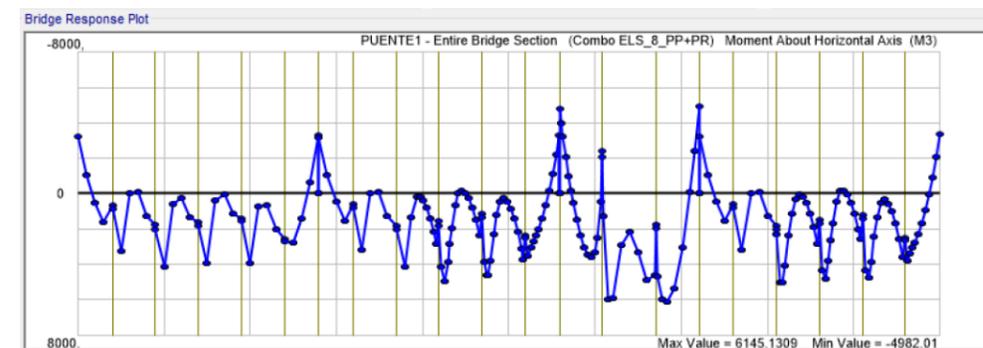


Ilustración 9. Ley de Flectores tiempo infinito

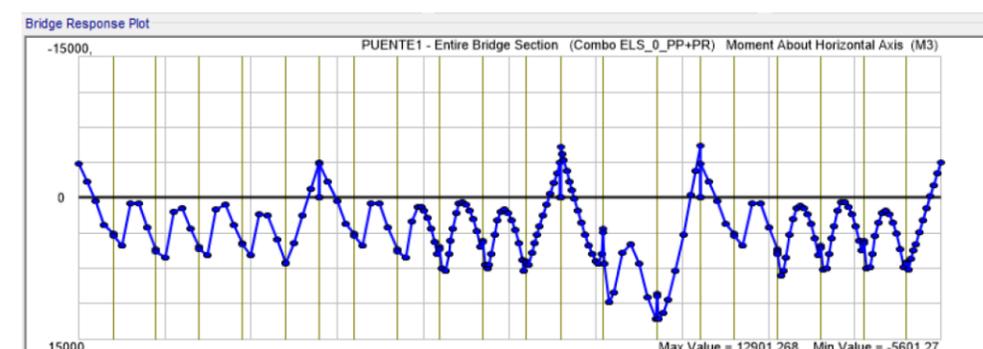


Ilustración 10. Ley de Flectores a tiempo cero

2.3. Acciones en el Modelo de Cálculo

Las acciones descritas en el anejo de bases de cálculo han sido introducidas de manera individual en el programa de cálculo para después poder generarse combinaciones de carga que generasen envolventes de esfuerzos. Cada acción definida genera un caso de carga, en el cual permite que la carga actúe o no en función de si genera un esfuerzo más desfavorable sobre el tablero.

Por último, los casos de carga de las distintas acciones se combinan de acuerdo con lo estipulado en la Instrucción de acciones para puentes de carretera (IAP 11), también incluidas en el apartado de hipótesis de carga del anejo de bases de cálculo.

En el presente modelo se han realizado las combinaciones especificadas para los tres casos de peso propio descritos anteriores apartados de este anejo. Se ha realizado esta modelización para poder realizar las comprobaciones correspondientes a estado límite último, y estado límite de servicio con los esfuerzos correspondientes. Para este límite de servicio se han realizado las combinaciones con el peso propio a tiempo cero, tal y como se generan los esfuerzos al terminar la construcción, y con el peso propio que considera el proceso constructivo y el peso monolítico a la vez. Por otra parte, las combinaciones de estado límite último se han realizado mediante el peso propio monolítico para estar del lado de la seguridad en la comprobación estructural que se detallará en los próximos apartados.

2.4. Análisis de los resultados

En el presente apartado se analizará para los distintos esfuerzos, la combinación que ha generado sobre el tablero de cada uno de los tramos los esfuerzos más desfavorables. Se pueden comprobar todos los resultados para cada tramo en el apéndice de resultados del presente anejo estructural.

Se han estudiado las combinaciones de acciones de los tramos de canto constante del tablero por separado. A pesar de ser tramos con la misma distribución de luces, y la misma sección transversa, la variación en planta debido a las curvas de la calzada provoca que los resultados no sean los mismos.

El tramo de canto variable ha sido estudiado por separado, y se han obtenido los resultados en una cuarta tabla.

Para el presente apartado se muestran las envolventes de esfuerzos que se generan al considerar todos los casos de carga de estado límite último, sin distinguir por tramos.

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
121.6	ELU_TERMICAS	2213.043	5937.759	22.229	2427.9592	1558.0368	-10654.859
390.4	ELU_GR1_TERMICAS	1286.438	9013.916	27.463	4389.8221	2191.3783	-25448.12
616	ELU_VIENTO	1358.269	4563.82	431.748	903.4967	4483.0074	-16692.949
641.6	ELU_GR1_VIENTO	926.092	4504.813	272.211	4849.5371	324.4858	429.6393
569.810	ELU_VIENTO	1222.641	534.761	0.336	338.7938	11104.5478	12044.4102
449.733	ELU_GR1_TERMICAS	758.294	802.954	63.789	3417.16	905.7709	32597.959
390.4	ELU_TERMICAS	-626.666	-7869.66	-16.88	-3002.5828	-783.065	-62053.952
430.4	ELU_GR1_TERMICAS	-435.793	-9002.993	-33.701	-4127.9435	-1123.6587	-63636.791
332.8	ELU_VIENTO	938.241	3195.206	-473.016	-81.9456	-5097.9056	-24795.37
0	ELU_GR1_VIENTO	-7.179	-4494.355	-120.369	-4890.8676	-344.3657	313.896
283.185	ELU_VIENTO	888.381	-459.91	-7.062	-48.3226	-13471.468	7915.3924
430.4	ELU_GR1_TERMICAS	519.429	4360.072	-24.306	-3378.7716	-1165.4851	-64131.53

Tabla 1. Esfuerzos Totales

- Axil (N)

El valor máximo se genera cuando la carga de frenado genera esfuerzos de compresión en el tablero, y la mínima cuando los esfuerzos generados son de tracción. En cada tramo se genera un esfuerzo para un caso de carga distinta. Para el tramo de canto variable es la sobre carga de uso de fuerzas horizontales mientras que para los tramos de canto constante es el caso de acciones térmicas como más desfavorable.

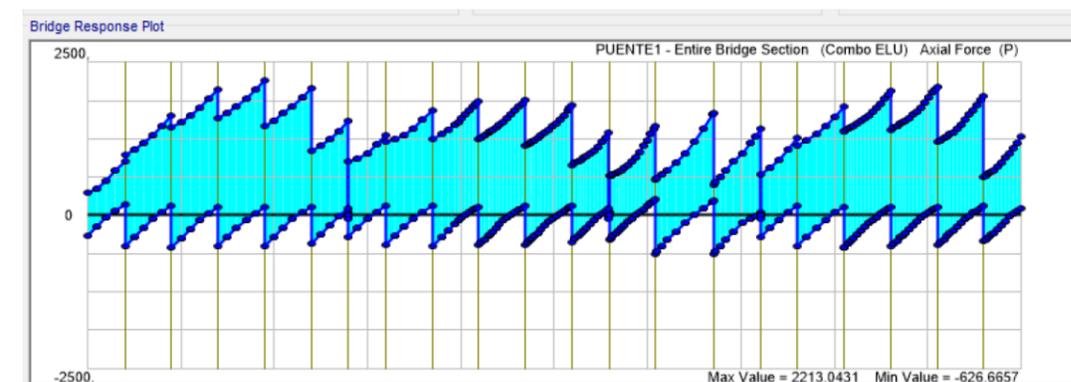


Ilustración 11. Ley de Axiles

- Esfuerzo cortante (V2)

El esfuerzo de cortante vertical máximo se genera en el tablero para el caso de carga que considera la sobrecarga vertical como acción predominante. Además, en este caso actuará conjuntamente las acciones térmicas junto con estas verticales. En este caso el mismo caso de carga genera el máximo cortante en cada tramo del puente.

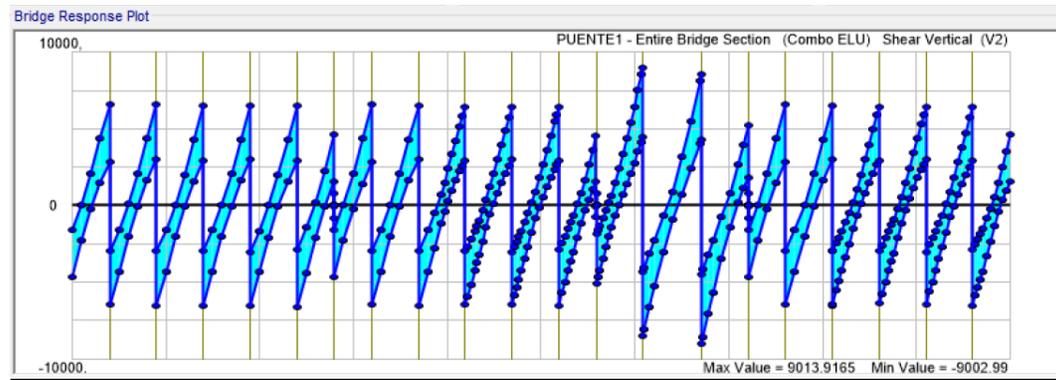


Ilustración 12. Ley de Cortantes V2

- Esfuerzo Cortante (V3)

El esfuerzo máximo en el plano transversal a la losa se genera cuando actúa el viento sobre la misma o en algunos tramos cuando la acción térmica es predominante. Puede apreciarse en la envolvente como en aquellos casos en el que el viento es el que provoca el mayor esfuerzo la ley de cortante en este eje es simétrica, mientras que en los tramos donde la térmica genera mayores esfuerzos se tiene una ley más dispar, provocado en los tramos en curva.

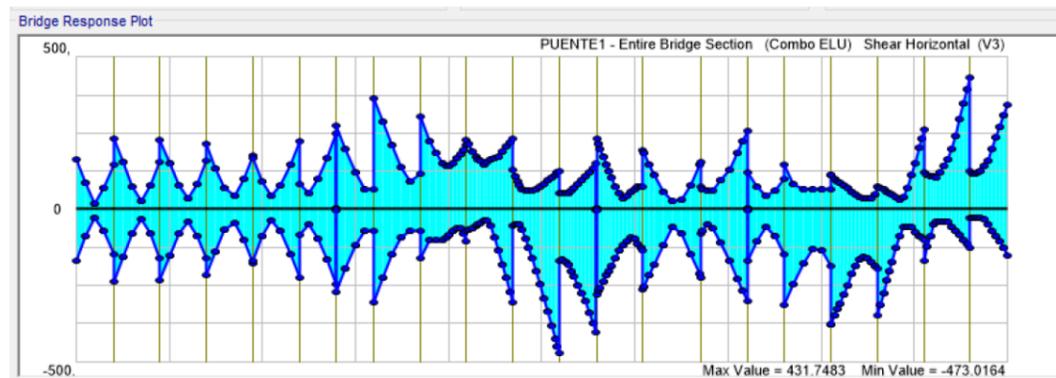


Ilustración 13. Ley de Cortantes V3

- Torsión

La torsión más desfavorable en sobre el tablero no tiene factores muy desfavorables debido a la planta recta del puente. Para el caso en el cual se considera la sobre carga de uso vertical como dominante acompañada por la acción del viento se alcanzan los valores máximos. El caso más desfavorable sucede cuando el carro de mayor carga y el carril más cargado se encuentran en uno de los extremos del tablero y el viento sopla en la dirección que genere momento en la misma dirección que la sobrecarga de uso. Se han marcado los

puntos donde comienzan y finalizan las curvas, y pueden apreciarse variaciones en la ley de torsiones en esos puntos.

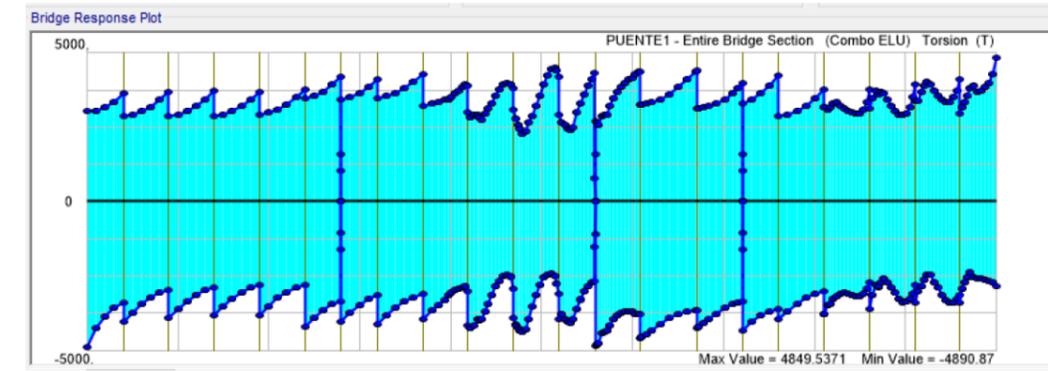


Ilustración 14. Ley de Torsores

- Flector (M2)

Debido que el momento en este eje se genera a partir del cortante generado por el viento o la acción térmica, el momento máximo se genera a partir de la envolvente generada con las mismas acciones actuando como predominantes.

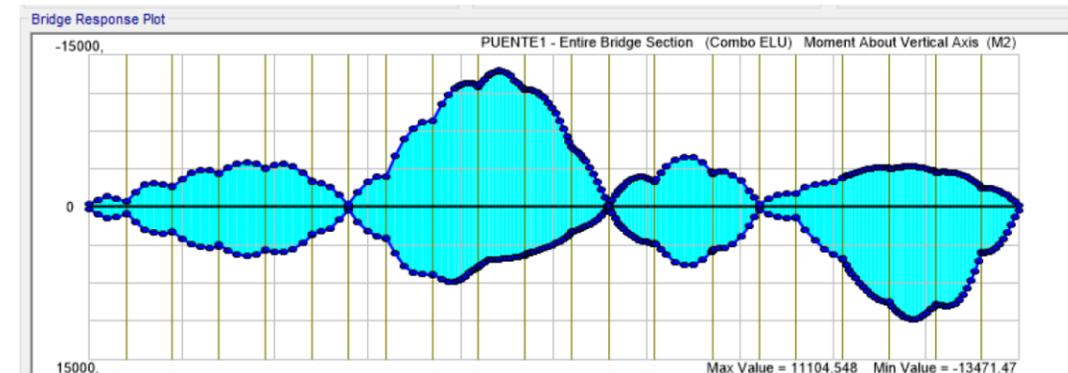


Ilustración 15. Ley de Flectores M2

- Flector (M3)

El flector más grande se genera con la sobrecarga de uso vertical como acción predominante, acompañada de la acción térmica. Se puede apreciar en el apoyo los valores de flectores mínimos, y en el centro luz los valores máximos.

Los picos de mínimo y máximo se generan en el canto variable debido a la luz mayor. Además, puede apreciarse como en los puntos donde finaliza y comienza el siguiente tramo se puede apreciar que el valor es nulo.

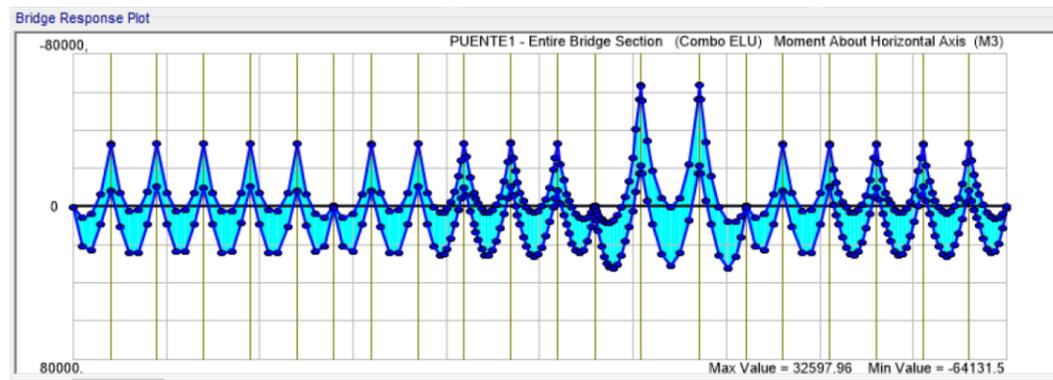


Ilustración 16. Ley de Flectores M3



3. COMPROBACIÓN SECCIONAL DEL PUENTE SOBRE EL BARRANCO DEL REMEDIO

En el presente apartado se quiere realizar un pre-dimensionamiento de acuerdo con los resultados de las envolventes obtenidas del modelo generado en el programa CSiBridge previamente descrito. En el apéndice de “Resultados Esfuerzos Tablero” aparecen todos los resultados para las distintas combinaciones introducidas en el modelo para Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio.

Para la utilización del prontuario EHE_08 se han obtenido del programa de cálculo las envolventes sin considerar la acción del pretensado sobre el tablero, debido a que en las secciones definidas en el prontuario se definirá el pretensado actuante en cada sección de manera individual. En el apartado de “Análisis de resultados” del presente anejo se muestran las envolventes de esfuerzos que generan estos valores máximos.

Los materiales seleccionados en el prontuario de la EHE-08 para realizar las comprobaciones seccionales del tablero son:

- Hormigón HP-35/B/20/IIb
- Acero pasivo B-500S
- Aero Activo Y-1860 S7

El valor de la fuerza de pretensado introducido en las comprobaciones seccionales del tablero del puente se ha descrito en el apartado del modelo.

Para el puente sobre el barranco del Remedio se realizarán dos grupos de comprobaciones. En primer lugar, se realizarán las comprobaciones correspondientes al tramo de canto variable Tramo 3) y a continuación las mismas comprobaciones para los tres tramos de canto constante.

3.1. Comprobaciones Tramo 3 (Canto Variable)

3.1.1. Comprobaciones ELU Flexión

La resistencia del tablero debe calcularse para cada una de las secciones críticas. Por lo tanto, se analiza el comportamiento de estas secciones para el caso de carga más desfavorable en cada caso. Esta tabla muestra los resultados necesarios para la comprobación seccional que se realizará mediante el “Prontuario EHE_08”. Los esfuerzos han sido calculados sin la fuerza de pretensado, ya que el programa de comprobación requiere que se introduzca la misma de otra manera.

Antes de introducirse los esfuerzos, debe introducirse una armadura activa adicional en cada sección. Para que esta armadura sea igual que la modelizada, es necesario realizar el cálculo de la deformación total de la armadura activa:

$$\Delta\varepsilon_p = \varepsilon_{cp} + \varepsilon_{p0}$$

Siendo ε_{p0} la predeformación de la armadura activa debida a la acción del pretensado, y ε_{cp} la deformación de descompresión del hormigón al nivel de la fibra considerada.

$$\varepsilon_{p0} = \frac{P}{A_p * E_p} \quad \varepsilon_{cp} = \frac{P}{A_c * E_c}$$

El valor total obtenido para $\Delta\varepsilon_p$ es de 6,1mm.

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
430.4	ELU_GR2	1685.374	7905.718	25.695	3343.9786	1577.706	-26134.955
390.4	ELU_GR1_TERMICAS	1286.438	9013.916	27.463	4389.8221	2191.3783	-25448.12
462.35	ELU_VIENTO	1059.729	3239.623	259.934	367.1253	10.064	578.3796
430.4	ELU_GR1_VIENTO	1368.447	8564.33	119.822	4411.8175	4345.4275	-31933.024
410.4	ELU_VIENTO	737.803	24.35	3.688	592.3302	5719.4	12632.665
449.73333	ELU_GR1_TERMICAS	758.294	802.954	63.789	3417.16	905.7709	32597.959
390.4	ELU_TERMICAS	-626.666	-7869.66	-16.88	-3002.5828	-783.065	-62053.952
430.4	ELU_GR1_TERMICAS	-435.793	-9002.993	-33.701	-4127.9435	-1123.6587	-63636.791
462.35	ELU_VIENTO	456.313	2243.735	-302.231	-625.5177	-22.821	101.9153
358.45	ELU_GR1_VIENTO	129.867	-4882.684	-212.323	-4827.4494	-349.8405	440.3212
410.4	ELU_VIENTO	478.295	-3.191	-53.856	-917.7216	-4995.7814	8734.9868
430.4	ELU_GR1_TERMICAS	519.429	4360.072	-24.306	-3378.7716	-1165.4851	-64131.53

Tabla 2. Esfuerzos Comprobaciones

Esto supone comprobar para los máximos y mínimos momentos transversales al tablero (M3). Los flectores contenidos en el plano del tablero (M2) serán considerados como valores concomitantes, aunque no tienen por qué serlo, pero realizando esta suposición se está del lado de la seguridad.

No es necesario comprobar la sección para los valores de M2 máximos dado que la sección es infinitamente rígida en ese plano, y la sección no agotará debido a ese esfuerzo máximo. Las secciones a comprobar frente a los flectores transversales al tablero son tres:

- Sección Centro Luz
- Sección de Apoyo
- Sección Aligerada más próxima al apoyo

○ Sección Centro-Luz

En el tramo de centro luz del canto variable se genera los esfuerzos de flexión positiva más grandes, para los cuales se realiza una comprobación que determinará el armado necesario. Este armado se aplicará a la longitud total del tramo.

La combinación de esfuerzos que genera el valor más desfavorable de flexión (M3) en esta sección es la que considera la sobrecarga de uso vertical como predominante. En la siguiente ilustración puede apreciarse como para los esfuerzos obtenidos, la sección cumple la comprobación con el coeficiente que aparece.

El armado considerado ha sido de $\phi 20$ cada 20cm colocados en la cara inferior y superior de la sección, las aletas se arman con $\phi 16$ cada 20 al estar sometidas a menores esfuerzos de tracción. En el contorno de los aligeramientos se coloca también $\phi 16$ cada 20.

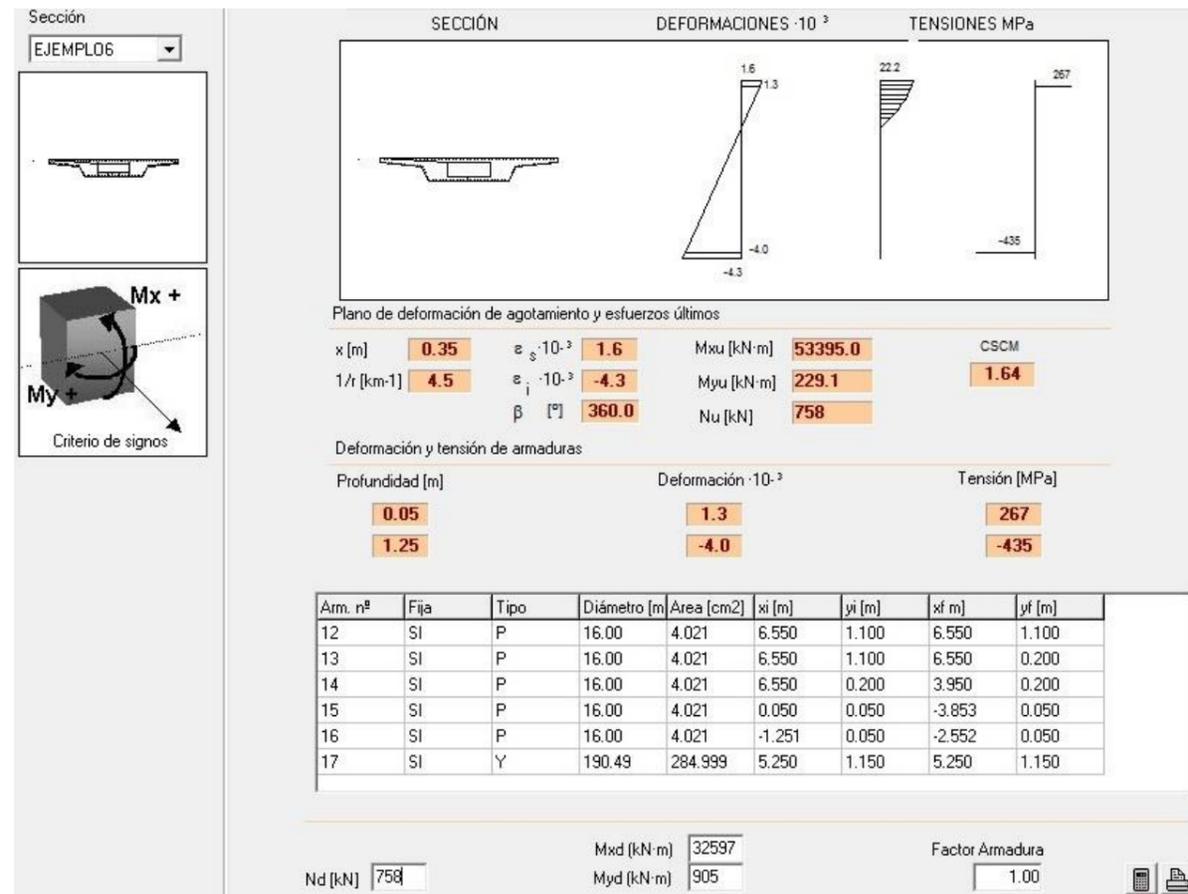


Ilustración 17. Comprobación Flexión 1

○ **Sección sobre Apoyos**

La siguiente sección a comprobar es la situada sobre los apoyos. A pesar de que esta zona será armada con una riostra que permita redistribuir esfuerzos hacia los apoyos, se ha realizado la comprobación para determinar si aguantaría la flexión.

La combinación de acciones que genera el flector negativo más desfavorable es aquella que considera la sobrecarga de uso vertical como acción predominante. En la tabla anterior puede apreciarse los valores para los cuales se ha realizado la comprobación.

El armado estudiado está compuesto por barras de $\phi 20$ con separación cada 20cm en las fibras superior e inferior de la losa. En las aletas se colocan barras de $\phi 16$.

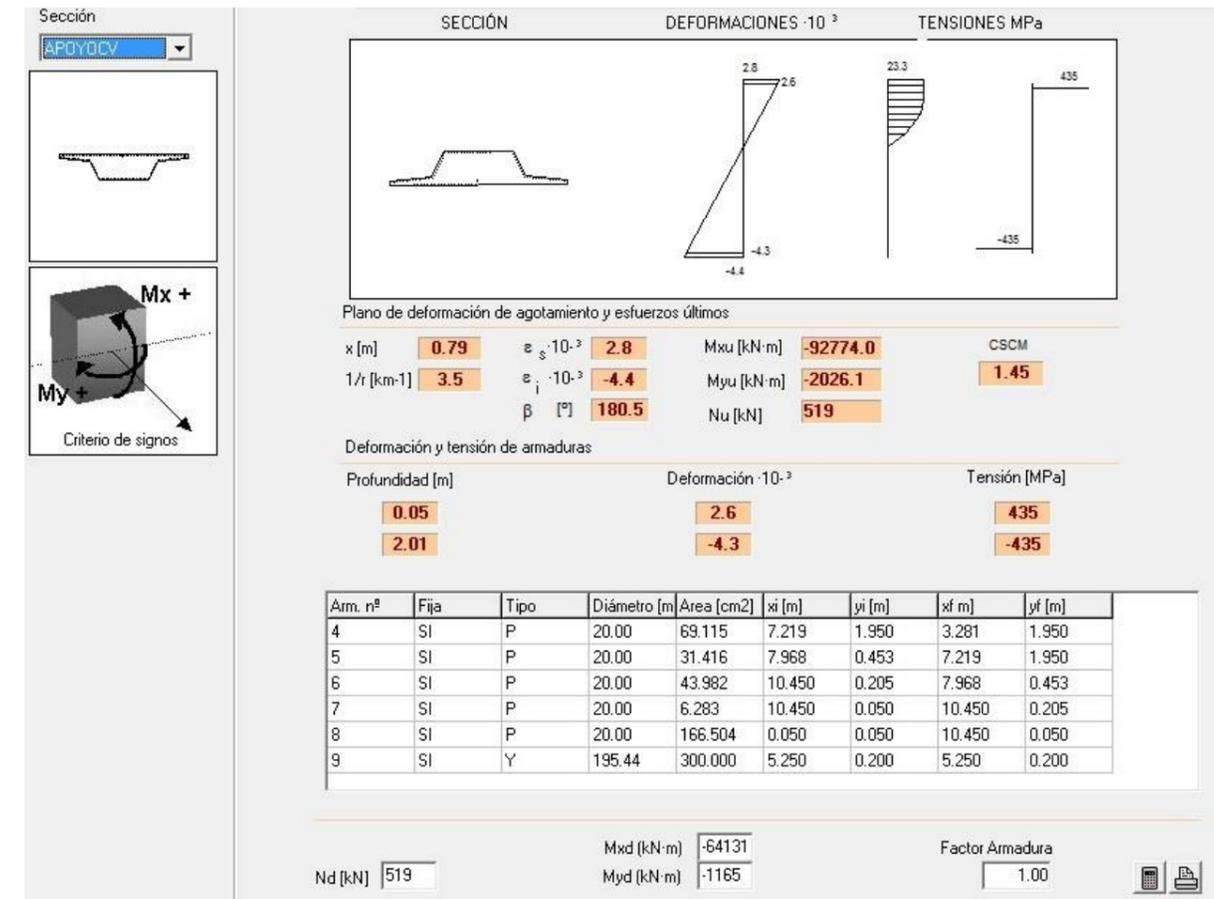


Ilustración 18. Comprobación Flexión 2

○ **Sección aligerada más próxima a apoyos**

Esta sección no aparece en la tabla de esfuerzos máximos, sin embargo, es el cambio entre sección macizada y aligerada. En este punto la losa aligerada debe soportar sus flexiones negativas máximas, y por ese motivo debe comprobarse su resistencia. El armado es el mismo que en el centro luz.

En este caso los esfuerzos considerados son los siguientes:

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
431.4	ELU_TERMICAS	-596.98	-8025.5	-26.627	-2833.7	-844.03	-55152.6

Tabla 3. Esfuerzos Sección aligerado cerca del apoyo

Para los cuales la sección también cumple frente a esta solicitación.

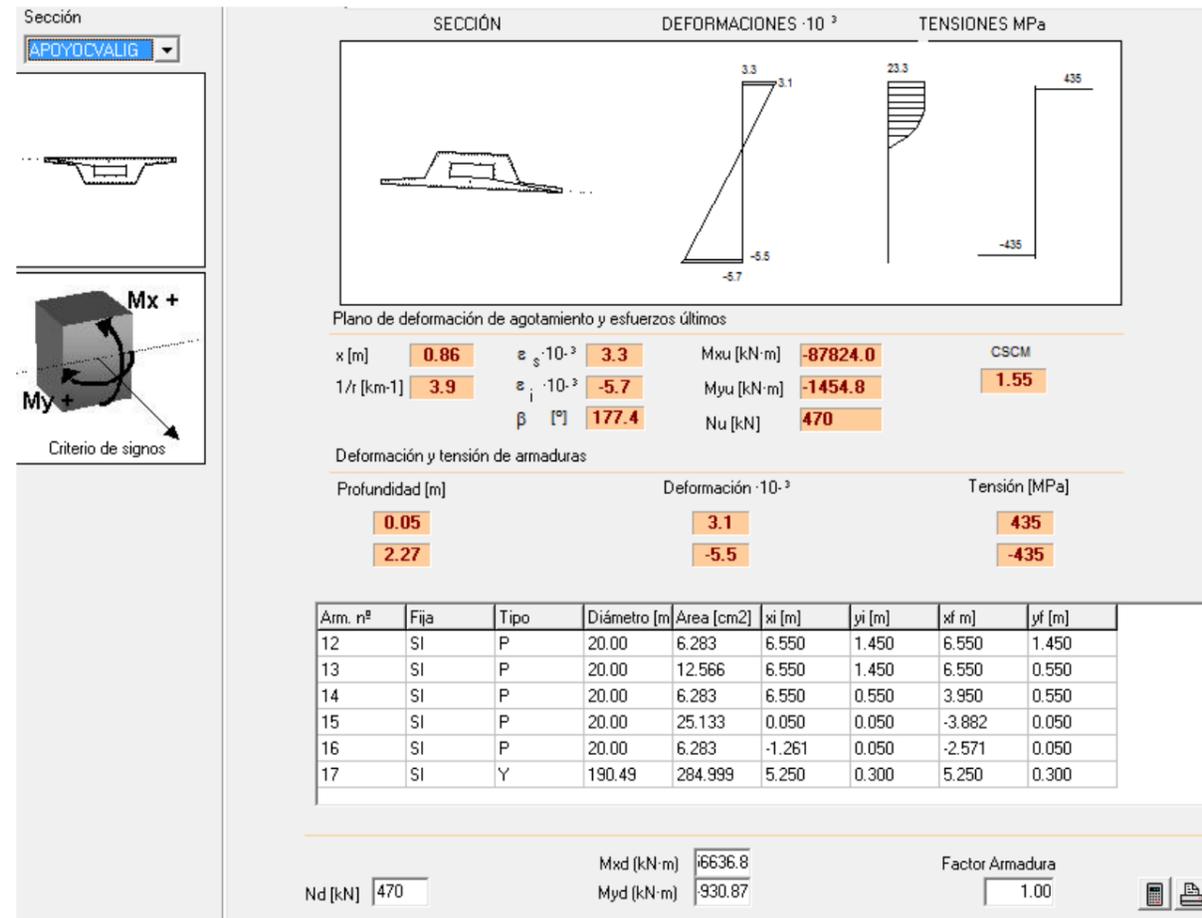


Ilustración 19. Comprobación Flexión 3

3.1.2. Comprobaciones ELU Cortante

Los esfuerzos cortantes a lo largo del puente alcanzan máximos sobre apoyos, y mínimos en las secciones próximas al centro de cada vano. En el canto variable, se deben comprobar la sección con mayor cortante, la cual está macizada. Además, se debe estudiar el dimensionamiento a lo largo de la luz total. En este caso se ha querido dividir la armadura de cortante en dos tramos. Los 8m centrales de los vanos tendrán una armadura y el resto de cada vano una distinta, de esta manera se comprueban tres secciones.

○ Sección Macizada.

En este caso, se modeliza la sección para introducirla en el prontuario de EHE-08 como un rectángulo de 4,7m de ancho por 2m de alto. Esta modelización está basada en el canto del alma estimado para resistir a cortante, y en la anchura inferior del tablero.

El máximo flector aparece en las tablas expuestas previamente para la combinación de acciones que considera la sobrecarga de uso vertical como predominante El esfuerzo máximo en esta sección es de 9000kN

A pesar de soportar la máxima carga a cortante, esta sección no sufrirá especialmente a cortante puesto que se trata de la zona sobre el apoyo, la cual está fuertemente armada de manera que se transmitan los esfuerzos al apoyo. Para dimensionar la cuantía de armado se ha introducido en el prontuario el valor de cálculo, y se ha encontrado el valor de A_α (Área a cortante) necesario, 133.6cm²/m.

A continuación, se ha diseñado un armado que cumpliera esas características de cuantía de armado por metro, constituido por armaduras de φ16 /15 y 10 ramas.

$$A = 10 * \frac{Area(\phi 16)}{0,15} = 137 cm^2/m$$

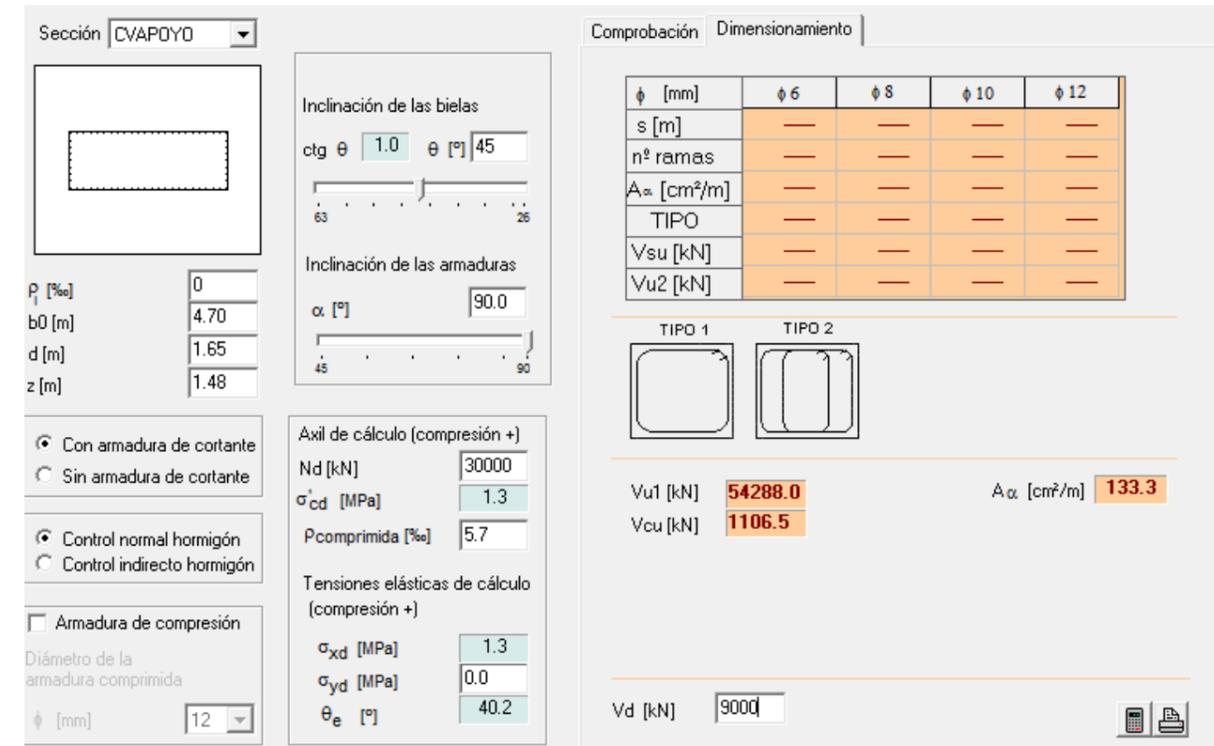


Ilustración 20. Cortante Sección Macizada

○ Sección Aligerada

La sección aligerada sufre esfuerzos muy dispares a cortante debido a la ley de esfuerzos que se genera, por tanto, se realizarán dos comprobaciones para definir un armado variable y no constante. Las comprobaciones deberán realizarse en el punto con mayor cortante y en una posición de centro luz, donde el cortante sea más pequeño, pero sin ser el mínimo.



La sección aligerada tendrá una sección que resista a cortante inferior a la macizada. Por lo tanto, se modeliza como un rectángulo de 1,5m de alto y 1,5m de ancho. Este alto es específico para la comprobación en la sección de mayor cortante. El ancho es el equivalente a las almas que separan los aligeramientos. La sección más próxima a los apoyos será aquella que haya de soportar el mayor cortante.

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
386.97	ELU_GR1_TERMICAS	1179.725	7539.64	27.463	4294.830	1877.66	-10663.6

Tabla 4. Esfuerzos Sección aligerado cerca del apoyo

El máximo cortante en la sección aligerada se produce en las proximidades del primer apoyo del canto variable. Para resistirlo, la sección requiere un A_{α} (Área de cortante) de $128,6 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Ilustración 21. Cortante Sección Aligerada 1

Por lo tanto, se diseña una armadura a cortante de $\phi 16 / 15$ con un total de 10 ramas.

$$A = 10 * \frac{Area(\phi 16)}{0,15} = 137 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por otra parte, en el tramo de centro luz, donde se generan valores de cortantes menores se puede disponer una armadura menor, de manera que no se sobredimensione la armadura a cortante. Se ha seleccionado un tramo central de 8m de longitud para dimensionar la armadura a cortante del segundo tramo.

Dentro de este rango de posiciones del tablero para todos los vanos se han obtenido los valores más desfavorables y se ha realizado la comprobación que se muestra a continuación. En este caso se ha considerado un valor de canto de 1,3m que es el mínimo que alcanza el canto variable para permanecer del lado de la seguridad.

En este caso, para un valor de 3000 kN de cortante, la armadura necesaria es muy inferior, y puede ser soportando con menos armadura, puesto que el Área necesaria es de $60,5 \text{ cm}^2/\text{m}$. A efectos de diseñar el armado del puente se considera una armadura a cortante de $\phi 12 / 15$.

Ilustración 22. Cortante Sección Aligerada 2



3.2. Comprobaciones Tramos 1, 2,4 (Canto Constante)

El proceso llevado a cabo para la comprobación del tablero en los tramos 1,2 y 4 es el mismo que para el tramo 3. En este caso se ha optado por dimensionar los tramos de manera conjunta utilizando los esfuerzos mayores para cada sección y esfuerzo, independientemente del tramo. Las secciones a comprobar son las mismas que en el tramo3, con la única diferencia de contar en este caso con el mismo canto en todo el puente.

3.2.1. Comprobaciones ELU Flexión

La resistencia del tablero debe calcularse para cada una de las secciones críticas. Por lo tanto, se analiza el comportamiento de estas secciones para el caso de carga más desfavorable en cada caso. Esta tabla muestra los resultados necesarios para la comprobación seccional que se realizará mediante el "Prontuario EHE_08". Los esfuerzos han sido calculados sin la fuerza de pretensado, ya que el programa de comprobación requiere que se introduzca la misma de otra manera.

A continuación, se muestran las tablas resumen de máximos y mínimos esfuerzos divididos por tramos de puente independiente.

Antes de introducirse los esfuerzos, debe introducirse una armadura activa adicional en cada sección. Para que esta armadura sea igual que la modelizada, es necesario realizar el cálculo de la deformación total de la armadura activa:

$$\Delta\varepsilon_p = \varepsilon_{cp} + \varepsilon_{p0}$$

Siendo ε_{p0} la predeformación de la armadura activa debida a la acción del pretensado, y ε_{cp} la deformación de descompresión del hormigón al nivel de la fibra considerada.

$$\varepsilon_{p0} = \frac{P}{A_p * E_p} \quad \varepsilon_{cp} = \frac{P}{A_c * E_c}$$

El valor total obtenido para $\Delta\varepsilon_p$ es de 5,8mm.

Tramo 1

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
121.6	ELU_TERMICAS	2213.043	5937.759	22.229	2427.9592	1558.0368	-10654.859
25.6	ELU_GR1_TERMICAS	861.68	6620.963	14.809	3035.5112	661.803	-10934.415
179.15	ELU_VIENTO	1088.677	2690.754	248.229	1014.4661	85.8512	642.1166
179.15	ELU_GR1_VIENTO	1208.452	4482.724	192.849	4209.4412	306.3754	655.9098
108.8	ELU_GR1_VIENTO	1397.446	2043.497	46.968	3203.9061	4740.0132	20141.2479
38.4	ELU_GR1_TERMICAS	1058.865	89.201	27.389	2749.526	787.0938	24510.9677
57.6	ELU_TERMICAS	-513.623	-5920.907	-23.423	-2445.3708	-750.6597	-31865.038

153.6	ELU_GR1_TERMICAS	-128.379	-6619.972	-44.76	-3639.1945	-1275.1696	-32946.411
179.15	ELU_VIENTO	1020.813	1879.5	-243.44	-876.4274	-76.24	588.828
0	ELU_GR1_VIENTO	-7.179	-4494.355	-120.369	-4890.8676	-344.3657	313.896
108.8	ELU_GR1_VIENTO	1245.709	-21.852	-45.613	-3041.8443	-4418.3785	4617.5894
57.6	ELU_GR1_TERMICAS	513.739	3033.3	-33.429	-2712.8847	-1254.9378	-33419.972

Tabla 5. Esfuerzos Comprobaciones Tramo 1

Tramo 2

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
300.8	ELU_TERMICAS	1880.624	5889.853	40.55	2616.3001	2989.8091	-10717.766
204.8	ELU_GR1_TERMICAS	1257.732	6624.993	44.768	3775.9411	1378.5447	-10958.846
204.8	ELU_VIENTO	738.111	-3184.218	365.914	1062.561	2881.8261	-16586.491
329.88846	ELU_GR1_TERMICAS	1592.541	5472.153	13.467	4505.2448	758.8859	-1730.9397
252.05	ELU_VIENTO	1066.46	-140.262	117.108	520.0681	7367.6829	12215.6855
316.91538	ELU_GR1_TERMICAS	1282.311	872.865	44.54	3122.9377	909.329	26230.5146
236.8	ELU_TERMICAS	-492.931	-5917.371	-47.787	-2812.4146	-3151.5265	-31836.213
332.8	ELU_GR1_TERMICAS	-191.798	-6561.376	-147.043	-3778.3033	-5506.0814	-33086.885
332.8	ELU_VIENTO	938.241	3195.206	-473.016	-81.9456	-5097.9056	-24795.37
307.2	ELU_GR1_TERMICAS	28.164	-4246.21	-52.938	-4393.4769	-9170.0922	-7323.9739
283.18538	ELU_VIENTO	888.381	-459.91	-7.062	-48.3226	-13471.468	7915.3924
300.8	ELU_GR1_TERMICAS	571.959	2991.247	-80.886	-2911.4034	-9301.5456	-33489.793

Tabla 6. Esfuerzos Comprobaciones Tramo 2

Tramo 4

Distancia	Combinación	N	V2	V3	T	M2	M3
584	ELU_GR2	2105.736	5885.534	182.349	2681.5417	9401.8699	-12811.021
488	ELU_GR1_TERMICAS	1152.097	6625.389	44.797	3781.3088	1116.8132	-10992.468
616	ELU_VIENTO	1358.269	4563.82	431.748	903.4967	4483.0074	-16692.949
641.6	ELU_GR1_VIENTO	926.092	4504.813	272.211	4849.5371	324.4858	429.6393
569.81045	ELU_VIENTO	1222.641	534.761	0.336	338.7938	11104.5478	12044.4102
600.18295	ELU_GR1_TERMICAS	1300.328	856.294	162.477	3200.1116	6964.5883	26271.3309
520	ELU_TERMICAS	-517.056	-5913.088	-210.527	-2664.6559	-1822.8944	-31821.348
616	ELU_GR1_TERMICAS	-232.374	-6521.375	-5.798	-3190.1889	16.7725	-32883.634
520	ELU_VIENTO	686.943	-4572.574	-378.728	-75.0978	-1001.4203	-24371.065
462.45	ELU_GR1_VIENTO	184.199	-4476.224	-140.294	-4318.2724	-310.9049	429.9267
567.04932	ELU_GR2	200.061	-866.014	-62.523	-1922.6752	-4006.1147	4724.8979
520	ELU_TERMICAS	-517.056	-5913.088	-210.527	-2664.6559	-1822.8944	-31821.348

Tabla 7. Esfuerzos Comprobaciones Tramo 4

o Sección Centro-Luz

Las secciones de centro luz de los tres tramos de canto constante del tablero tienen unos valores de esfuerzos muy semejantes, pero no son los mismos debido al efecto de algunas de las acciones Reológicas. Esta sección del tablero consta de aligeramientos circulares que han sido modelizados como un único aligeramiento en el modelo introducido en el prontuario. En total, de todas las secciones de centro luz existente en el tablero, el valor más desfavorable de las combinaciones es el siguiente:

Esta combinación corresponde al Estado límite último considerando las cargas verticales de la sobrecarga de uso como más desfavorable (ELU GR1). Se ha considerado esta combinación puesto que para la comprobación del dimensionamiento del tablero requiere considerar el flector más desfavorable generado. A continuación, se muestra la imagen donde puede apreciarse el valor del coeficiente de seguridad y los valores de momento último.

En primer lugar, se obtiene mediante un dimensionamiento la cuantía de armado necesaria, y se calcula una distribución de redondos longitudinales que cumpla.

La armadura necesaria para soportar los esfuerzos introducidos, con la fuerza de pretensada propuesta es una armadura próxima a la mínima. Se emplean armaduras de $\phi 20$ con una separación de 20 cm en las caras del contorno exterior que deben resistir las mayores flexiones.

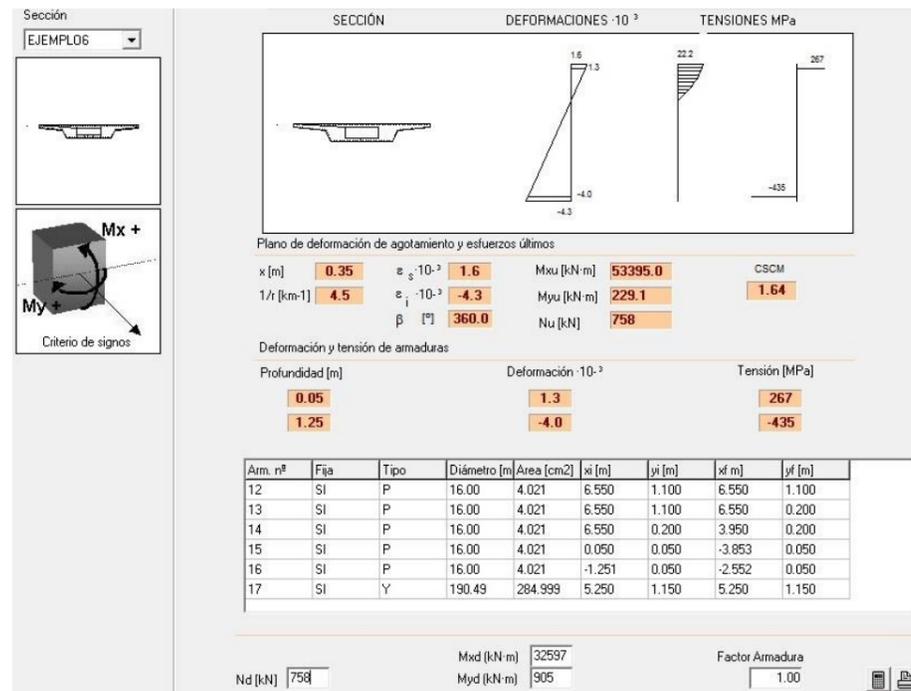


Ilustración 23. Comprobación a Flexión 4

○ **Sección de Apoyo**

En las secciones de apoyo se generan los flectores más negativos de la envolvente de esfuerzos, por este motivo, se debe comprobar la resistencia de la sección en este tramo. Al tratarse de la sección de apoyo, se trata de una sección macizada sin aligeramientos.

Los esfuerzos más desfavorables en las secciones de empotramiento se obtienen también de la envolvente que considera las acciones verticales de la sobrecarga de uso como más desfavorable (ELU gr1).

Se realiza la comprobación para flexión esviada en el prontuario, y nuevamente el armado necesario para soportar los flectores más negativos en la sección de apoyo sobre las pilas, con la fuerza de pretensado considerada, es el correspondiente al mínimo. Compuesto por armaduras de $\phi 20$ y $\phi 16$ con una separación de 20 cm en las caras del contorno exterior.

Aparece como resultado, un momento último de la sección en ese eje de -42000kN, por lo que cumple el valor mínimo que aparece en el tablero del puente para la sección analizada.

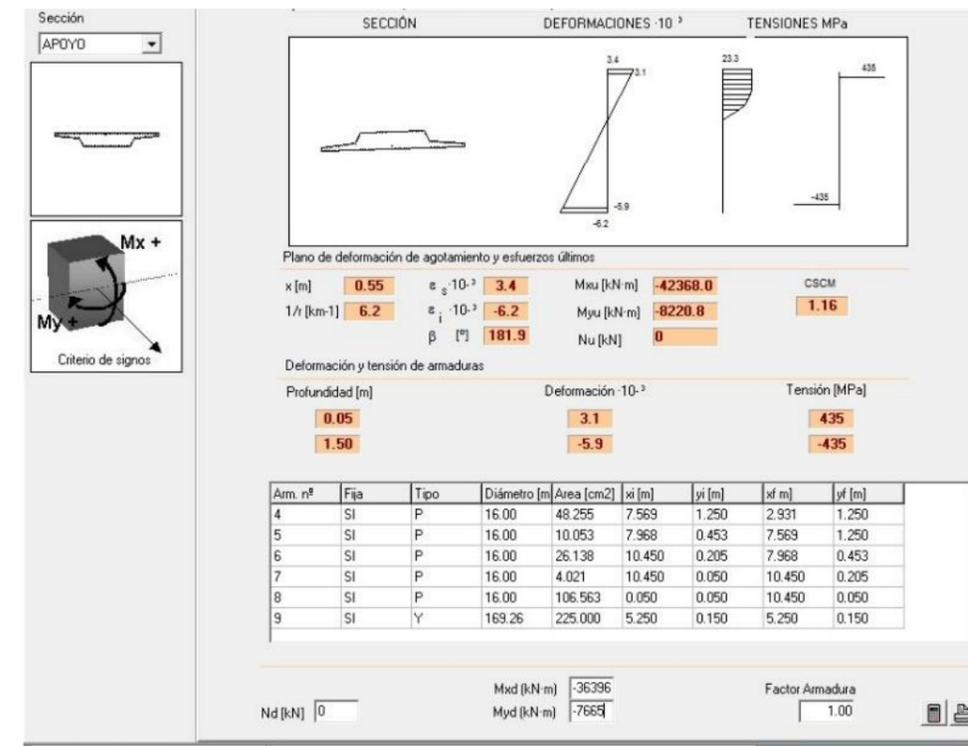


Ilustración 24. Comprobación a Flexión 5

○ **Sección Aligerada más próxima al apoyo.**

Por último, se debe comprobar si la sección aligera es capaz de soportar el flector más negativo actuante sobre la misma. Debido a la existencia de diafragmas macizados en los apoyos, existirá un cambio de sección en el cual la sección transversal aligerada deba ser comprobada. Estos esfuerzos ocurren nuevamente para el caso de carga ELU gr1 a 1,3m

del apoyo, sección donde comienzan los aligeramientos en cada vano del puente. Estos esfuerzos no aparecen en la tabla resumen de esfuerzos más desfavorables generados en el tablero, puesto que no pertenecen a valores máximos o mínimos totales del tablero. Los esfuerzos para comprobar la presente sección se hallan en el apéndice de resultados del tablero.

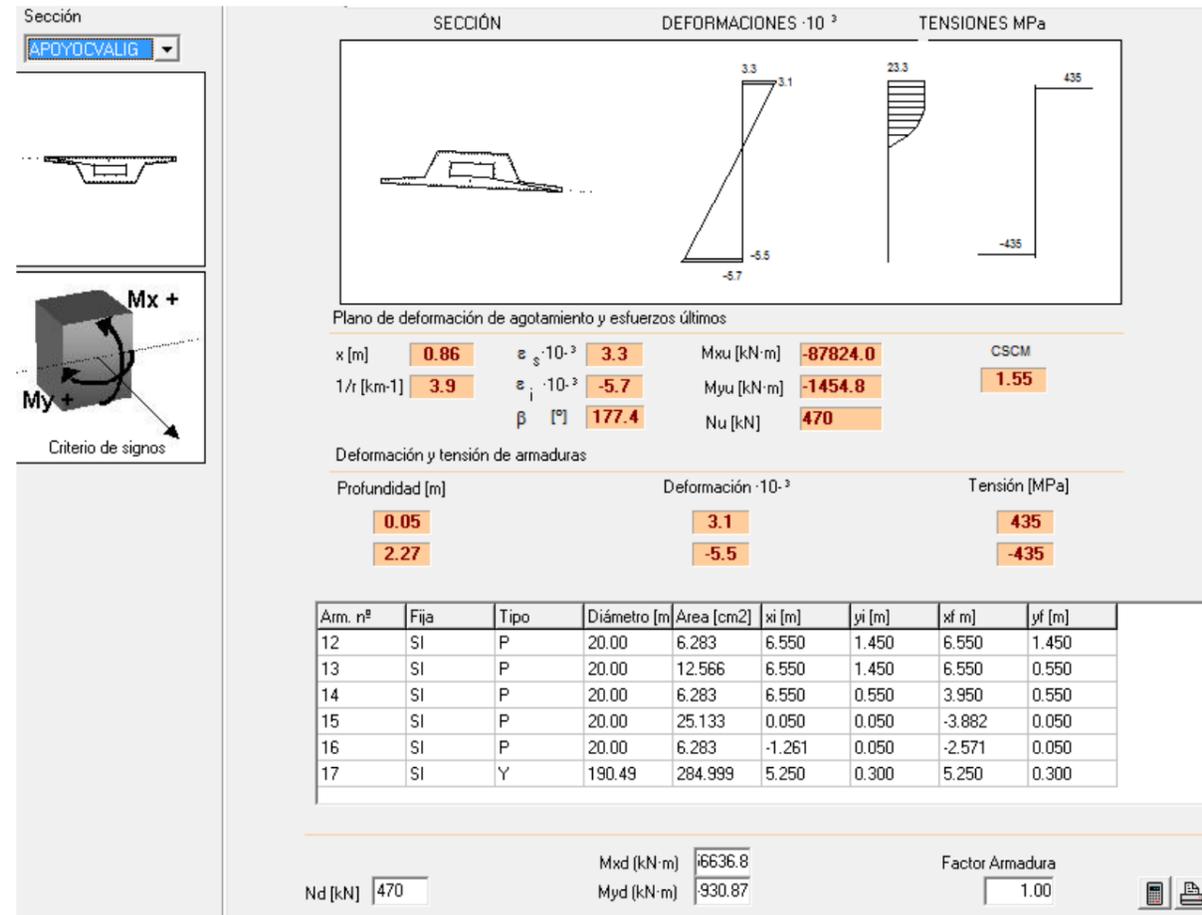


Ilustración 25. Comprobación a Flexión 6

Nuevamente, los esfuerzos son soportados por la armadura mínima para la fuerza de pretensado dada. Puesto que las tres comprobaciones para flexión esviada de las tres secciones críticas soportan los esfuerzos con la armadura mínima, se propone un armado para soportar la flexión compuesto por armaduras longitudinales φ20 con una separación de 20cm entre cada una. De esta manera se tiene un armado homogéneo para la longitud total del tablero.

3.2.2. Comprobaciones ELU Cortante

La ley de cortantes del puente muestra como el cortante alcanza su máximo en las secciones sobre los apoyos, y alcanza sus valores mínimos en las secciones próximas a centro luz. Al tratarse de un predimensionamiento, se van a comprobar tres secciones para definir la cuantía de armado necesaria. Esta cuantía de armado deberá ser variable a lo largo de la longitud total del puente, repitiendo entre luces la misma disposición.

○ Sección Macizada.

En este caso, se modeliza la sección para introducirla en el prontuario de EHE-08 como un rectángulo de 4.7 m de ancho por 1m de alto. Esta modelización está basada en el canto del alma estimado para resistir a cortante, y en la anchura inferior del tablero.

A pesar de soportar la máxima carga a cortante, esta sección no sufrirá especialmente a cortante puesto que se trata de la zona sobre el apoyo, la cual está fuertemente armada de manera que se transmitan los esfuerzos al apoyo. Para dimensionar la cuantía de armado se ha introducido en el prontuario el valor de cálculo, y se ha encontrado el valor de A_α (Área a cortante) necesario, 114cm²/m.

A continuación, se ha diseñado un armado que cumpliera esas características de cuantía de armado por metro, constituido por armaduras de φ16 /15 y 10 ramas (5 cercos).

$$A = 10 * \frac{Area(\phi 16)}{0,15} = 137cm^2/m$$

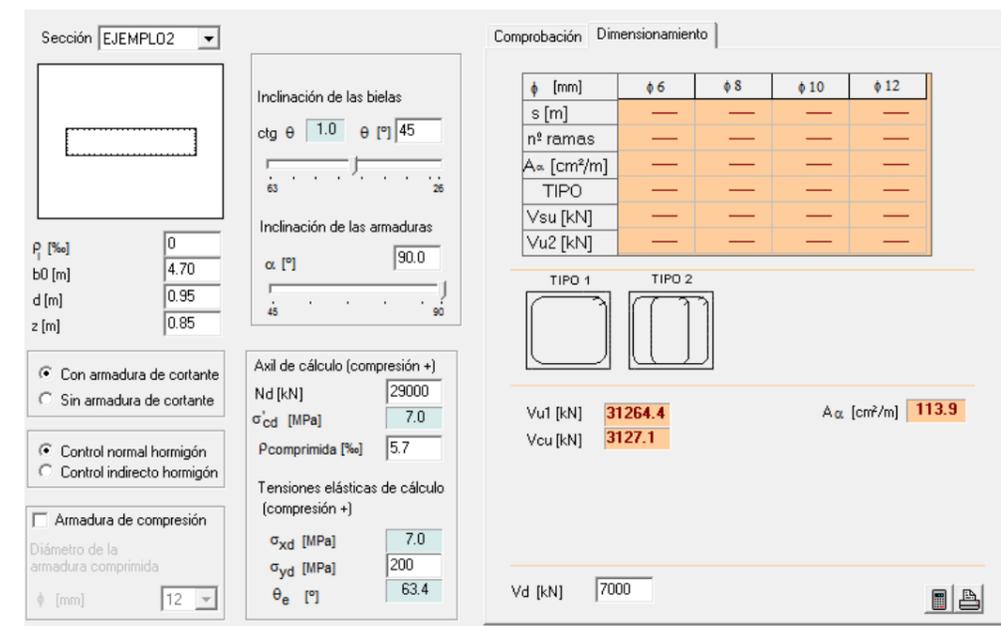


Ilustración 26. Cortante Sección Macizada

○ Sección Aligerada



La sección aligerada sufre esfuerzos muy dispares a cortante debido a la ley de esfuerzos que se genera, por tanto, se realizarán dos comprobaciones para definir un armado variable y no constante. Las comprobaciones deberán realizarse en el punto con mayor cortante y en una posición de centro luz, donde el cortante sea más pequeño, pero sin ser el mínimo.

La sección aligerada tendrá una sección que resista a cortante inferior a la macizada. Por lo tanto, se modeliza como un rectángulo de 1,3m de alto y 1,5m de ancho. Este ancho es el equivalente a las almas que separan los aligeramientos. La sección más próxima a los apoyos será aquella que haya de soportar el mayor cortante.

Para el cortante más desfavorable en sección aligerada se necesita un área por metro lineal de 128,9cm²/m. Para estos esfuerzos se requiere una armadura a cortante de $\phi 16 / 15$ con un total de 10 ramas.

$$A = 10 * \frac{Area(\phi 16)}{0,15} = 137cm^2/m$$

Por otra parte, en el tramo de centro luz, donde se generan valores de cortantes menores se puede disponer una armadura menor, de manera que no se sobredimensione la armadura a cortante. Se ha seleccionado un tramo central de 8m de longitud para dimensionar la armadura a cortante del segundo tramo.

Dentro de este rango de posiciones del tablero para todos los vanos se han obtenido los valores más desfavorables y se ha realizado la comprobación que se muestra a continuación:

En este caso, para un valor de 2070 kN de cortante, la armadura necesaria es muy inferior, y puede ser soportada con menos armadura, ya que el Área necesaria es de 26,2cm²/m.

A efectos de diseñar el armado del puente se considera una armadura a cortante $\phi 12 / 15$.

La armadura total en el tablero ha sido estimada con las comprobaciones previamente descritas. Esta cuantía es superior a la mínima geométrica estipulada en la normativa.

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón⁽⁶⁾

Tipo de elemento estructural	Tipo de acero	
	Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
Pilares	4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾	2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7
Vigas ⁽⁴⁾	3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0
	Armadura vertical	1,2

Ilustración 27. Tabla 42.3.5 EHE-08

Para una sección de hormigón de 10,29m², y un acero pasivo B500S se necesita un volumen de armadura que sea superior al 1,8 por mil de 10,29m².

Esto supone un área de armadura de:

$$A = 186,5cm^2$$

Con el armado propuesto se supera dicha cantidad, por lo que es un armado válido para la sección de hormigón diseñada.

3.3. Comprobaciones ELS

El proceso para las comprobaciones frente a estado límite de servicio se ha realizado mediante una metodología distinta. En el programa de cálculo CSiBridge se han introducido las combinaciones de cargas correspondientes al estado límite de servicio con sus respectivos coeficientes de combinación, tal y como se ha descrito en apartados anteriores. No se ha distinguido para la comprobación de estado límite de servicio entre los distintos tramos.

3.3.1. Estado Límite de Fisuración

En el estado límite de figuración debe comprobarse el estado tensional de las secciones del tablero estudiado. De acuerdo con el apartado 49.2 de la EHE-08, en todas las situaciones persistentes debe cumplirse:

$$\sigma \leq 0.6f_{ck,j}$$

Siendo σ la tensión de compresión del hormigón en la situación de comprobación, y $f_{ck,j}$ el valor supuesto en el proyecto para la resistencia característica del hormigón.

Se ha comprobado para los dos casos estudiados de estado límite de servicio, los cuales se han descrito en el modelo. A pesar de la diferencia de días, se ha considerado que las distintas sobrecargas ocurrirían para un tiempo suficientemente grande como para considerar el mismo valor de $f_{ck,j}$. En este caso:

$$\sigma \leq 0.6f_{ck,j} = 0,6 * 35 = 21MPa$$

En primer lugar, se muestran los resultados para el caso de carga a tiempo infinito para las combinaciones características de estado límite de servicio. Se muestran dos ilustraciones, una para la cara superior de la losa, y otra para la inferior; pero ambas en el eje de la misma.

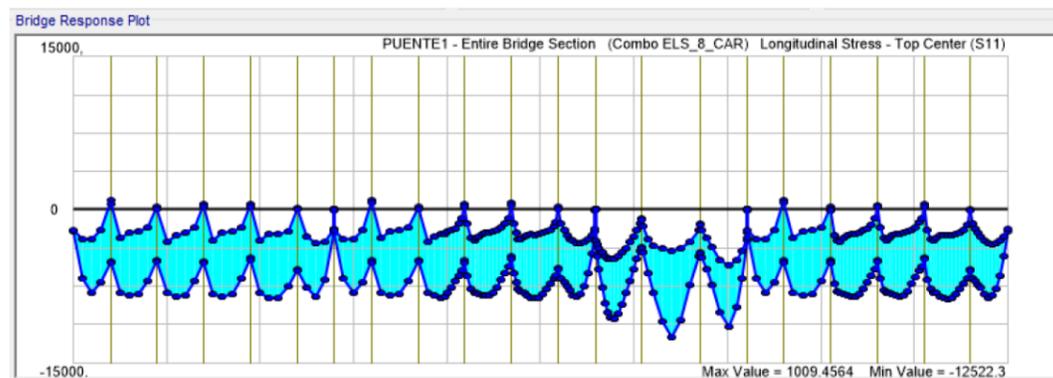


Ilustración 28. ELS Infinito Top Center

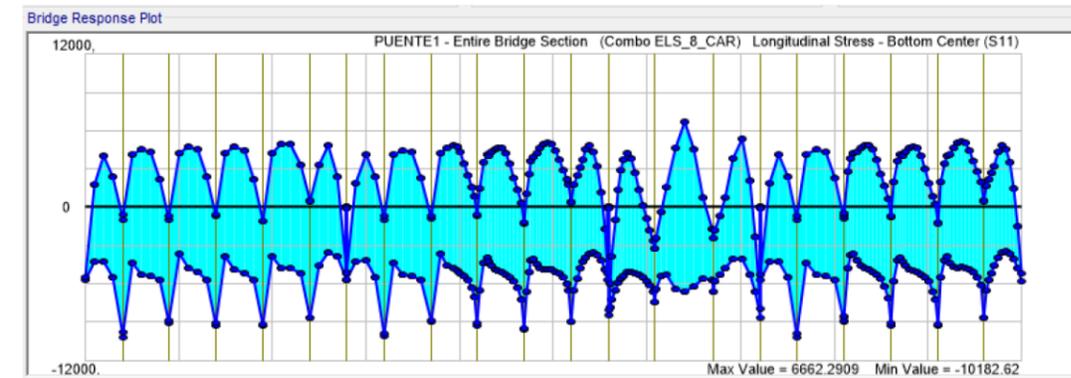


Ilustración 29. ELS Infinito Bottom Center

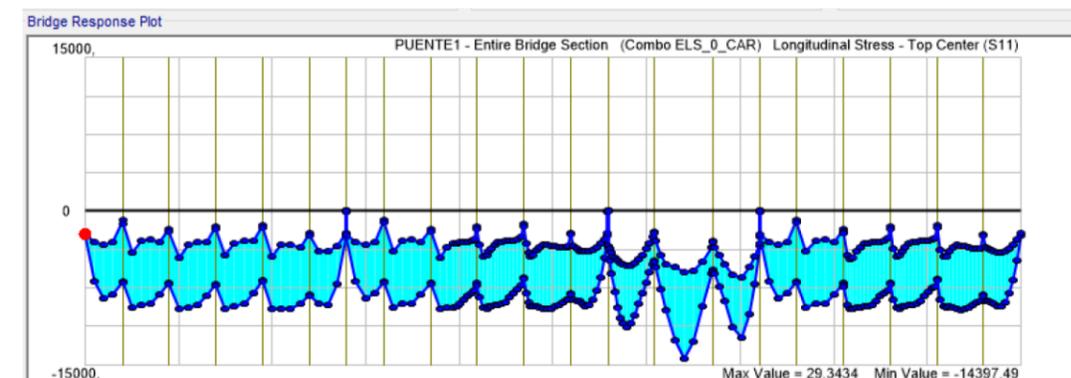


Ilustración 30. ELS 0 Top Center

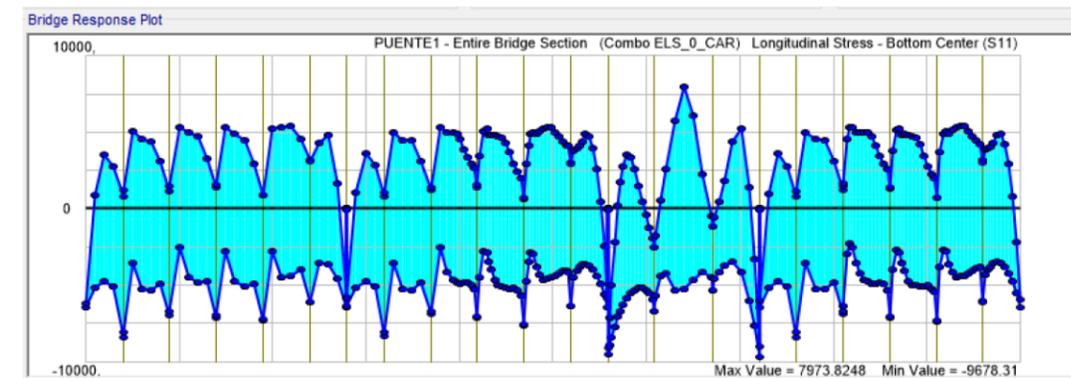


Ilustración 31. ELS 0 Bottom Center

Como puede apreciarse en las ilustraciones indicadas, el valor máximo de las tensiones es inferior al límite, ya que únicamente se alcanzan valores cercanos a los 15MPa, estando por debajo del valor límite.

La siguiente comprobación para el Estado límite de servicio de fisuración consiste en satisfacer la ecuación expresada en el artículo 49.2.3 de la EHE_08:

$$w_k \leq w_{max}$$

Siendo w_{max} la apertura máxima de fisura con valor 0,2mm en el caso del presente proyecto definida en la tabla 5.1.1.2 de la EHE-08.

En este caso, se realiza una aproximación del valor de la apertura de fisura, al valor tensional generado en las combinaciones frecuentes de las combinaciones de estado límite de servicio la cual establece que el valor de σ debe ser inferior a:

$$\sigma = 0.3 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3,21MPa$$

A continuación, se muestran los estados tensionales para los dos estados límites definidos en función del tiempo transcurrido, para las dos posiciones extremas de la losa.

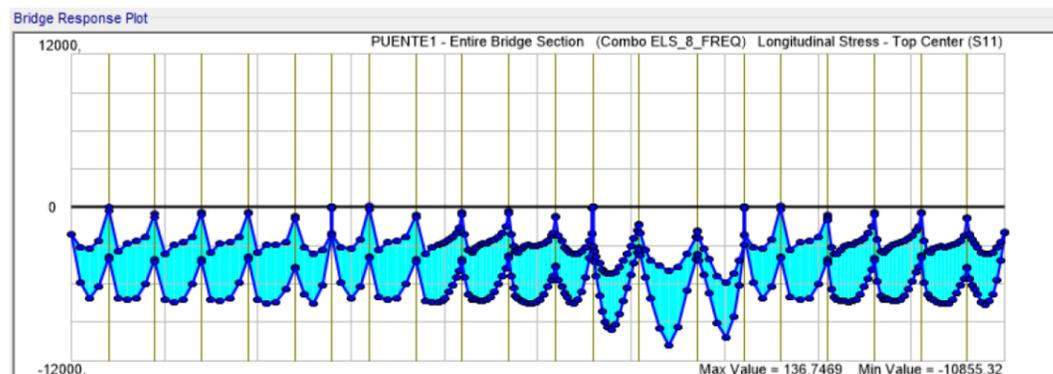


Ilustración 32. ELS Infinito. Top Center

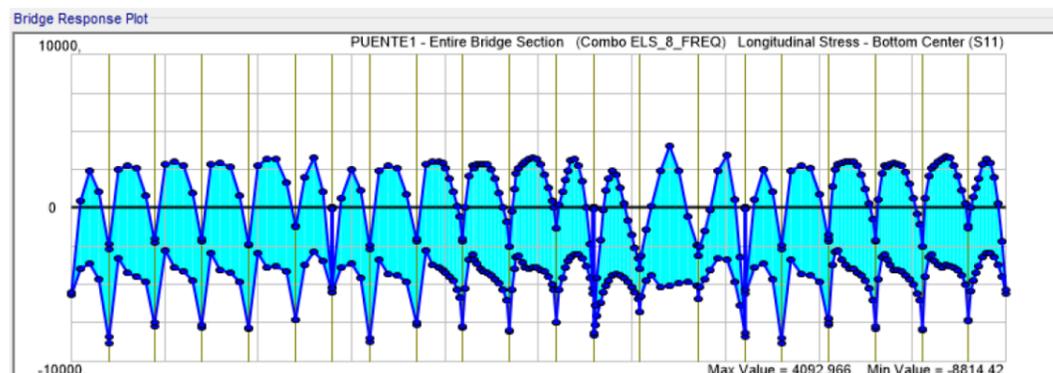


Ilustración 33 ELS Infinito. Bottom center

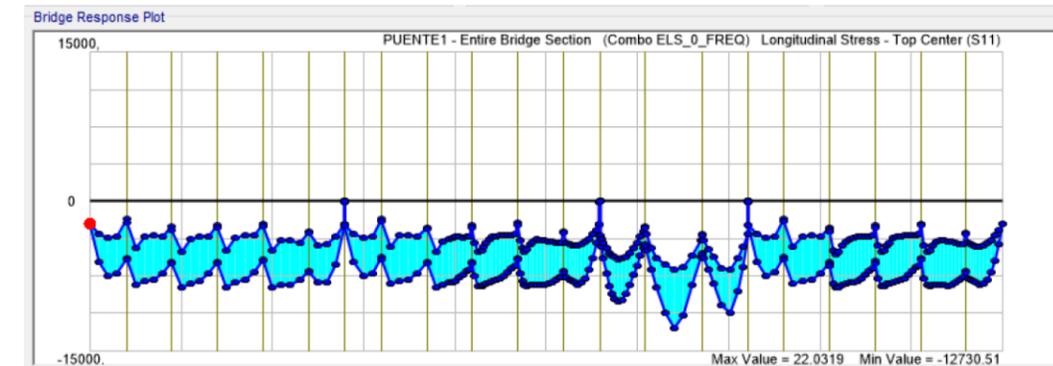


Ilustración 34. ELS TIEMPO 0 Top Center

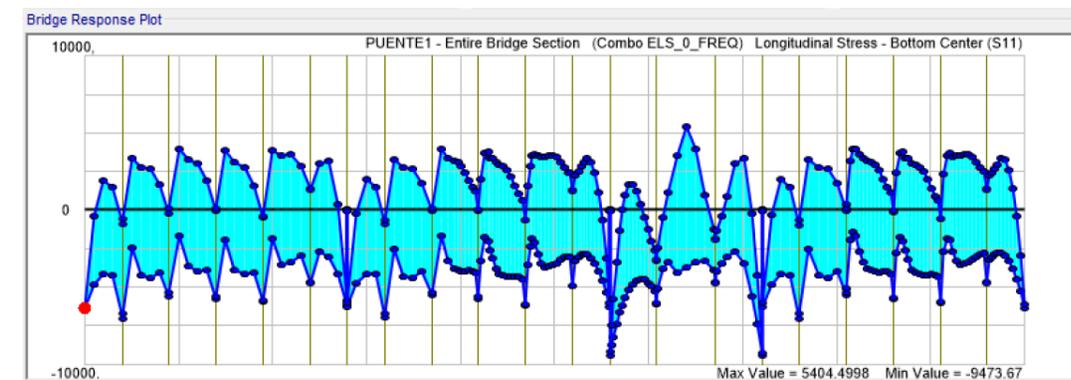


Ilustración 35. Tiempo 0 Bottom Center

En este caso, el valor máximo que se debía alcanzar es 3,21MPa. Solo se supera el f_{ctm} en la zona del tramo variable, en el resto del puente la tensión en la zona traccionada de la sección permanece por debajo DE 3,21 MPa. Para un estudio de predimensionamiento se considera que la apertura de fisura estará controlada con una armadura como la diseñada para los esfuerzos de estado límite último.

3.3.2. Estado Límite de Deformación

La deformación en el tablero debe ser inferior al máximo estipulado en la normativa. En este caso se analiza únicamente para las combinaciones frecuentes de estado límite de servicio, y se considera como el caso más desfavorable el sufrido a tiempo infinito, se considera este el caso más desfavorable porque el pretensado ha sufrido más pérdidas, y los efectos reológicos ya habrán concluido.

En la siguiente imagen se muestran las flechas generadas en el modelo. Los puntos de contra flecha máximos se generan durante la fase de construcción, en la cual, al hormigonar la fase próxima el puente trata de levantarse en el punto más cercano al apoyo.

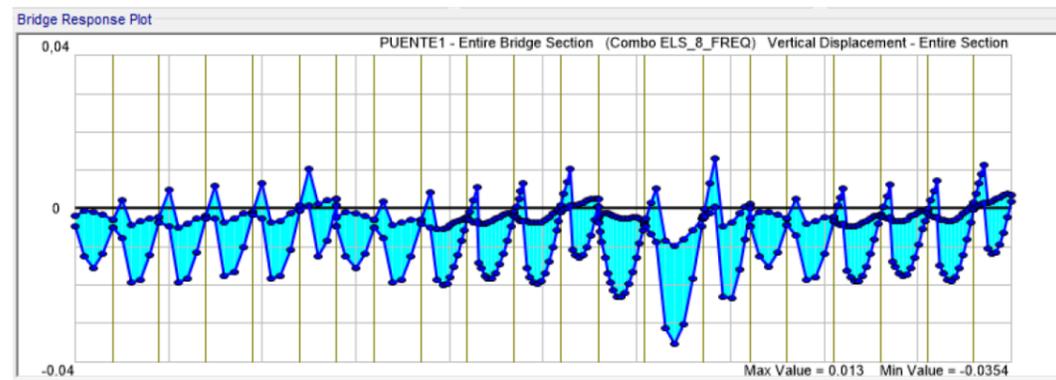


Ilustración 36. Deformaciones Verticales a tiempo infinito

Para el tramo de mayor luz, el valor de la deformación es de 3,54 mm.

3.4. Conclusiones Tablero

Las presentes comprobaciones demuestran la viabilidad de la construcción del puente propuesto como alternativa. Se ha realizado un predimensionamiento para la sección transversal diseñada, encontrando una solución válida de armado.

Para los tramos de canto constante la armadura activa considerada son 10 vainas de 15 torones de 0,6 pulgadas de diámetro con una fuerza de tesado de 29000kN. Para el tramo de canto variable son 10 vainas de 22 torones de 0,6 pulgadas con una fuerza de tesado de 3700kN.

El tablero de los tramos de canto constante está formado por armaduras pasivas longitudinales $\phi 20$ con separación de 20cm. La armadura a cortante está formada por cercos de $\phi 16$ cada 15cm, en las zonas de máximo cortante, y por $\phi 12$ en lugares con menor esfuerzo de este tipo. En el tramo de canto variable se consideran armaduras longitudinales $\phi 20$ con separación de 20cm en todo el perímetro, y armadura de cortante formada por $\phi 12$ cada 15cm en los 8 me centrales del vano y $\phi 16$ cada 15cm en el resto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO N°3

PLANOS

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



ÍNDICE DE PLANOS

1. Estructuras

1.1. Estudio de Soluciones Puentes Fase 1.

1.1.1. Estudio de Soluciones Fase 1. Puente sobre el barranco del Remedio.

1.2. Estudio de Soluciones Fase 2.

1.2.1. Estudio de Soluciones Puentes Fase 2. Puente sobre el barranco del Remedio.

1.3. Solución Final Adoptada para Puentes.

1.3.1. Puente sobre el barranco del Remedio.

ÍNDICE DE PLANOS

1. Estructuras

1.1. Estudio de Soluciones Puentes Fase 1 .

1.1.1. Estudio de Soluciones Fase 1. Puente sobre el barranco del Remedio.

1.1.2. Estudio de Soluciones Fase 1. Puente sobre el barranco del Montú.

1.2. Estudio de Soluciones Fase 2 .

1.2.1. Estudio de Soluciones Puentes Fase 2. Puente sobre el barranco del Remedio.

1.2.2. Estudio de Soluciones Fase 2. Puente sobre el barranco del Montú.

1.2.3. Estudio de Soluciones Fase 2. Diseño de Pilas.

1.3. Solución Final Adoptada para Puentes.

1.3.1. Puente sobre el barranco del Remedio.



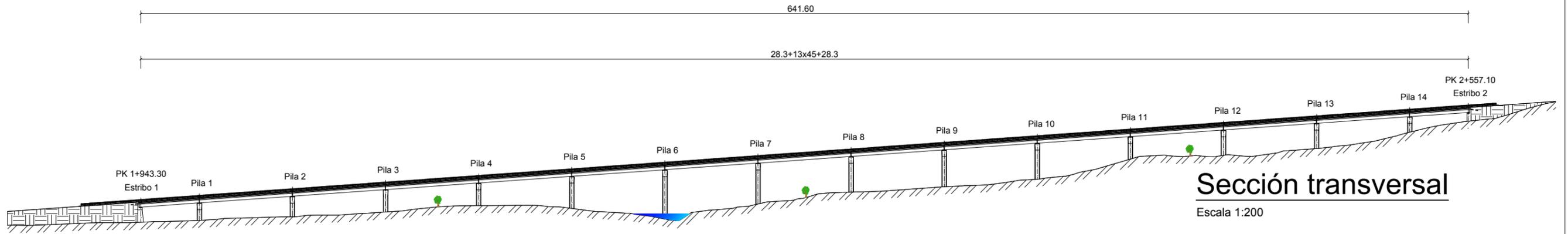
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



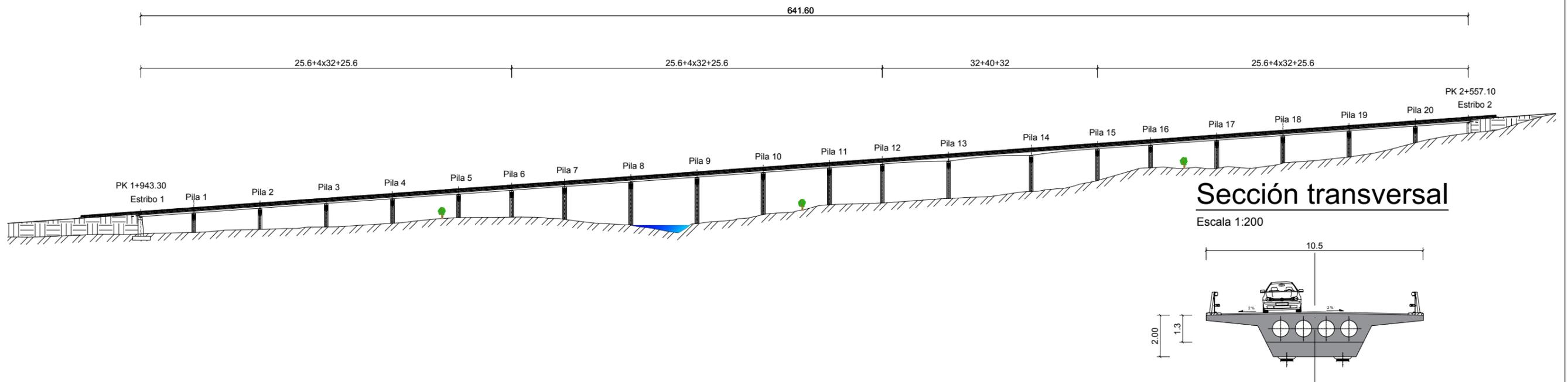
Alzado general

Escala 1:2000



Alzado general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

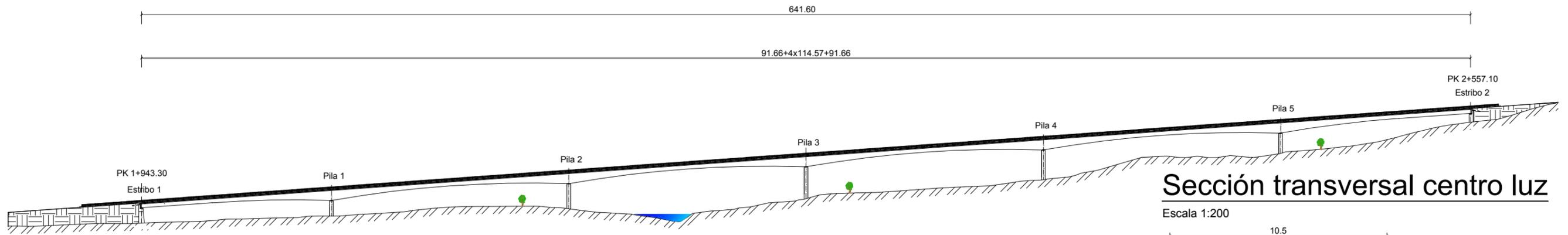
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE DE VIGAS ARTESAS
 PUENTE LOSA CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
 4.1.1
 HOJA 1 DE 5

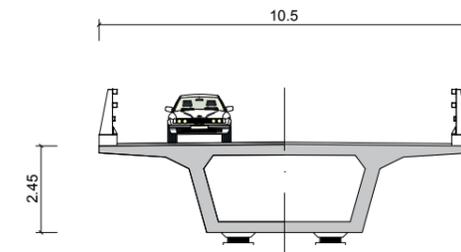
Alzado general

Escala 1:2000



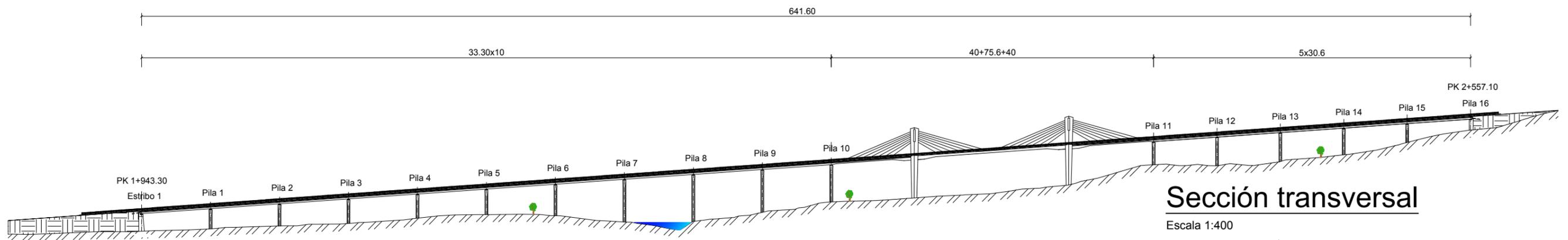
Sección transversal centro luz

Escala 1:200



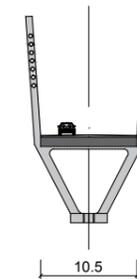
Alzado general

Escala 1:2000



Sección transversal

Escala 1:400



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

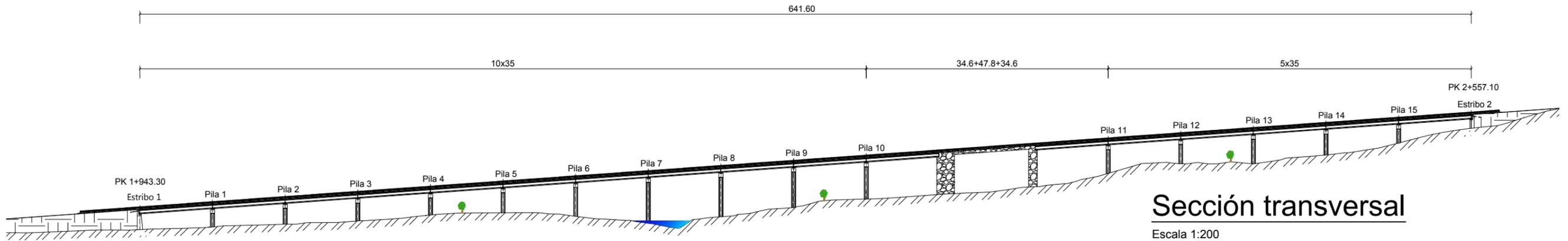
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE DE CAJONES CANTO VARIABLE
PUENTE ESTRADOSADO

Nº DE PLANO
4.1.1
HOJA 2 DE 5

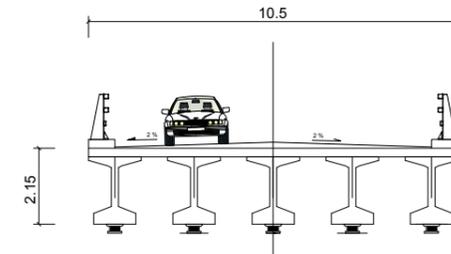
Alzado general

Escala 1:2000



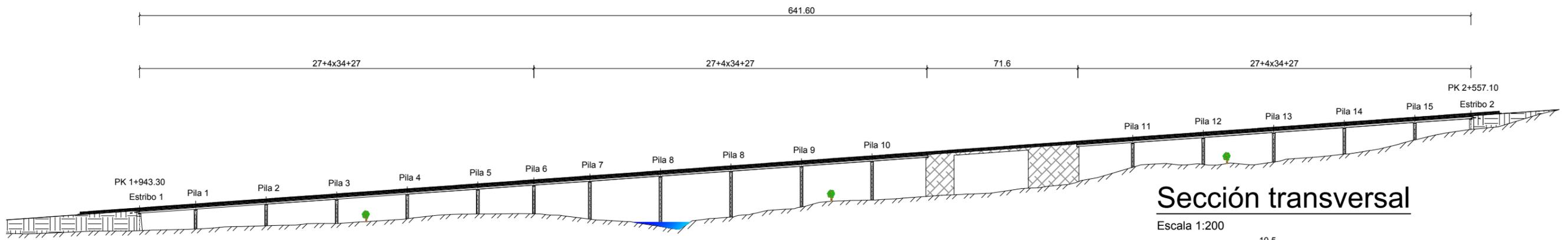
Sección transversal

Escala 1:200



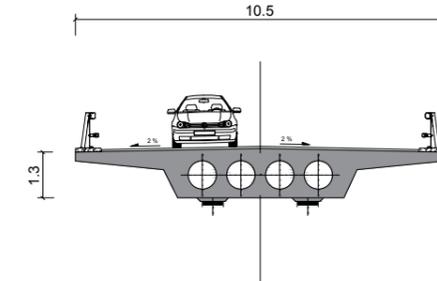
Alzado general

Escala 1:2000



Sección transversal

Escala 1:200



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

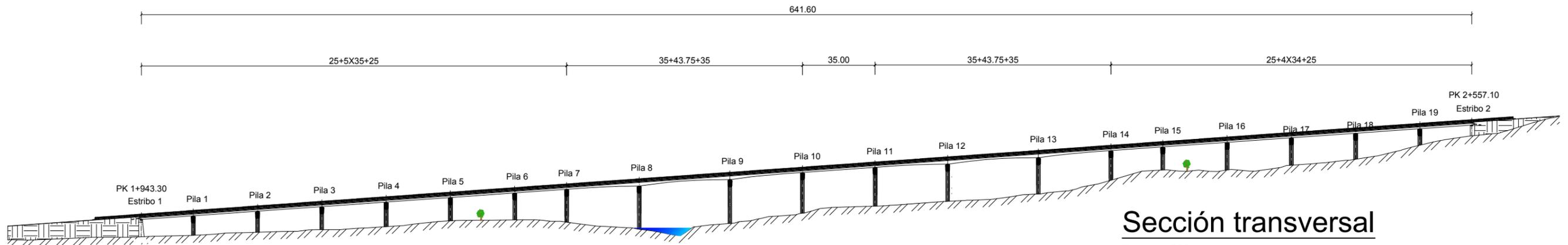
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE PÉRGOLA VIGAS DOBLE T
PUENTE PÉRGOLA LOSA

Nº DE PLANO
4.1.1
HOJA 3 DE 5

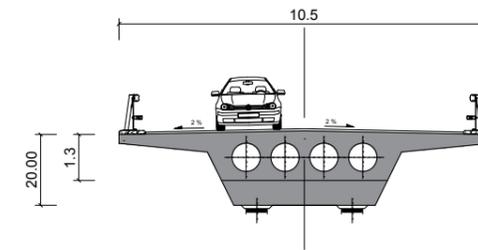
Alzado general

Escala 1:2000



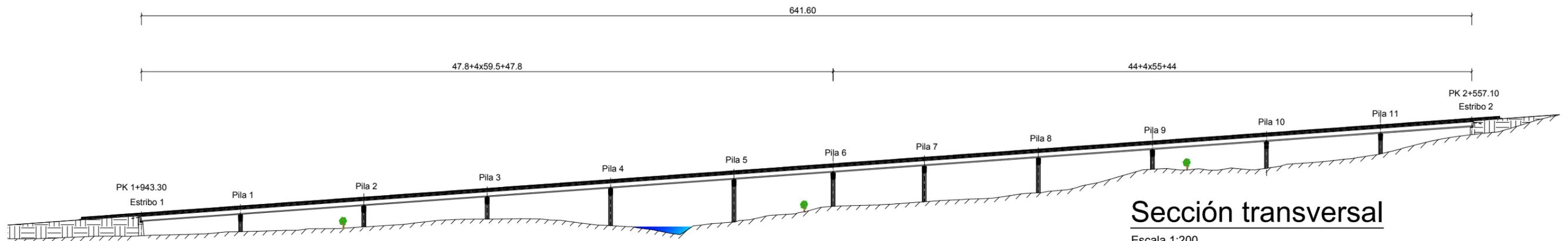
Sección transversal

Escala 1:200



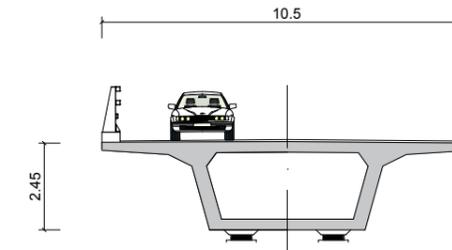
Alzado general

Escala 1:2000



Sección transversal

Escala 1:200



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

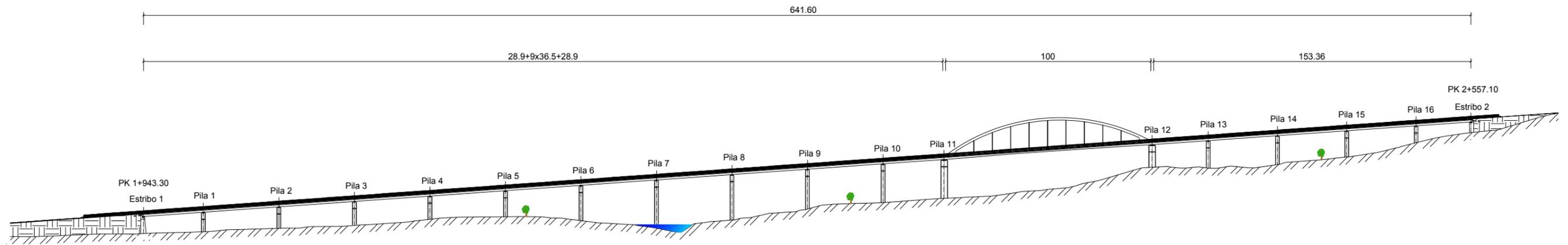
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE LOSA 2 CANTOS VARIABLES
PUENTE CAJONES CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.1.1
HOJA 4 DE 5

Alzado general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

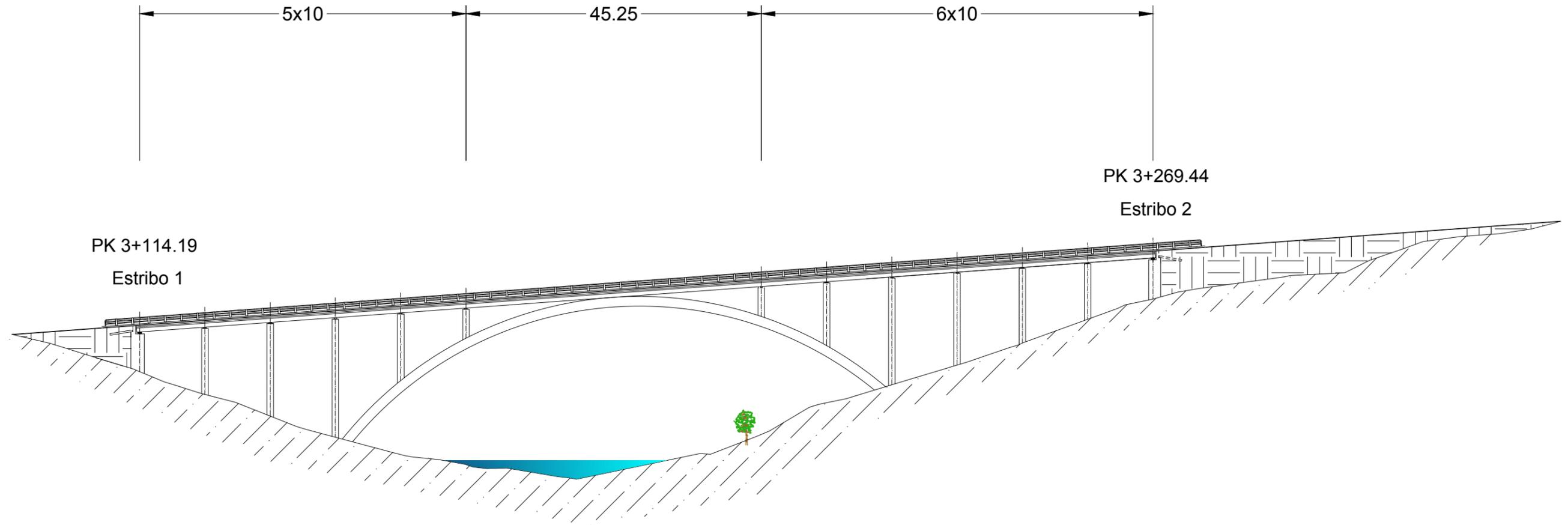
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE ARCO SUPERIOR

Nº DE PLANO
 4.1.1
 HOJA 5 DE 5

Alzado General

Escala 1:650



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

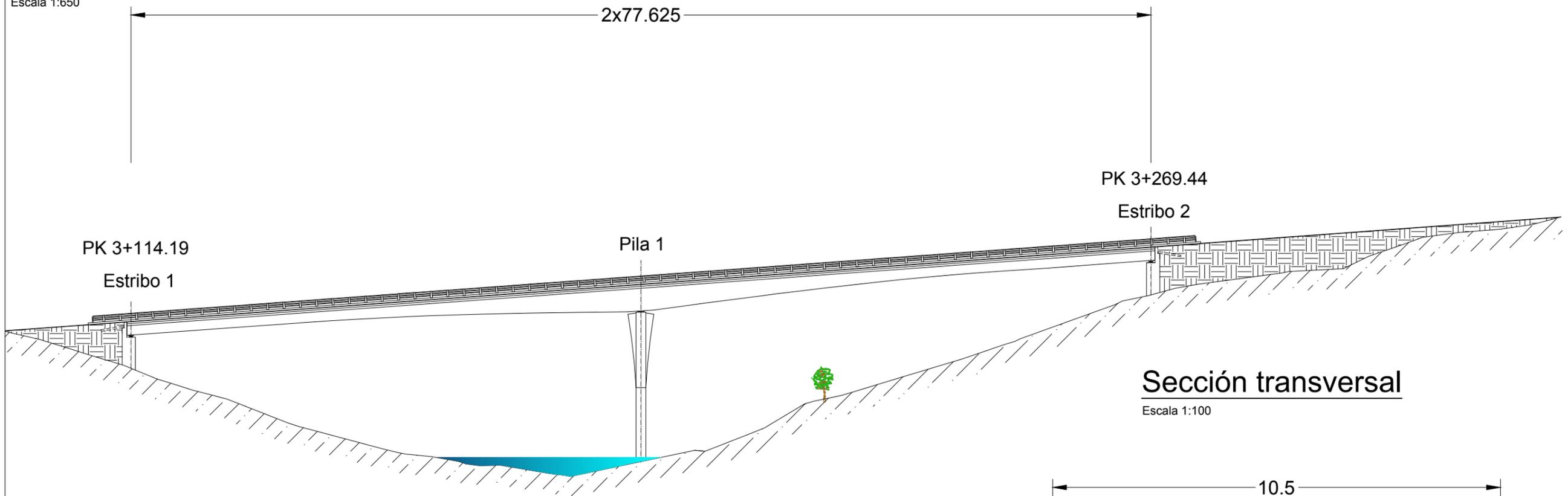
ESCALA:
1:650

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE ARCO INFERIOR

Nº DE PLANO
4.1.2
HOJA 1 DE 12

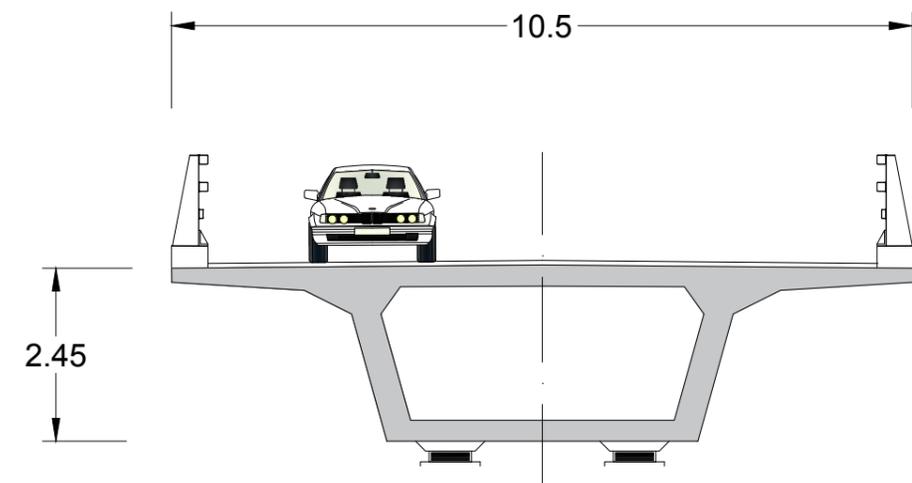
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

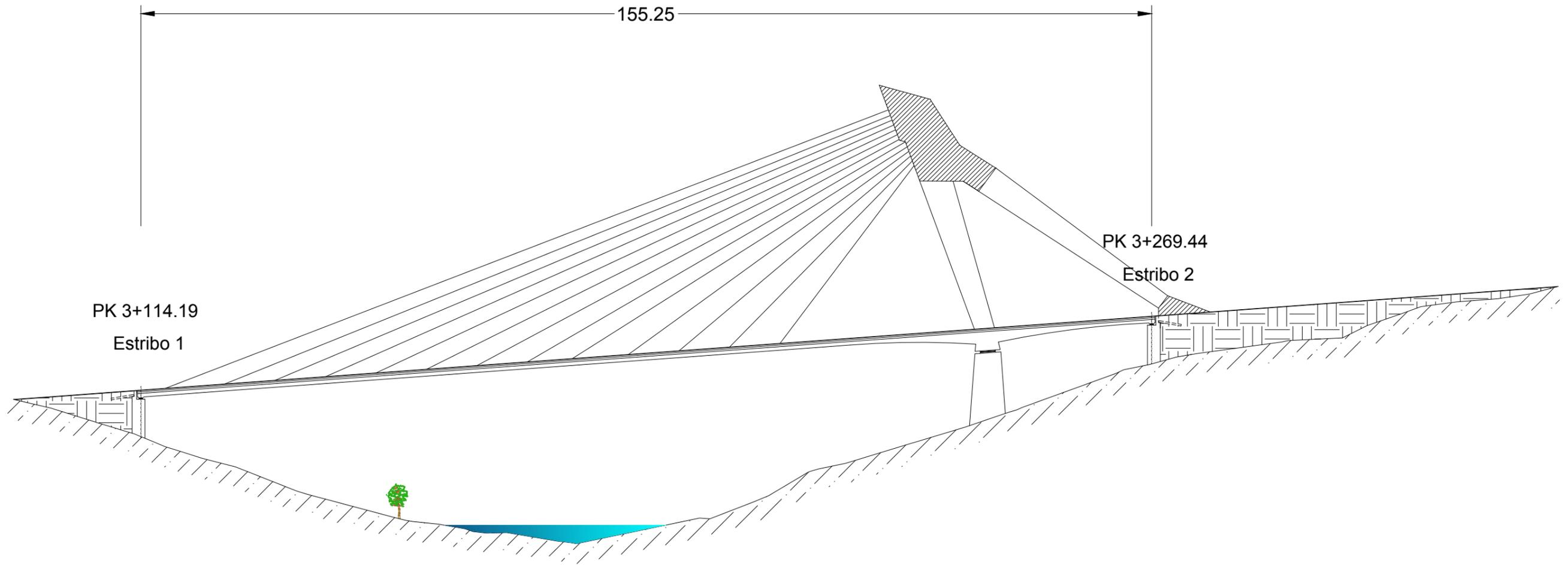
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE DE CAJONES CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
4.1.2
HOJA 2 DE 12

Alzado General

Escala 1:500



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

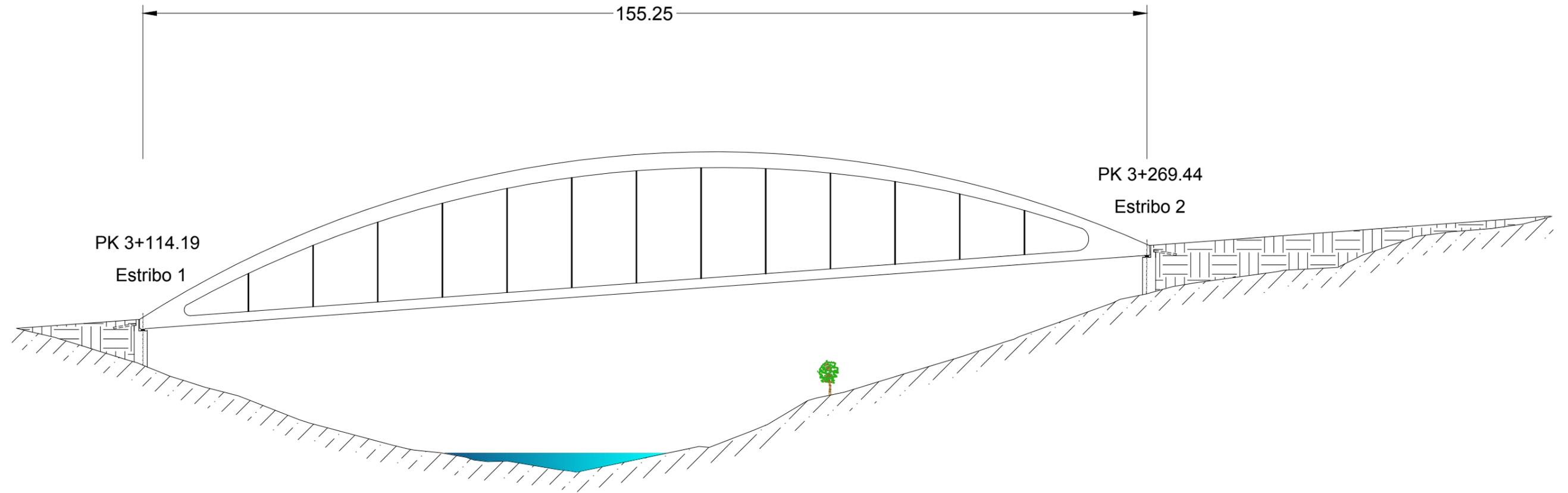
ESCALA:
1:650

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE ATIRANDADO

Nº DE PLANO
4.1.2
HOJA 3 DE 12

Alzado General

Escala 1:650



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

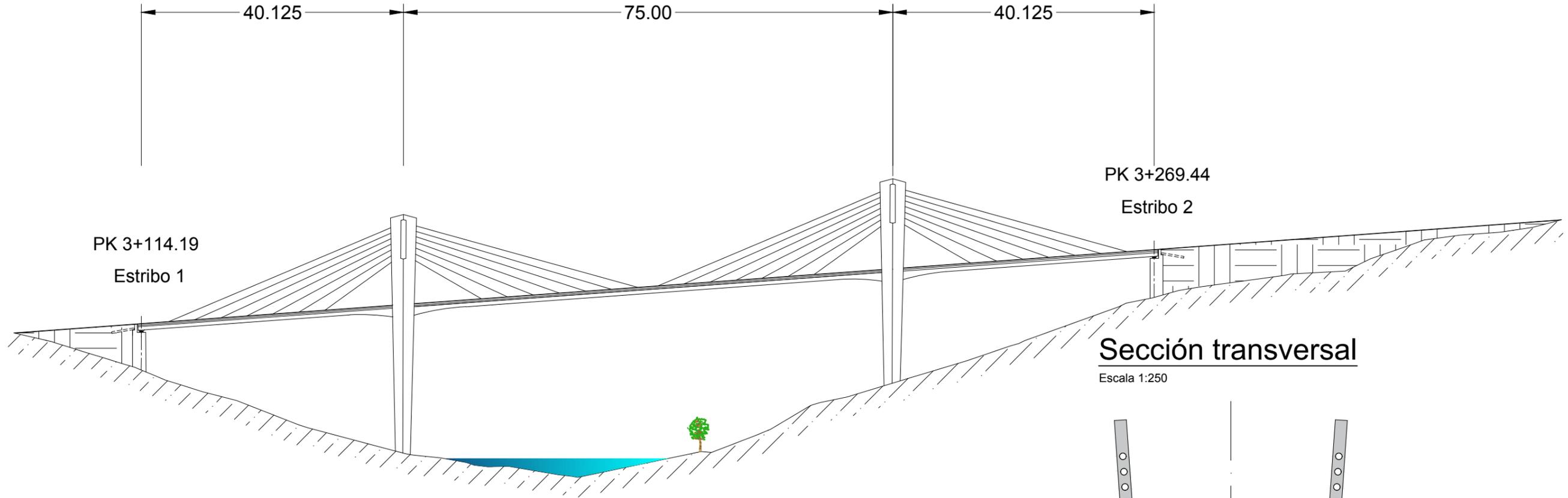
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE ARCO SUPERIOR

Nº DE PLANO
4.1.2
HOJA 4 DE 12

Alzado General

Escala 1:650

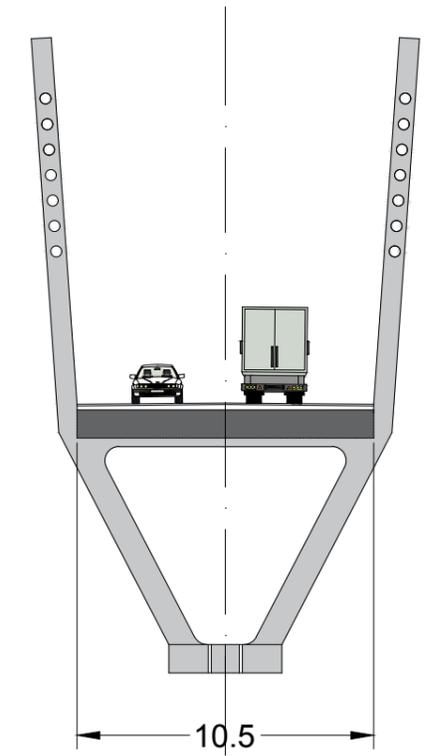


PK 3+269.44
Estribo 2

PK 3+114.19
Estribo 1

Sección transversal

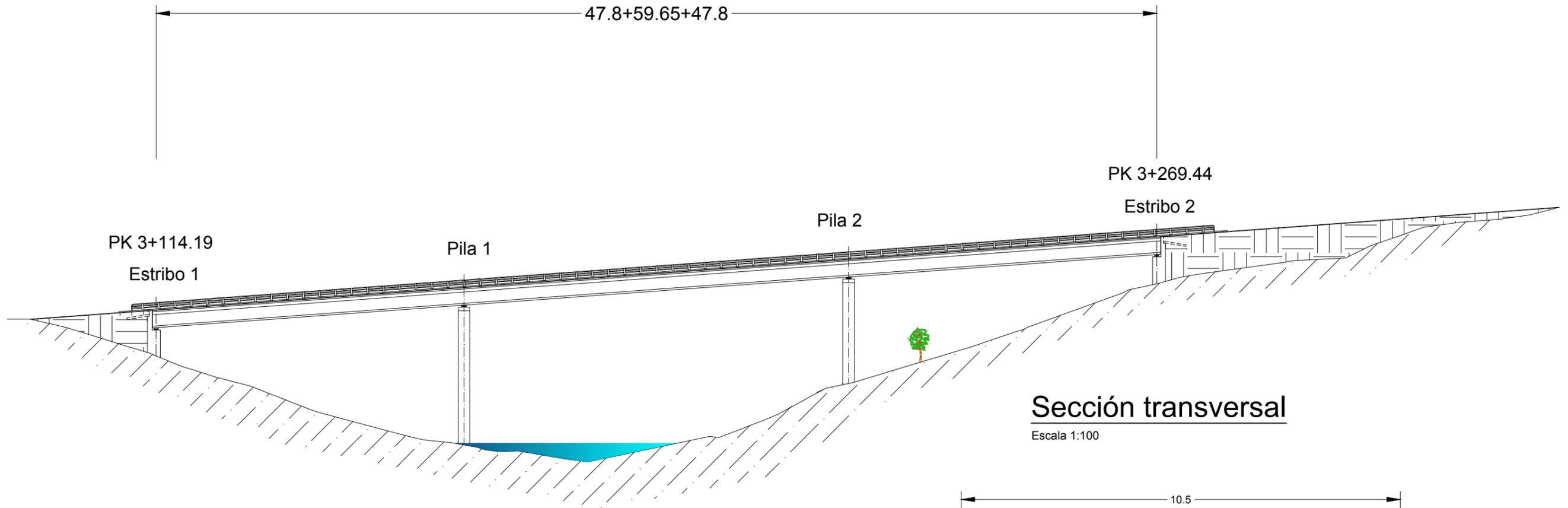
Escala 1:250



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	 AUTOR DEL PROYECTO CARDONA GUERRERO, EDUARDO MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO	FECHA JUNIO 2016	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA (PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE	ESCALA: VARIAS	TÍTULO DEL PLANO PUENTE ESTRADOSADO	Nº DE PLANO 4.1.2
						HOJA 5 DE 12

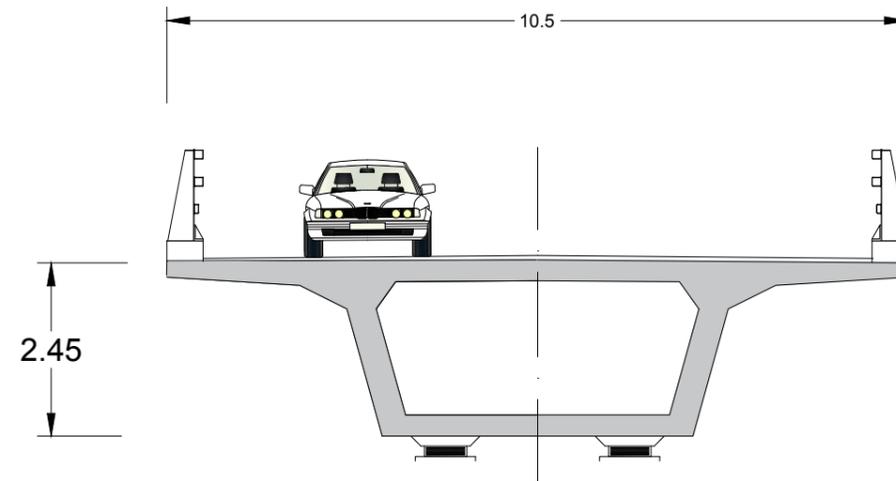
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

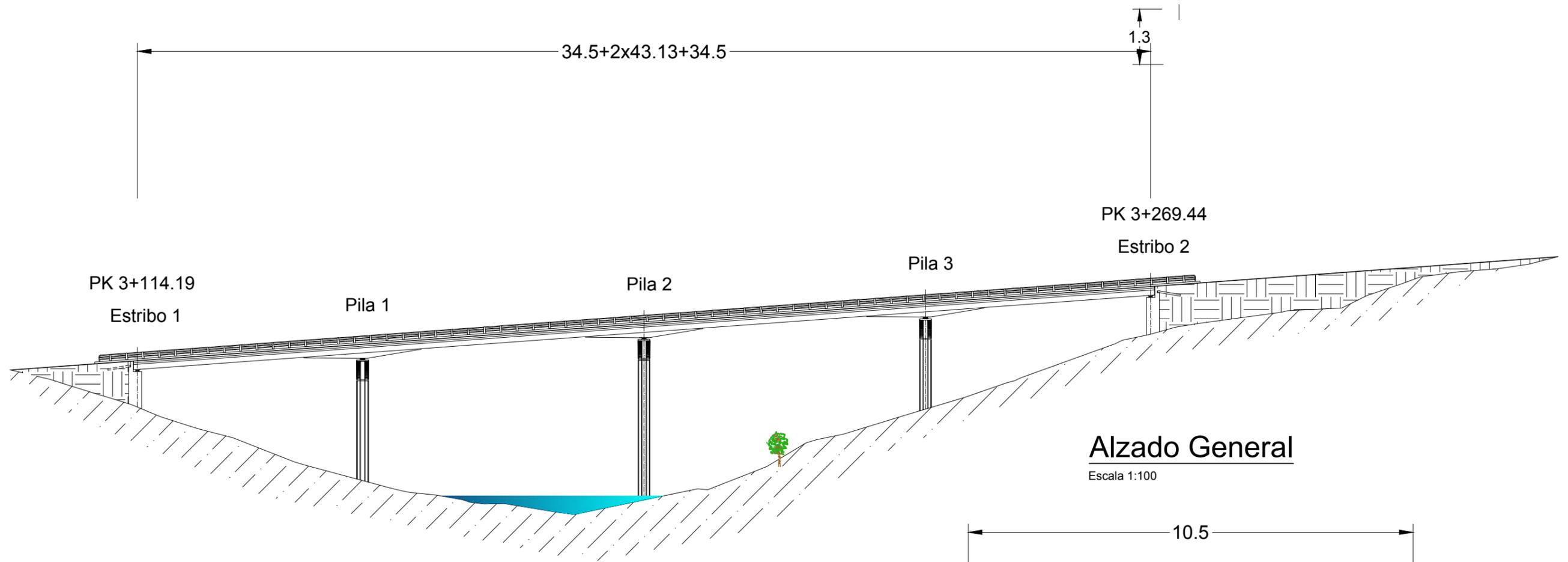
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE DE CAJONES CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
 4.1.2
 HOJA 6 DE 12

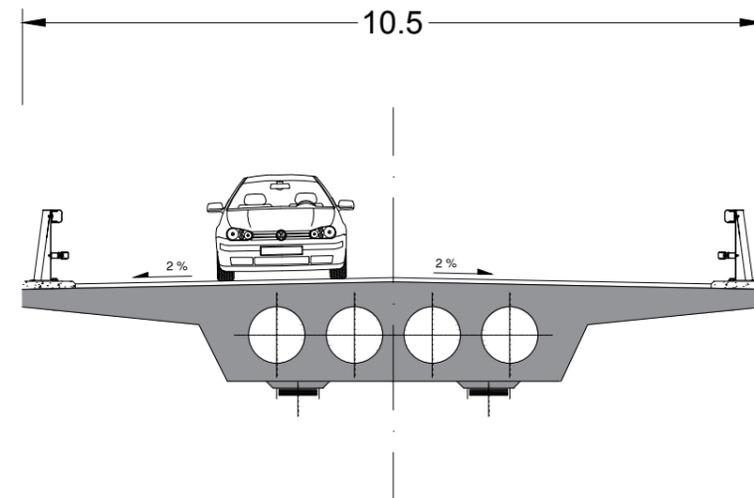
Alzado General

Escala 1:650



Alzado General

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

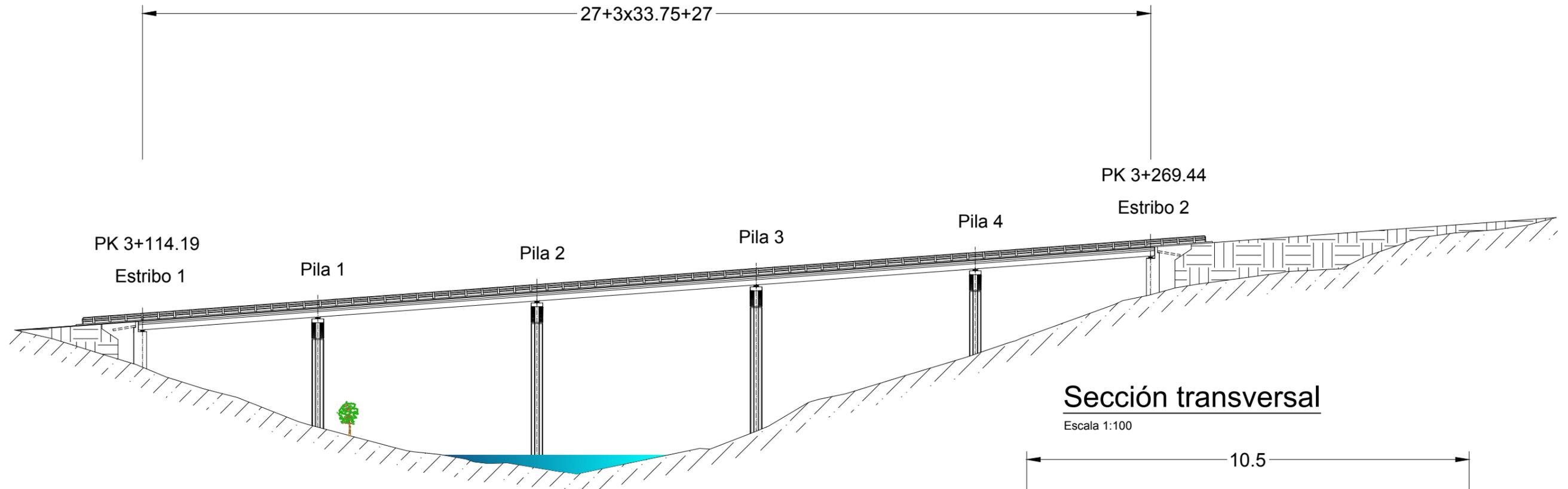
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PUENTE LOSA ACARTELADA

Nº DE PLANO
4.1.2
HOJA 7 DE 12

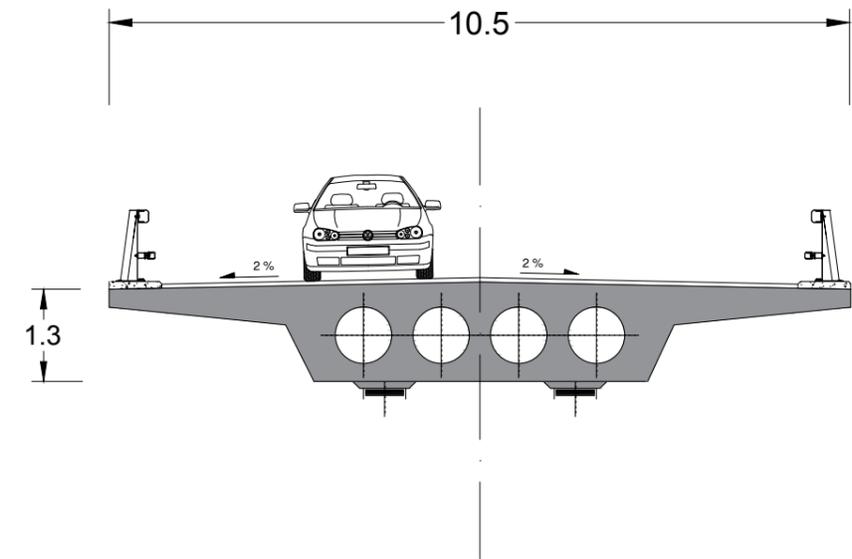
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

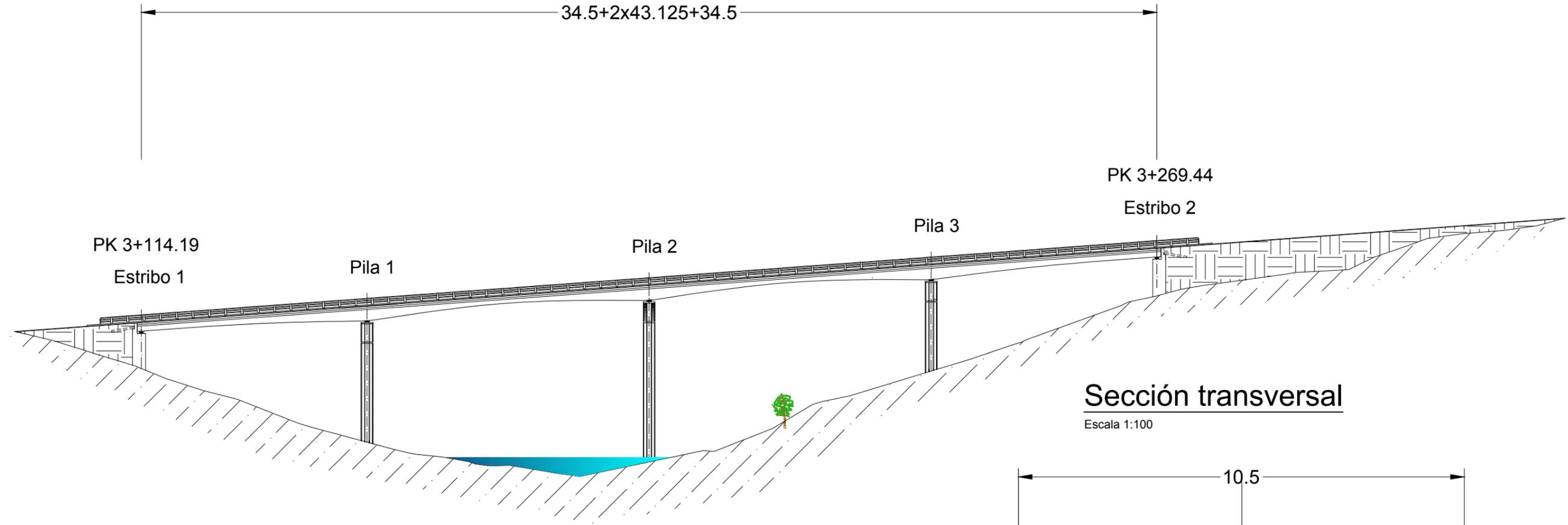
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE LOSA CONSTANTE

Nº DE PLANO
 4.1.2
 HOJA 9 DE 12

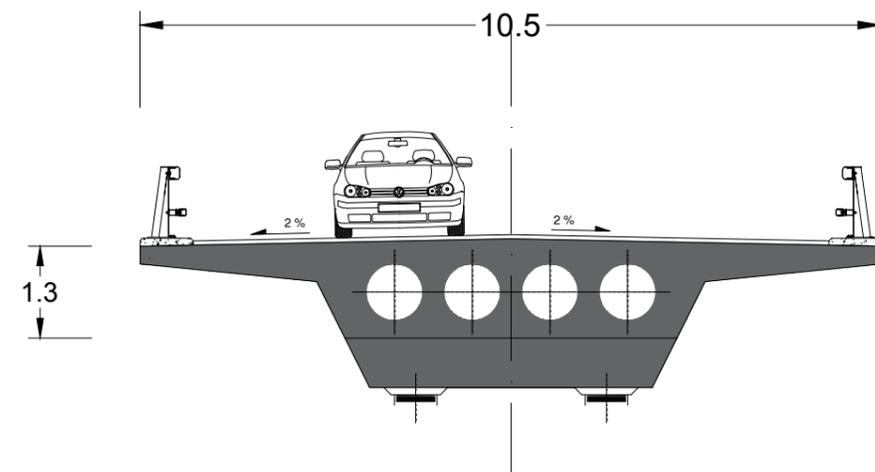
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

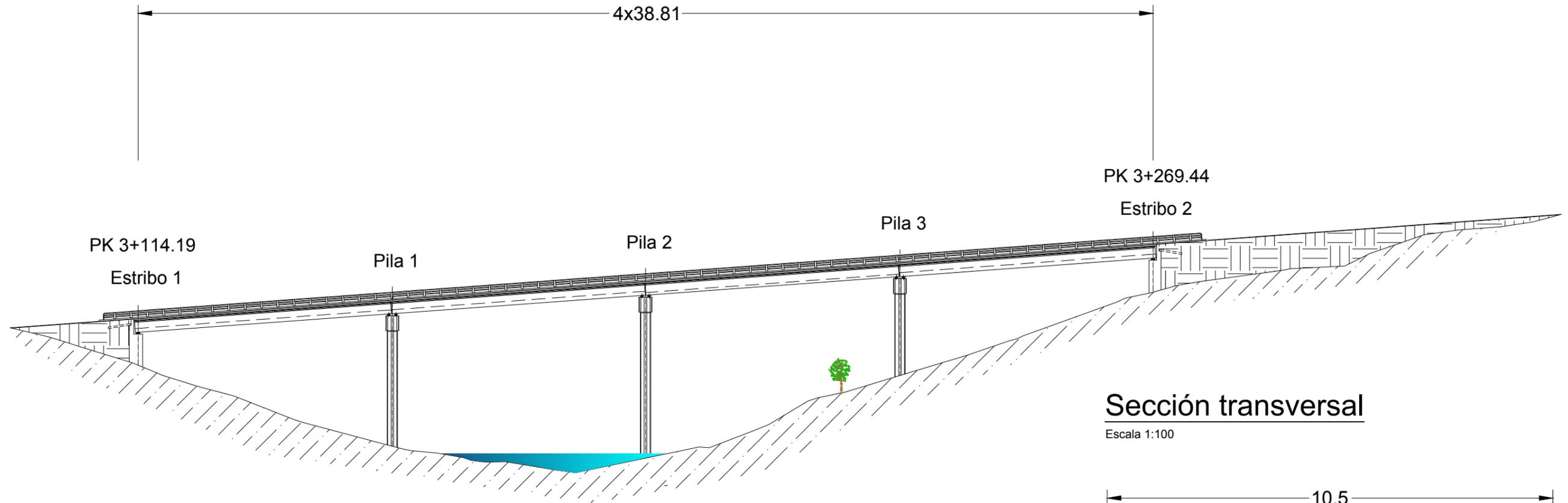
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE LOSA CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
 4.1.2
 HOJA 8 DE 12

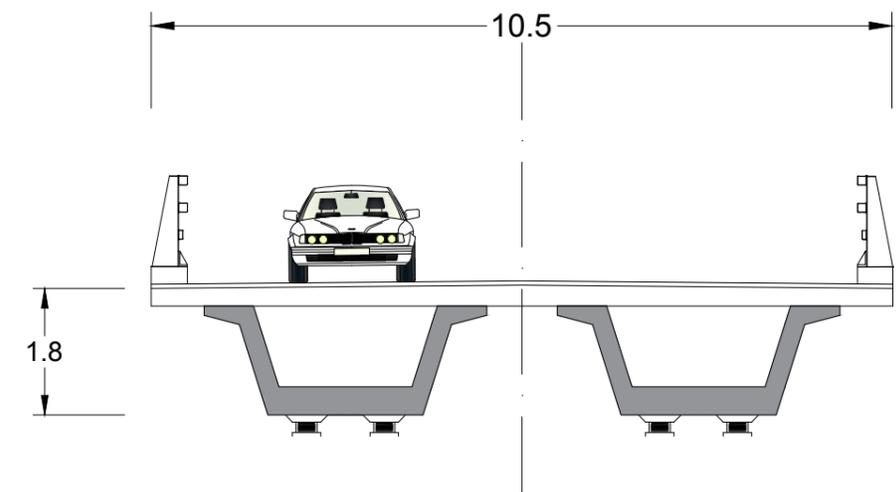
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

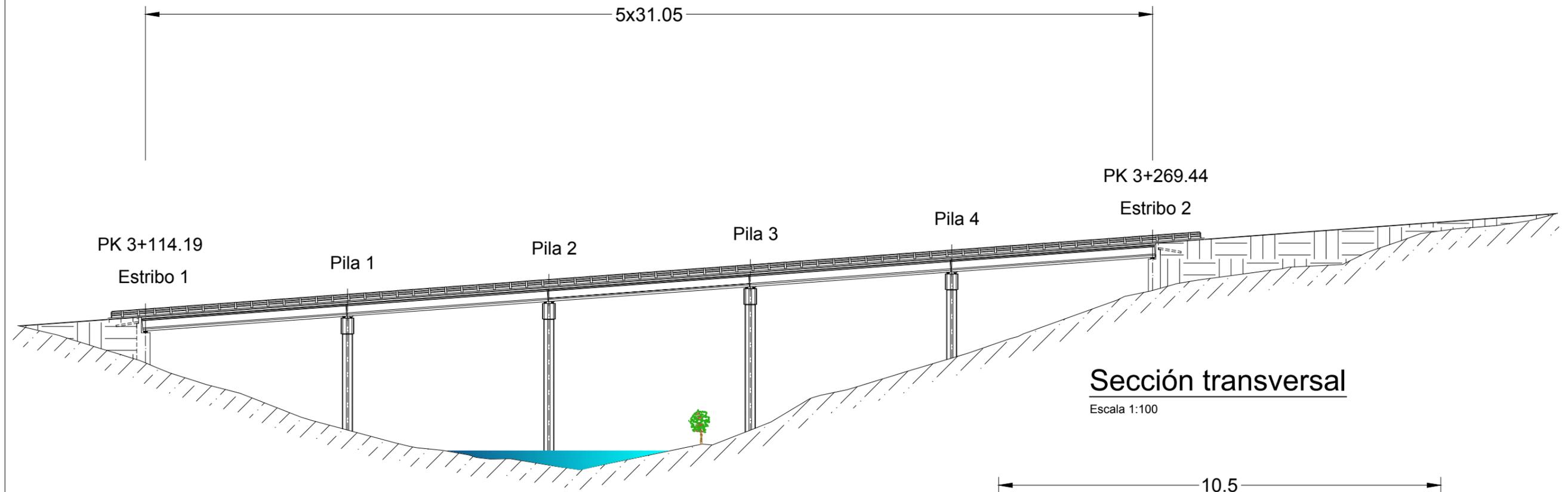
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE DE VIGAS ARTESAS

Nº DE PLANO
 4.1.2
 HOJA 10 DE 12

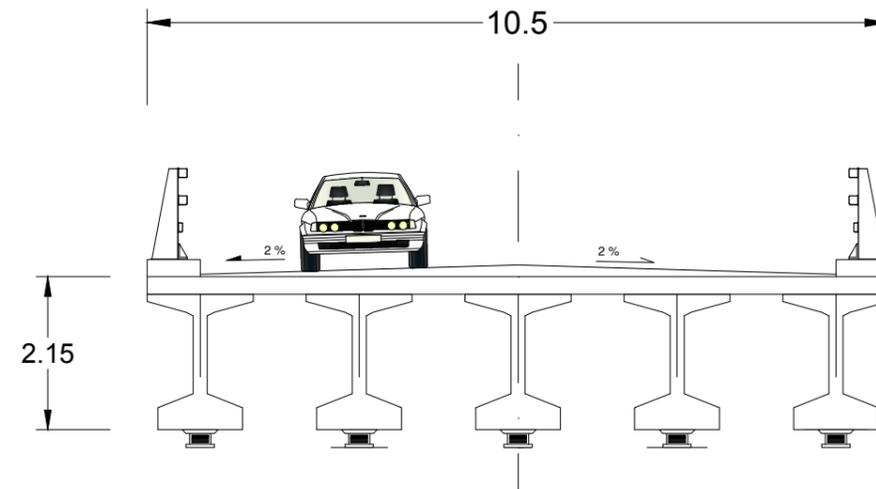
Alzado General

Escala 1:650



Sección transversal

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

ESCALA:
 VARIAS

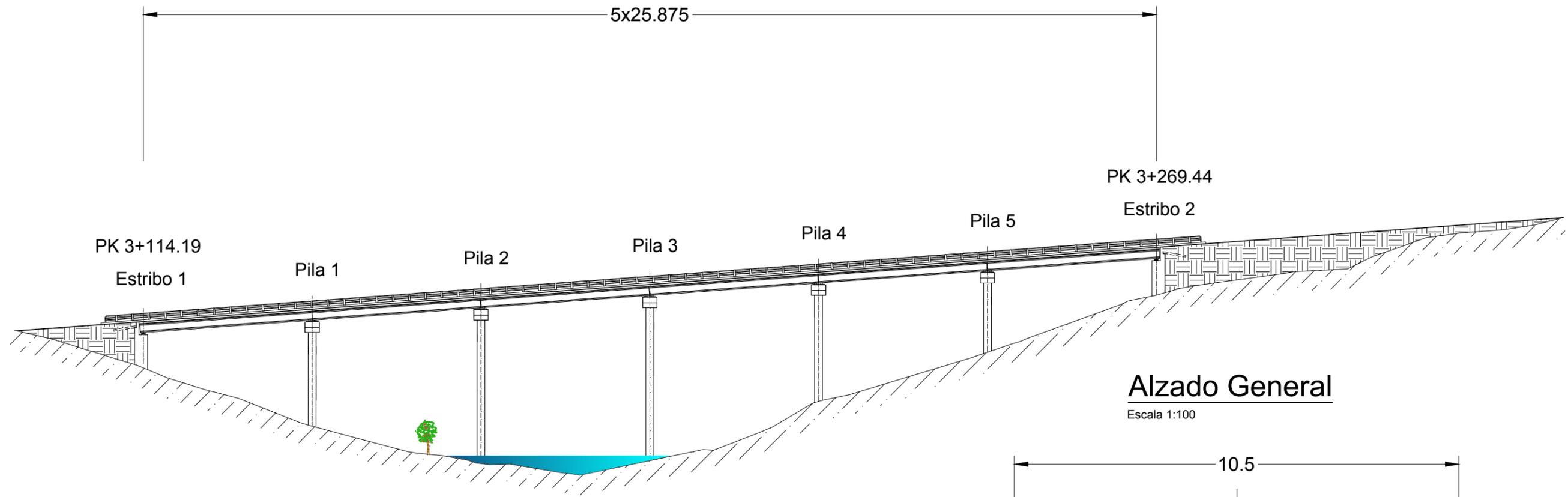
TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE VIGAS DOBLE T 5 VANOS

Nº DE PLANO
 4.1.2

HOJA 11 DE 12

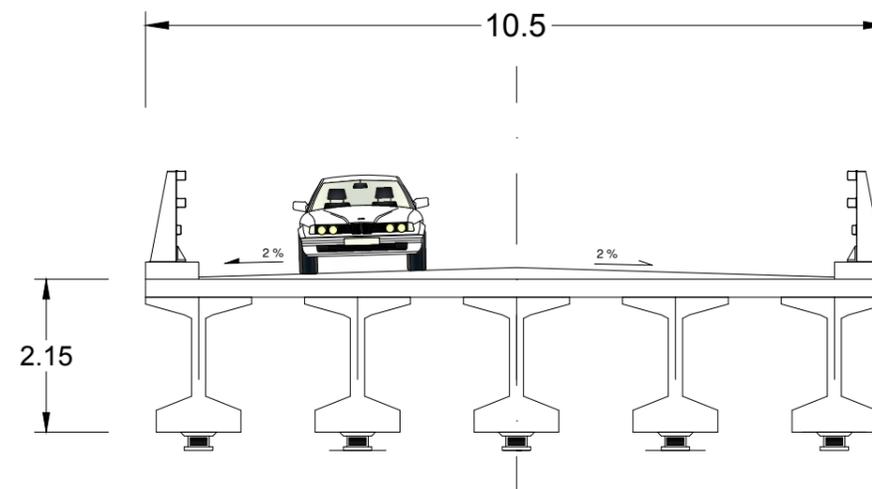
Alzado General

Escala 1:650



Alzado General

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

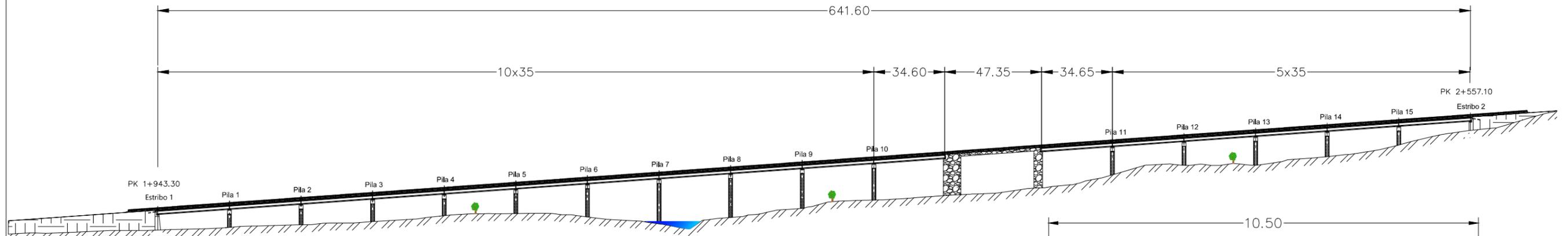
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PUENTE VIGAS DOBLE T 7 VANOS

Nº DE PLANO
 4.1.2
 HOJA 12 DE 12

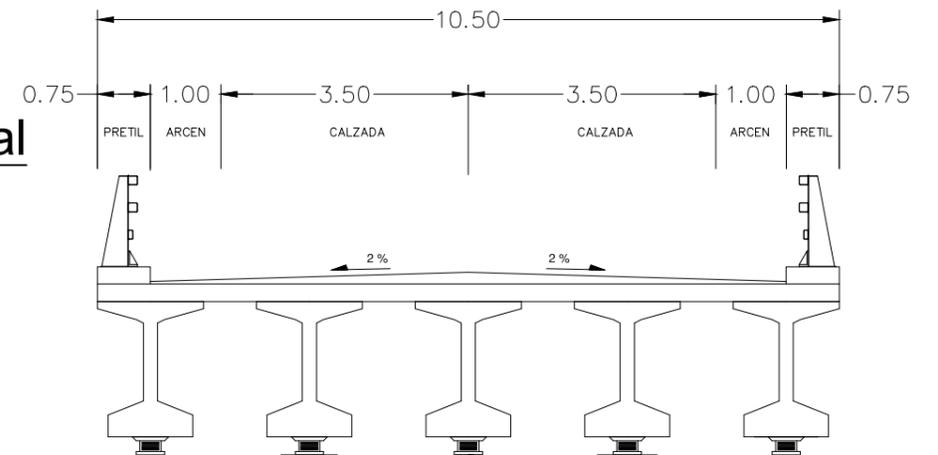
Alzado general

Escala 1:2000



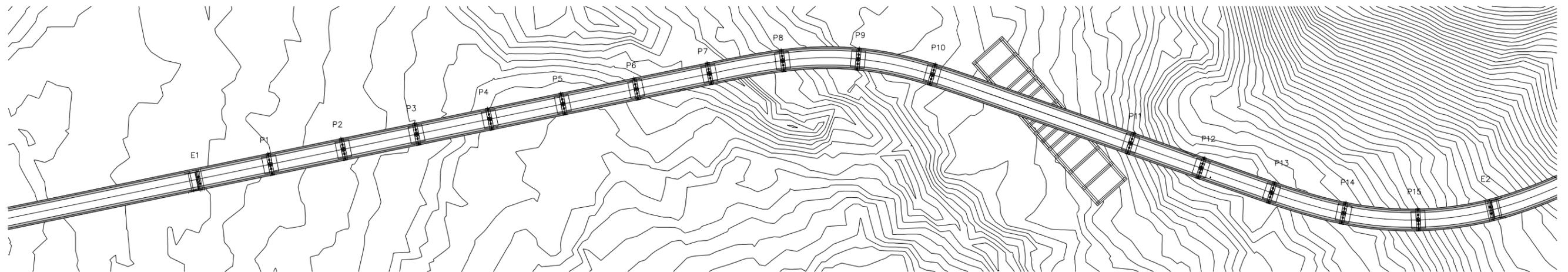
Sección transversal

Escala 1:100



Planta general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

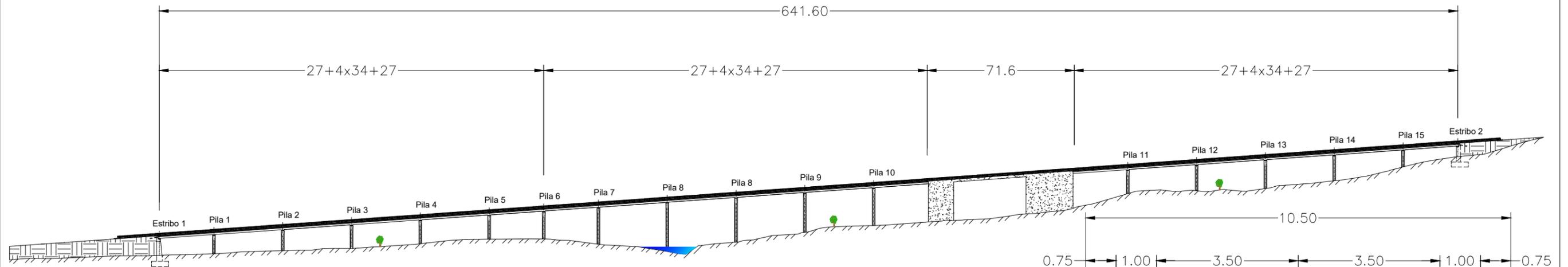
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PLANO GENERAL PUENTE PÉRGOLA DE VIGAS

Nº DE PLANO
 4.2.1.
 HOJA 1 DE 5

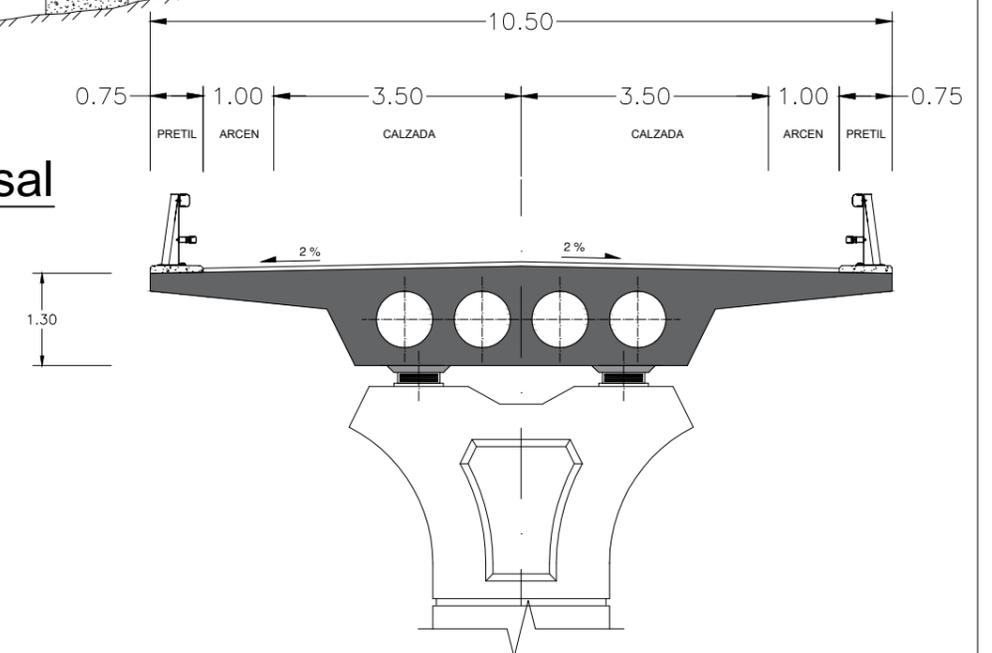
Alzado general

Escala 1:2000



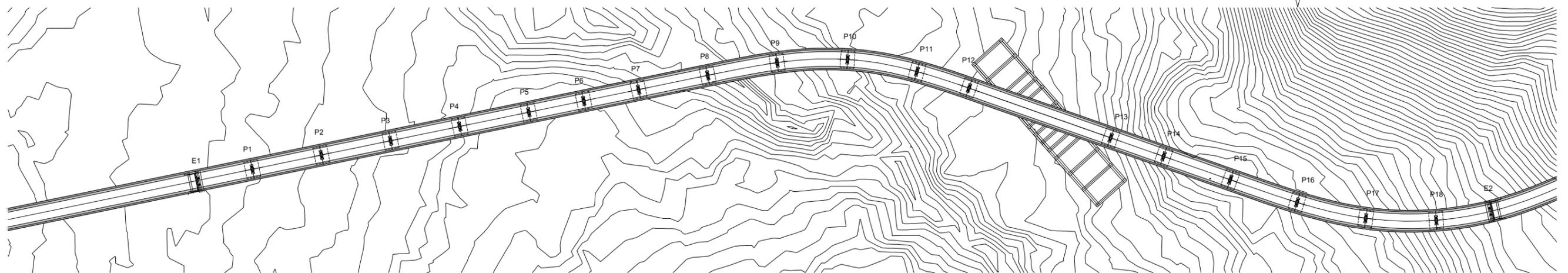
Sección transversal

Escala 1:100



Planta general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

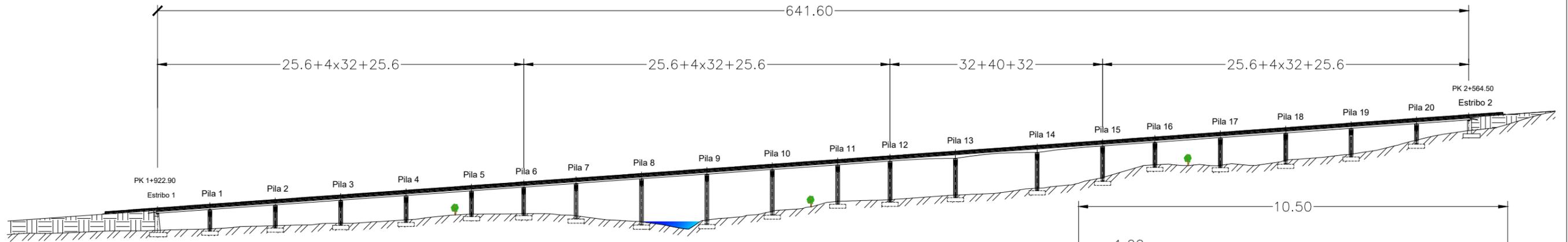
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PLANO GENERAL PUENTE PÉRGOLA DE LOSA

Nº DE PLANO
 4.2.1.
 HOJA 2 DE 5

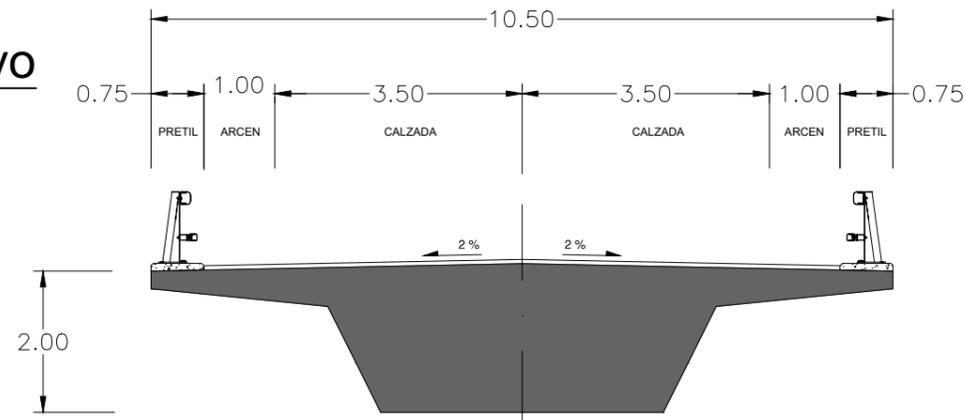
Alzado General

Escala 1:2000



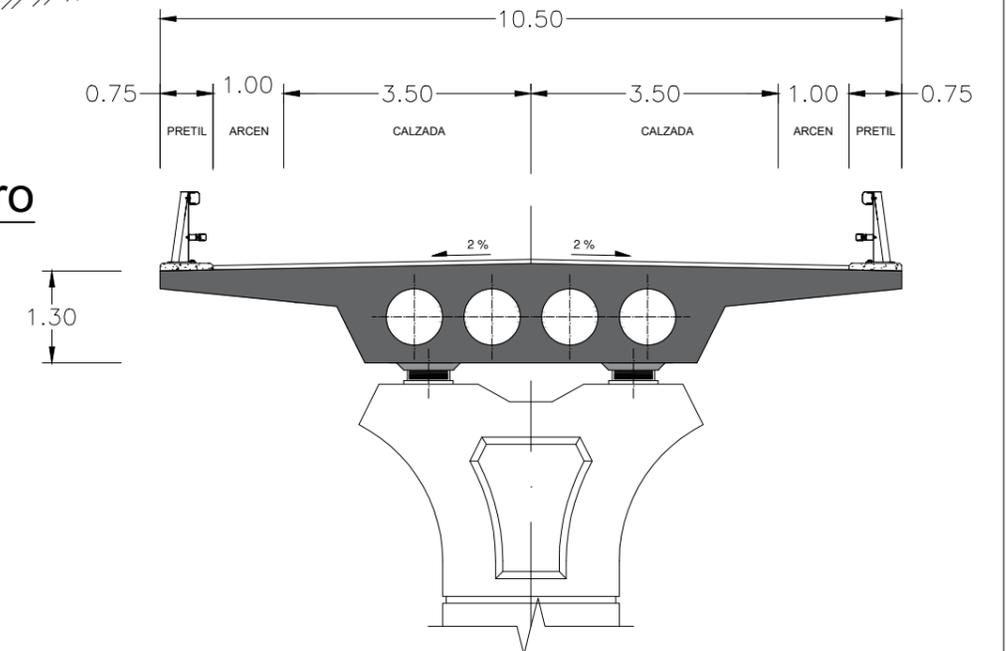
Sección apoyo

Escala 1:100



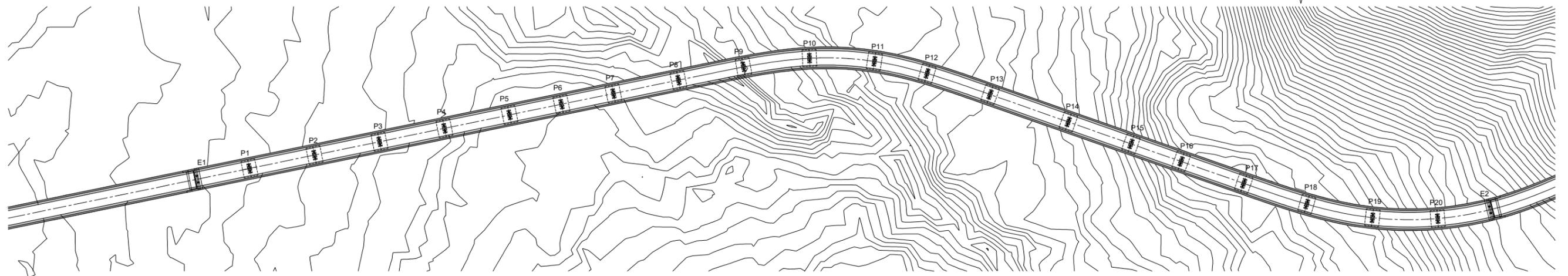
Sección centro

Escala 1:100



Planta general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

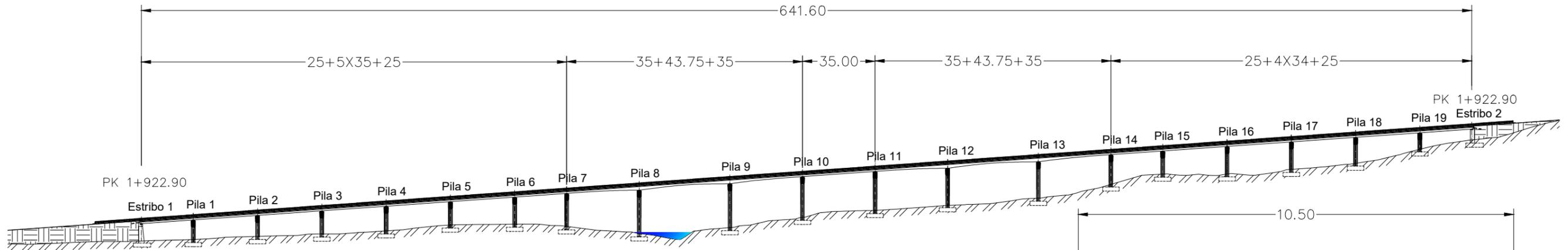
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PLANO GENERAL PUENTE LOSA 1 TRAMO DE
 CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
 4.2.1.
 HOJA 3 DE 5

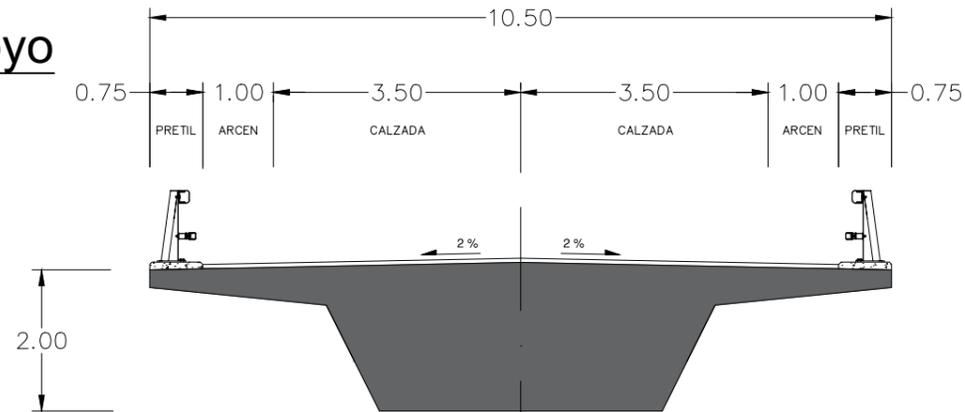
Alzado General

Escala 1:2000



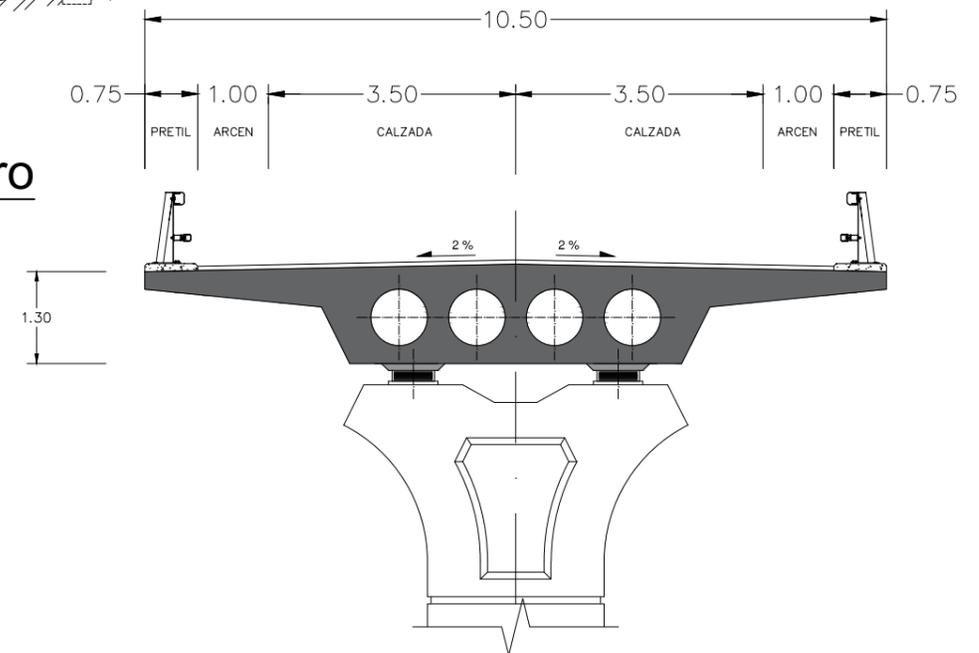
Sección apoyo

Escala 1:100



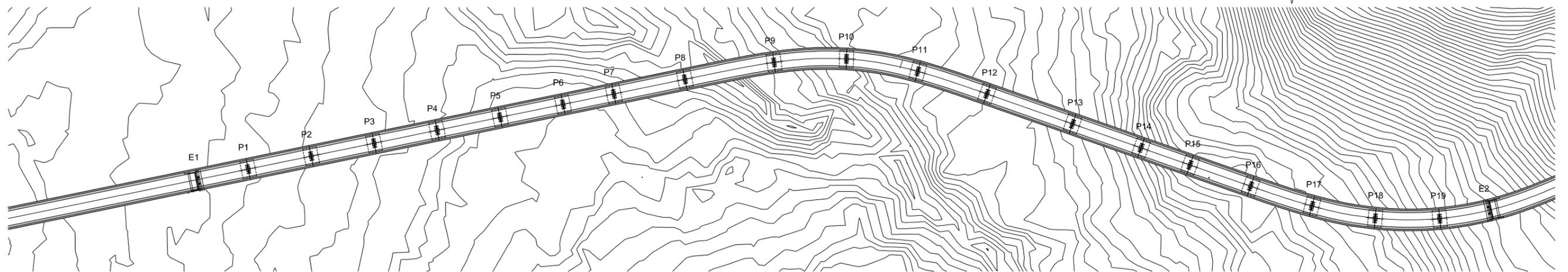
Sección centro

Escala 1:100



Planta general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

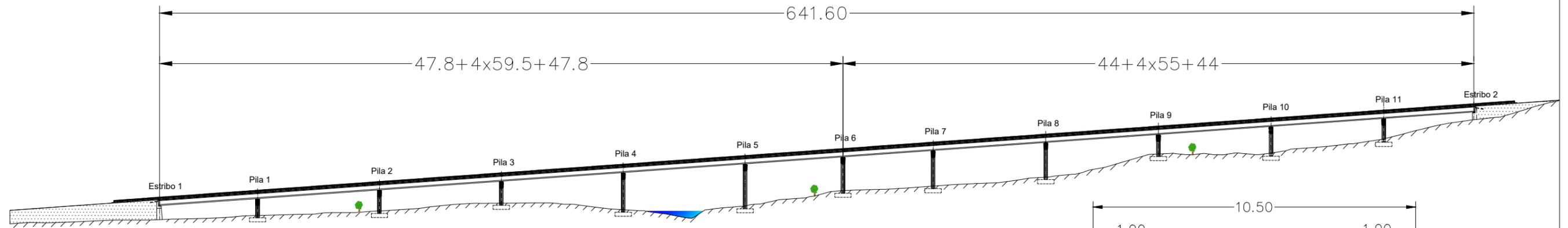
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANO GENERAL PUENTE LOSA 2 TRAMOS DE
CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
4.2.1.
HOJA 4 DE 5

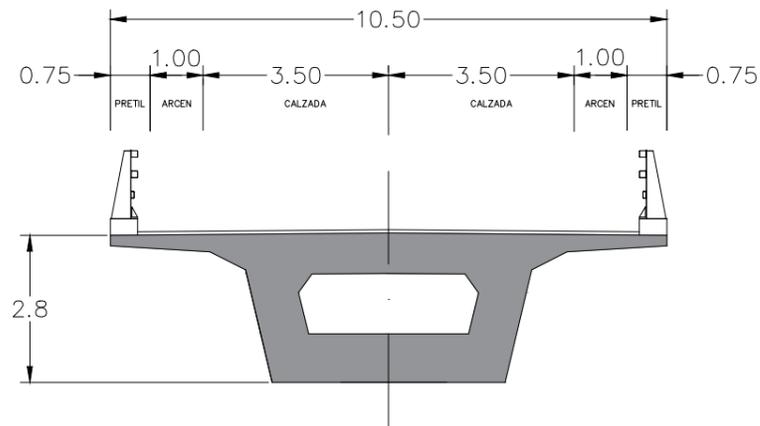
Alzado General

Escala 1:2000



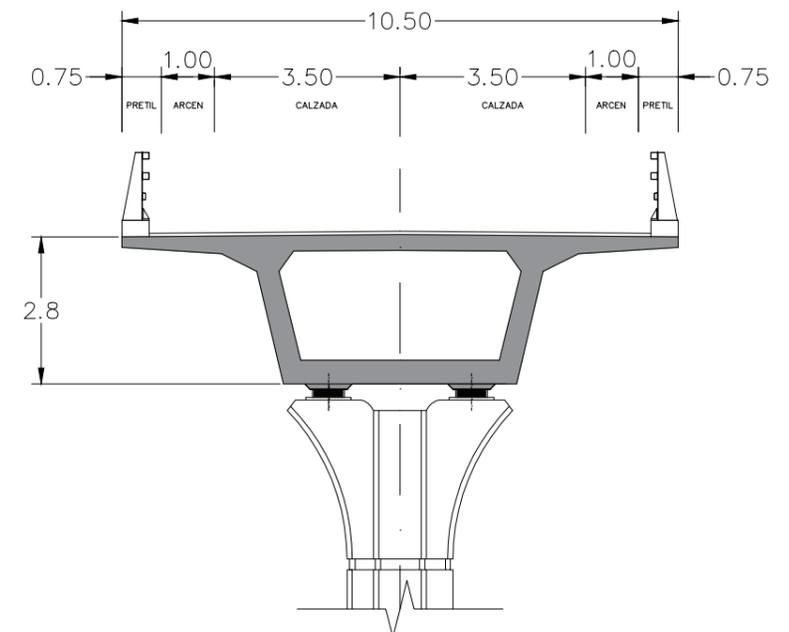
Sección apoyo

Escala 1:100



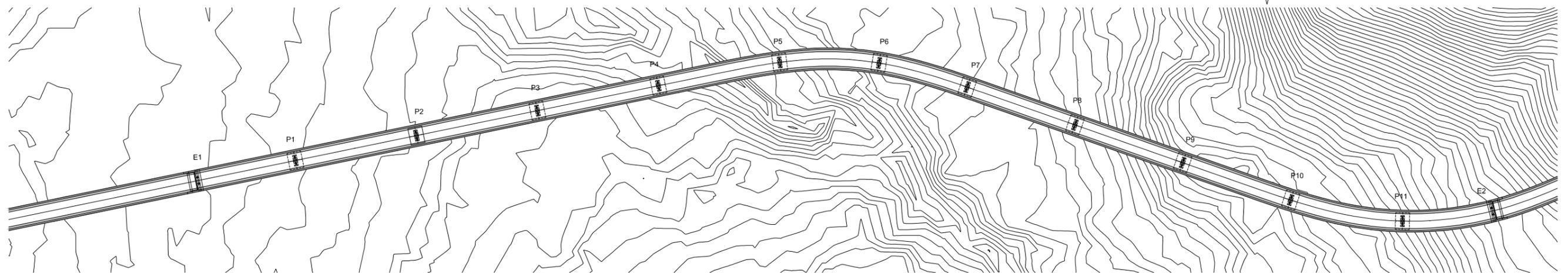
Sección centro

Escala 1:100



Planta general

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

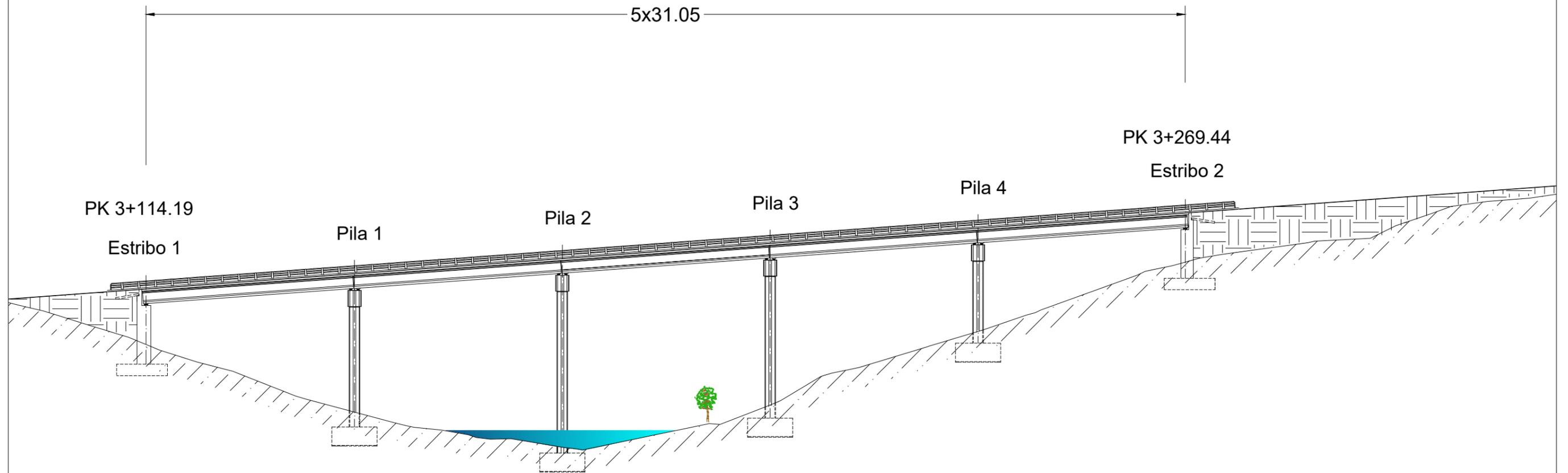
TÍTULO DEL PROYECTO
ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
(PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANO GENERAL PUENTE CAJÓN CANTO
CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.2.1.
HOJA 5 DE 5

Alzado General



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

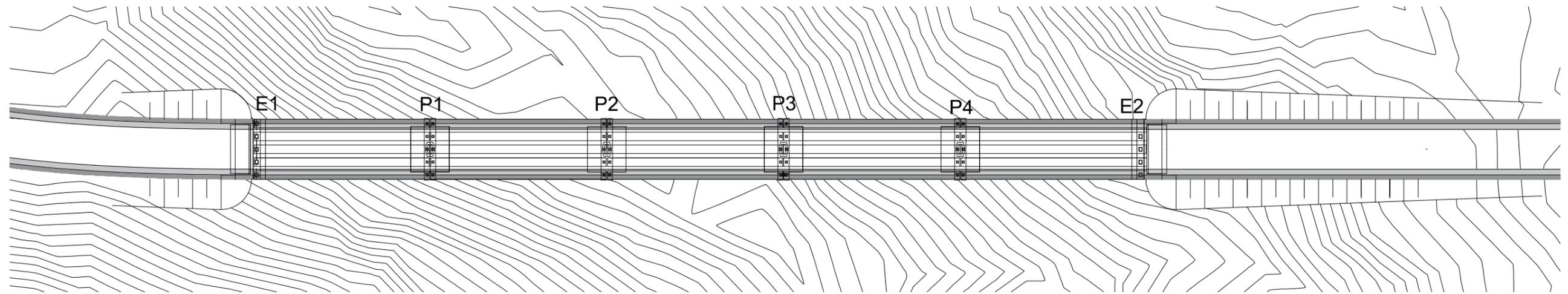
ESCALA:
1:600

TÍTULO DEL PLANO
ALZADO PUENTE VIGAS DOBLE T

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 1 DE 10

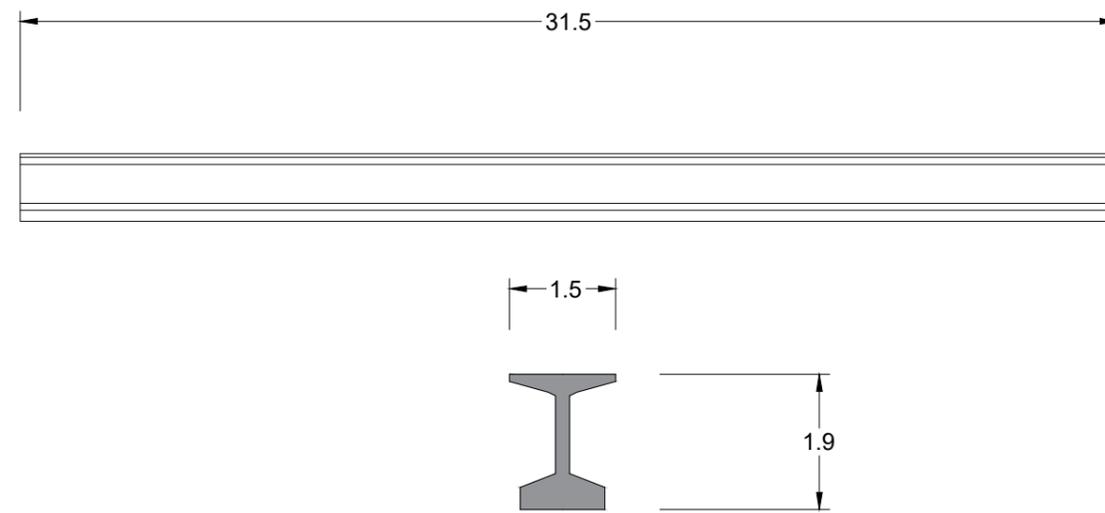
Planta General

Escala 1:750



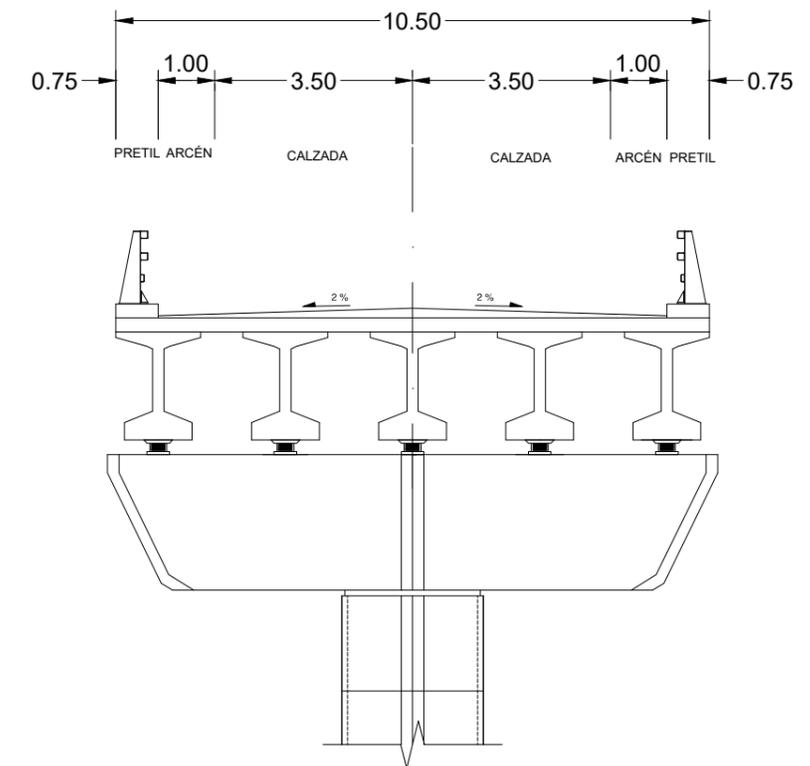
Alzado y sección transversal viga doble T

Escala 1:75



Sección transversal tablero

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

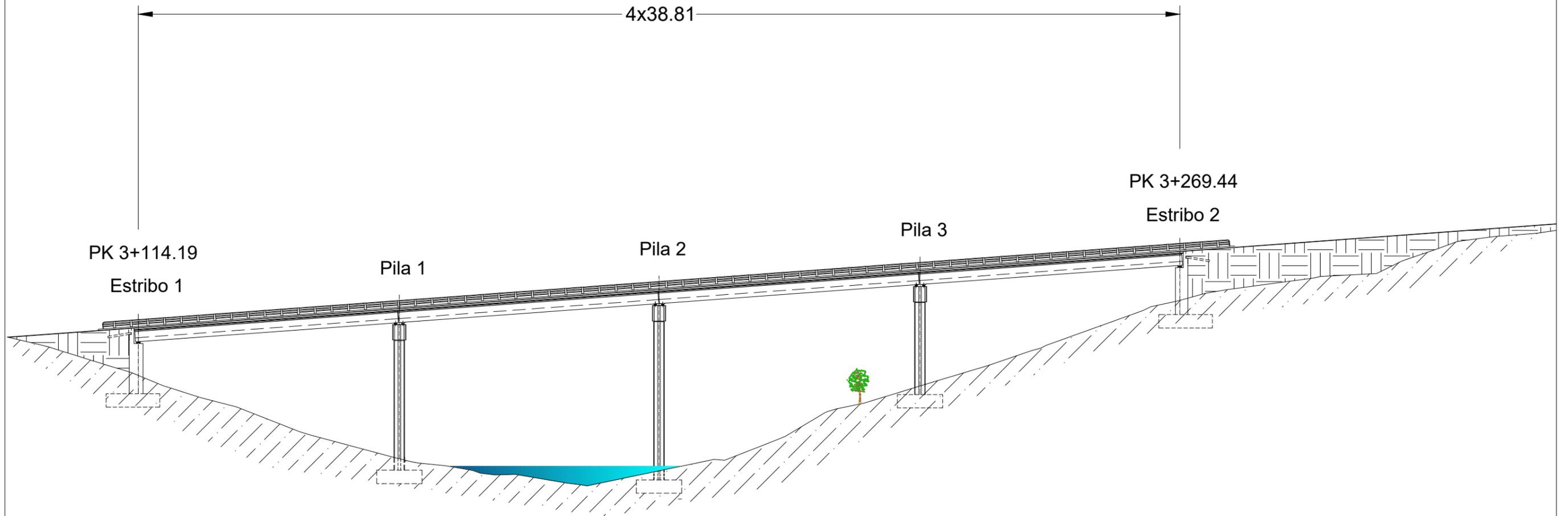
TÍTULO DEL PROYECTO
ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
(PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA Y SECCIÓN PUENTE VIGAS DOBLE T

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 2 DE 10

Alzado General



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

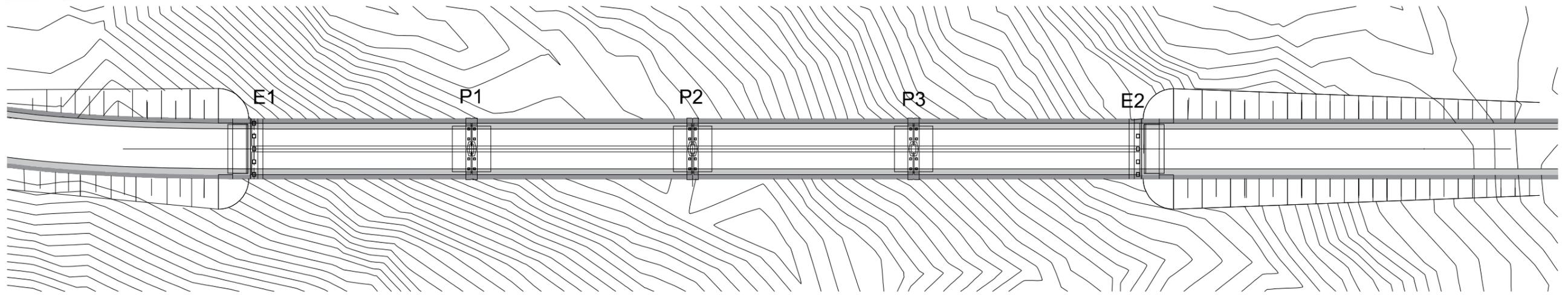
ESCALA:
1:600

TÍTULO DEL PLANO
ALZADO PUENTE VIGAS ARTESA

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 3 DE 10

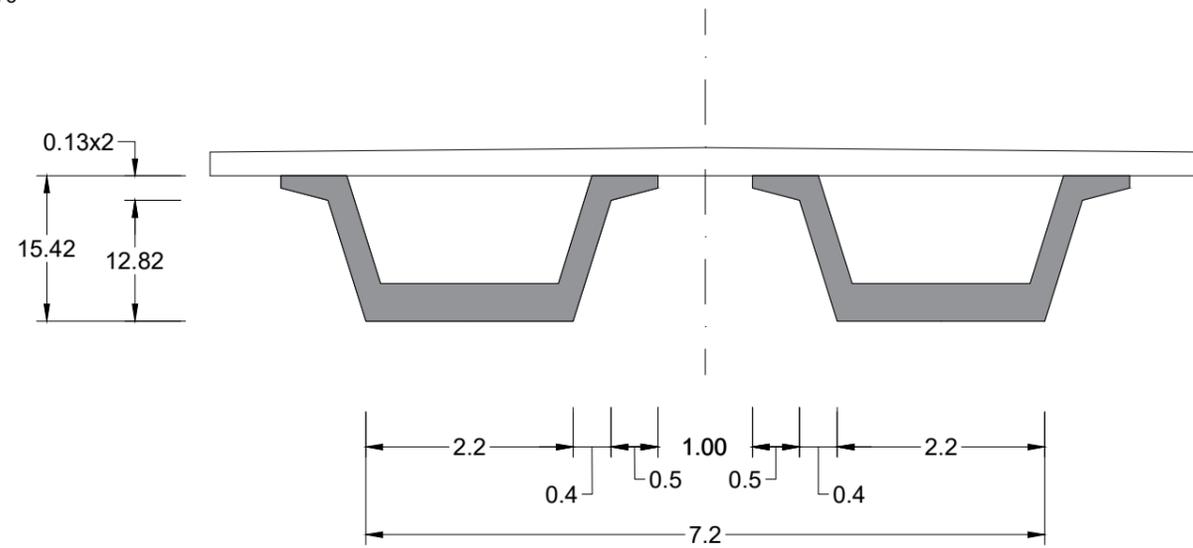
Planta general

Escala 1:750



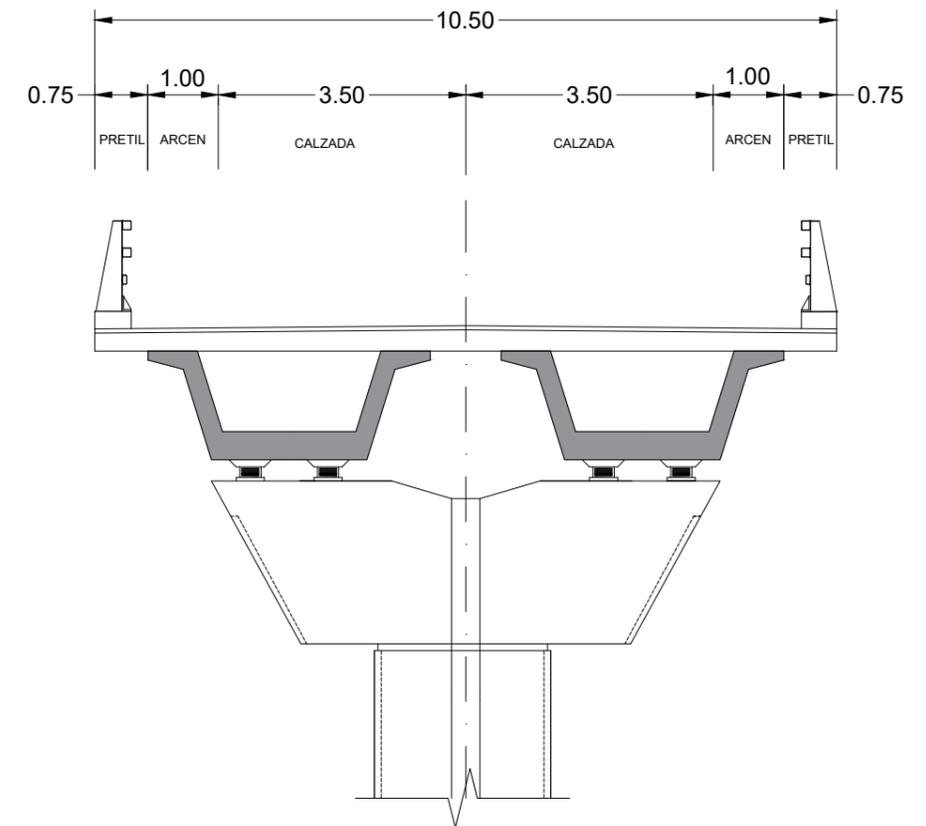
Sección transversal geométrica

Escala 1:75



Sección transversal genérica

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

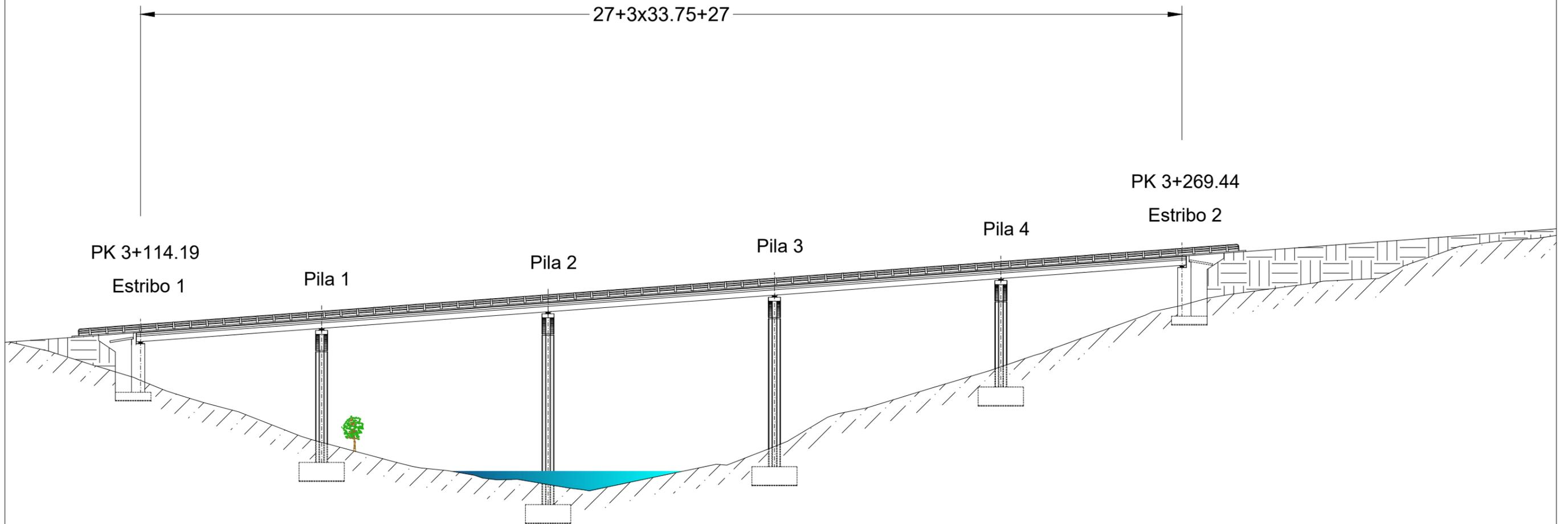
TÍTULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
 DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
 (PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 PLANTA Y SECCIÓN PUENTE VIGAS ARTESA

Nº DE PLANO
 4.2.2.
 HOJA 4 DE 10

Alzado General



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

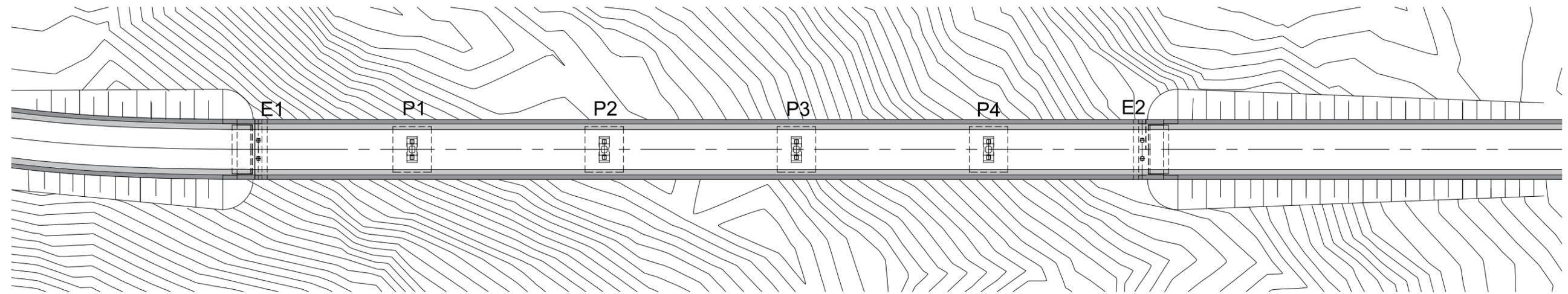
ESCALA:
 1:600

TÍTULO DEL PLANO
 ALZADO PUENTE LOSA CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
 4.2.2.
 HOJA 5 DE 10

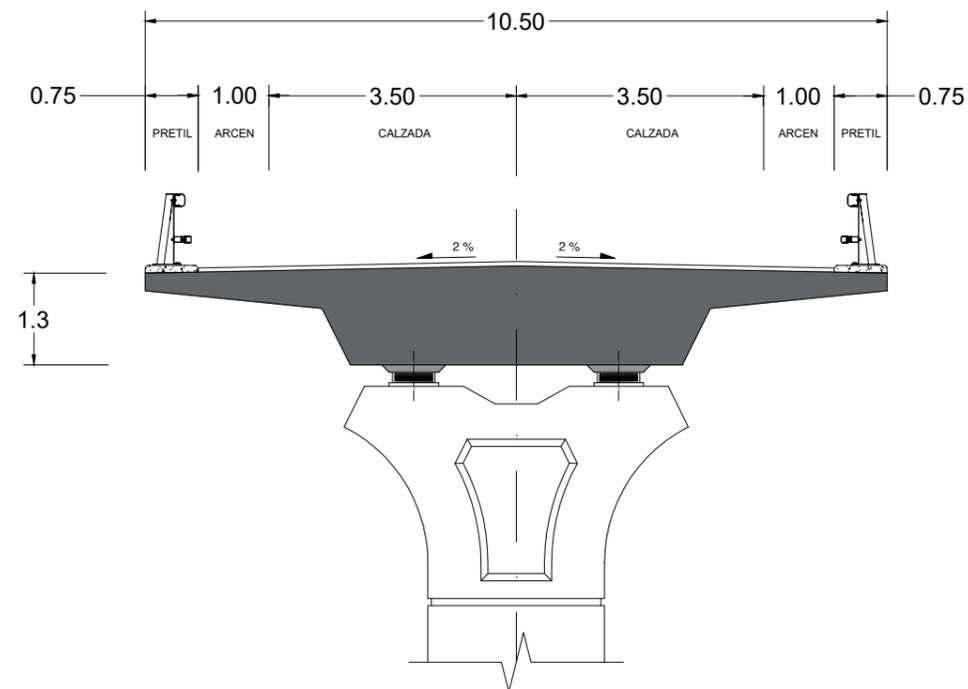
Planta general

Escala 1:750



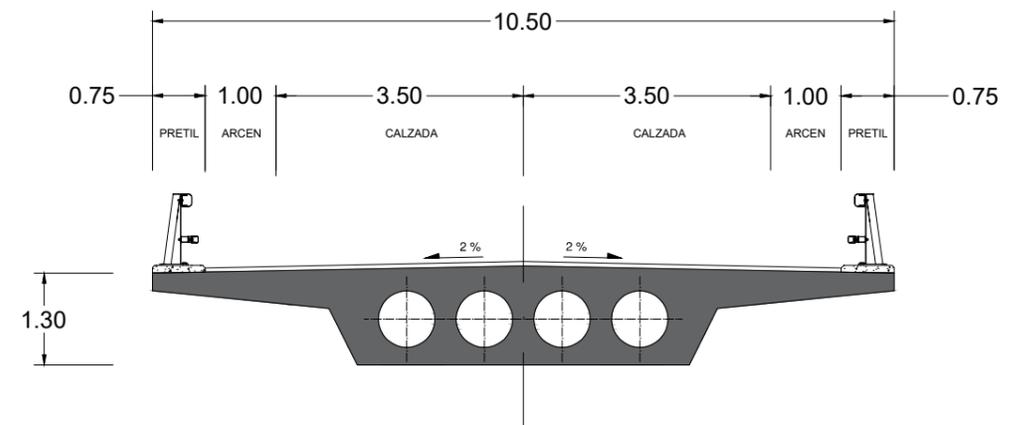
Sección transversal apoyo

Escala 1:100



Sección transversal centro luz

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

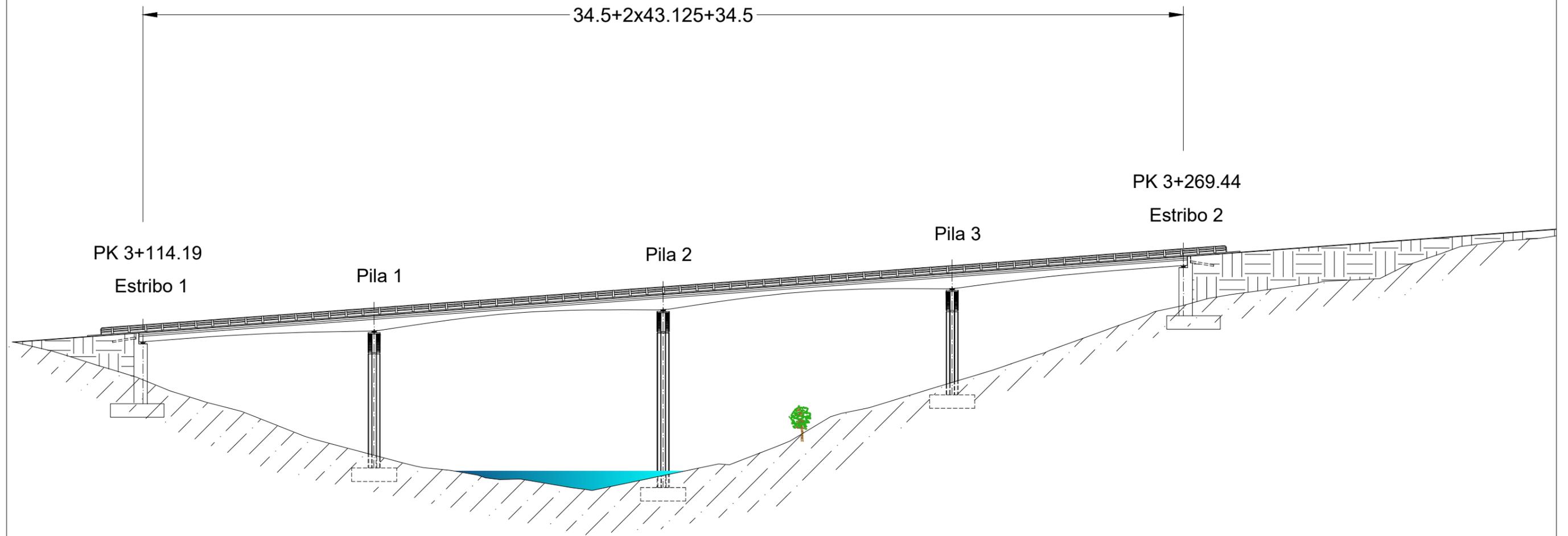
TÍTULO DEL PROYECTO
ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
(PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA Y SECCIÓN PUENTE LOSA CANTO
CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 6 DE 10

Alzado General



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

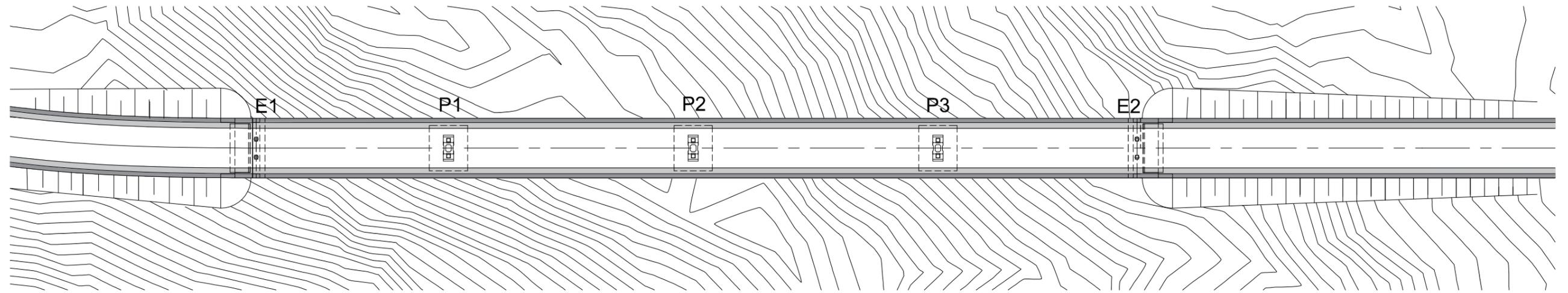
ESCALA:
1:600

TÍTULO DEL PLANO
ALZADO PUENTE LOSA CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 7 DE 10

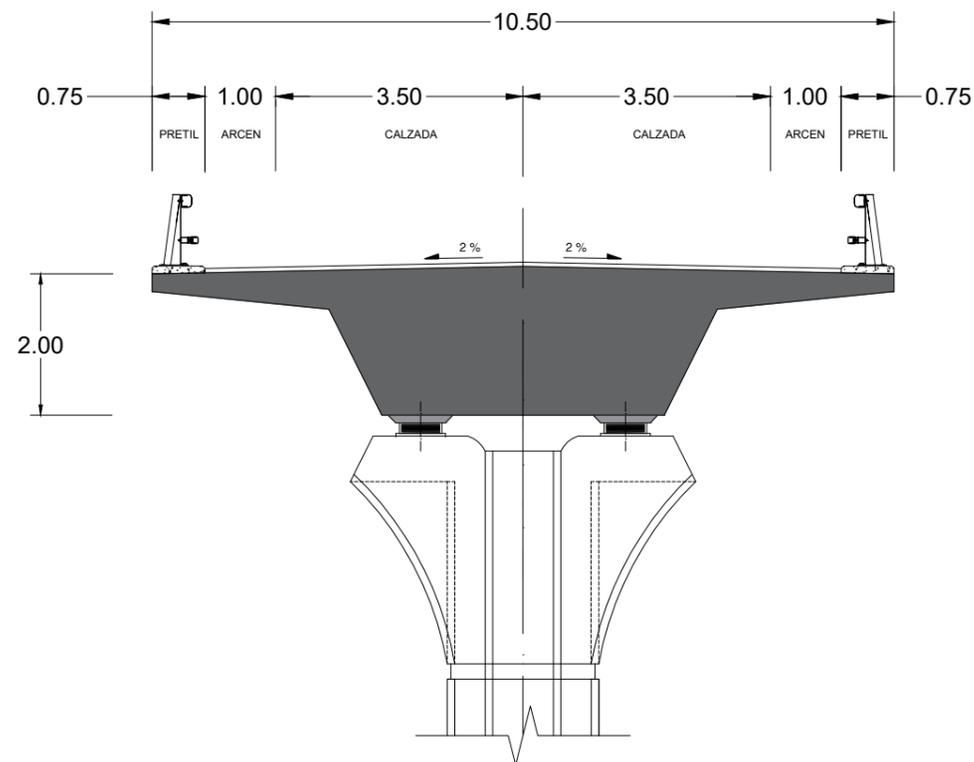
Planta general

Escala 1:750



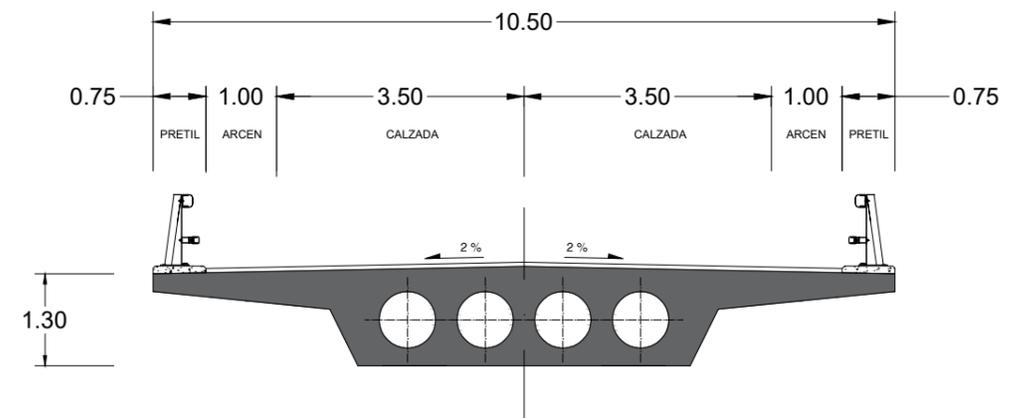
Sección transversal apoyo

Escala 1:100



Sección transversal centro luz

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

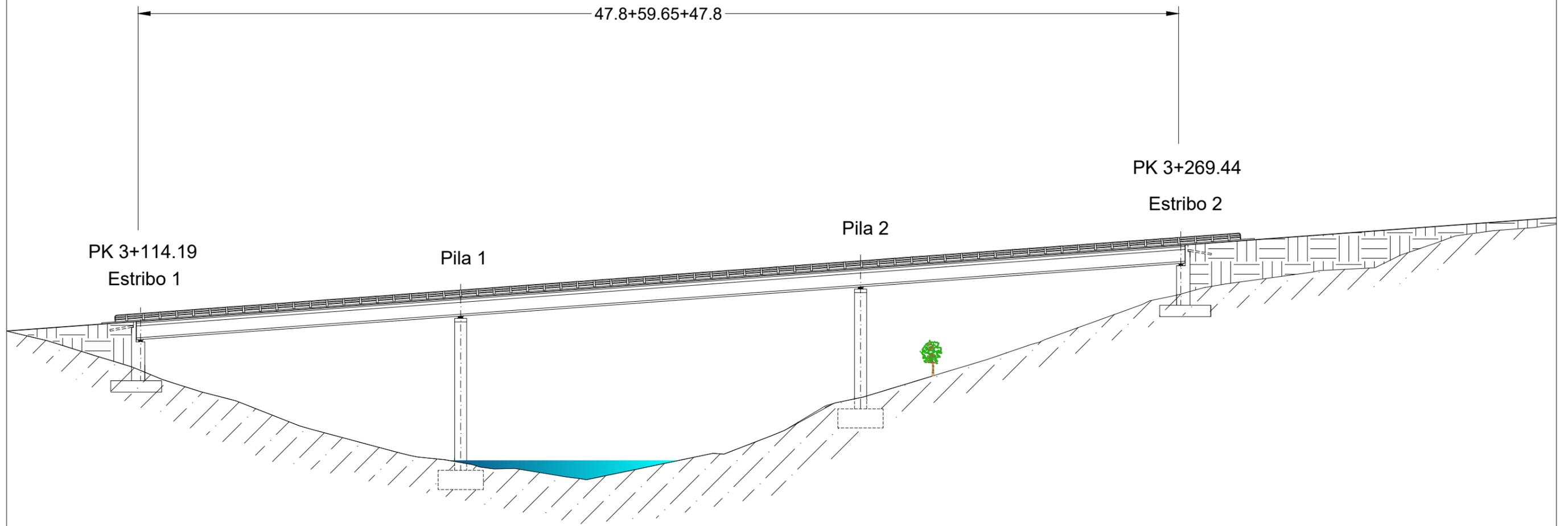
TÍTULO DEL PROYECTO
ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
(PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA Y SECCIÓN PUENTE LOSA CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 8 DE 10

Alzado General



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

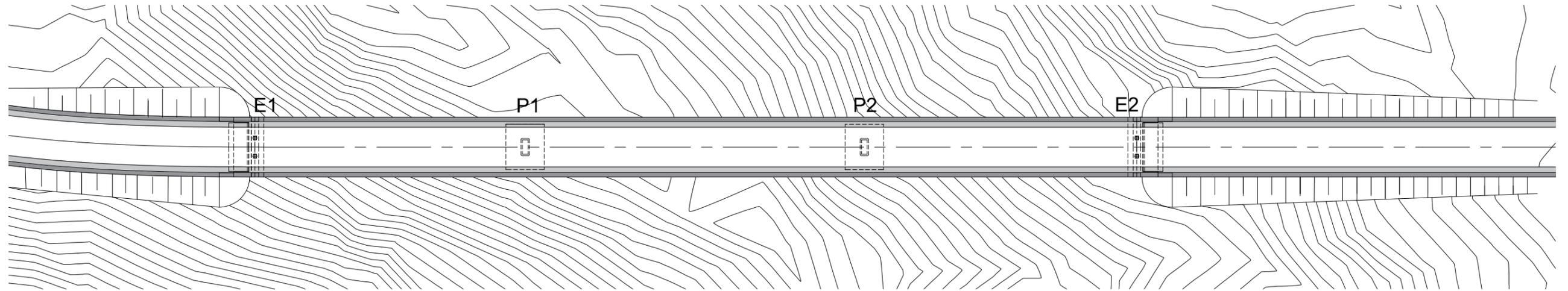
ESCALA:
1:600

TÍTULO DEL PLANO
ALZADO PUENTE CAJÓN CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.2.2.
HOJA 9 DE 10

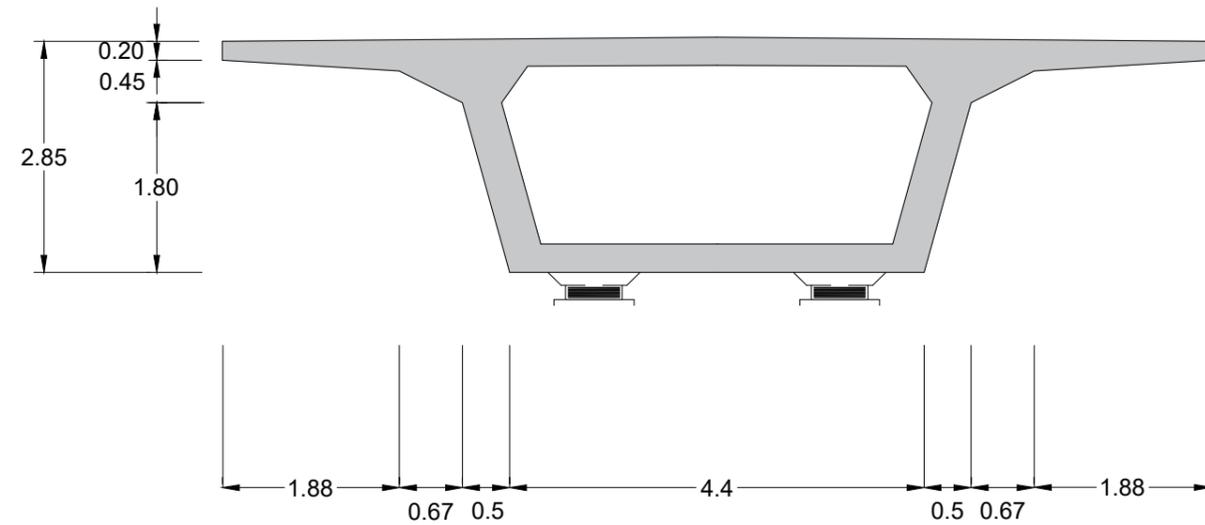
Planta general

Escala 1:750



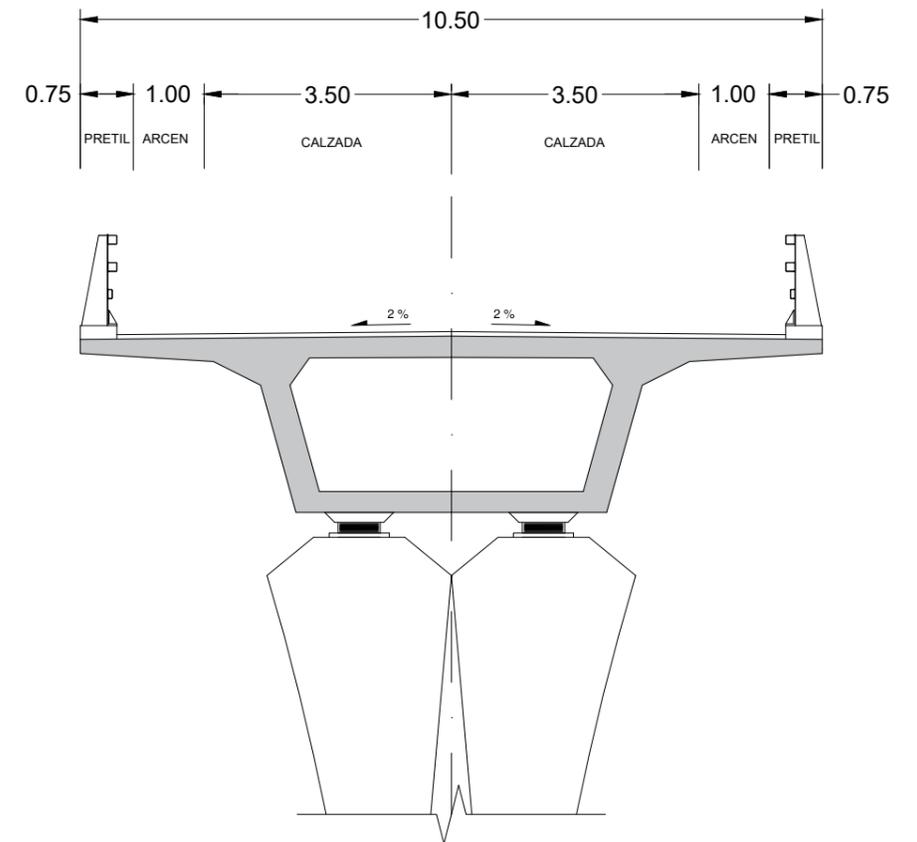
Sección transversal geométrica

Escala 1:75



Sección transversal genérica

Escala 1:100



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

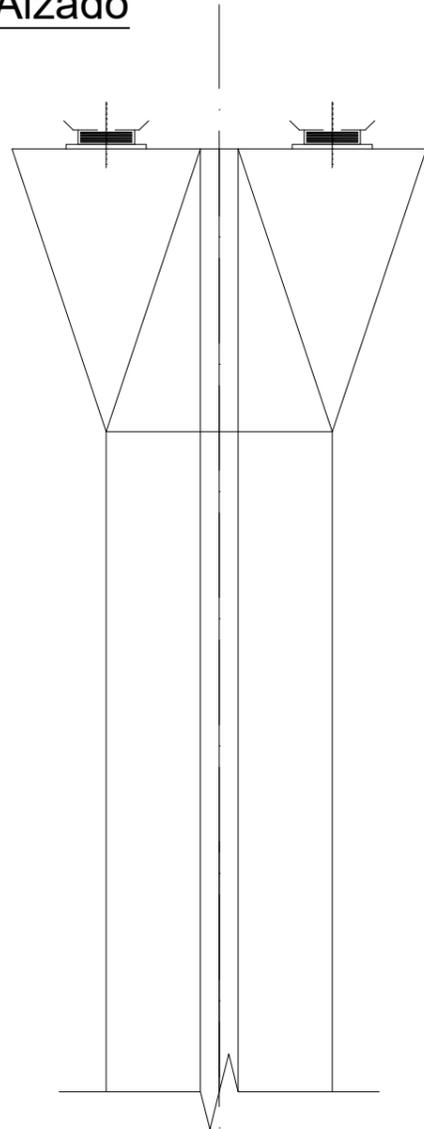
TÍTULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
 DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
 (PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
 VARIAS

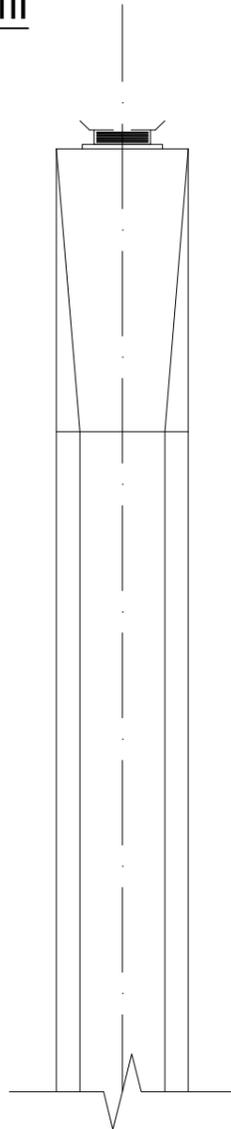
TÍTULO DEL PLANO
 PLANTA Y SECCIÓN PUENTE CAJÓN CANTO
 CONSTANTE

Nº DE PLANO
 4.2.2.
 HOJA 10 DE 10

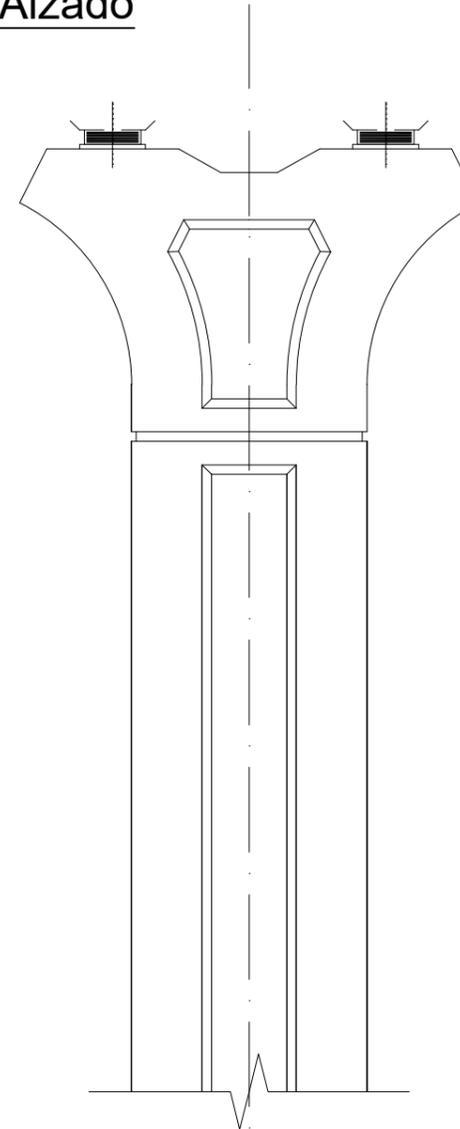
Alzado



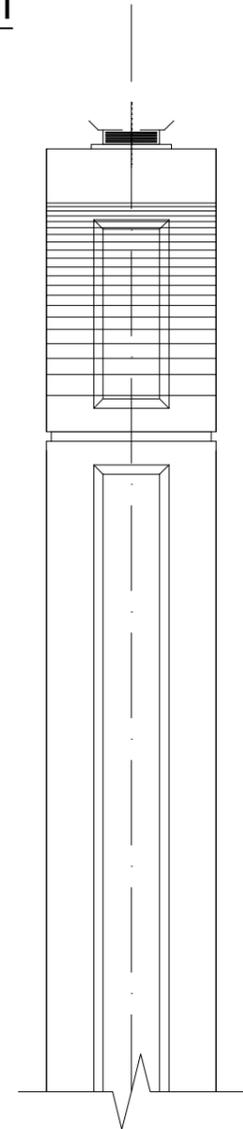
Perfil



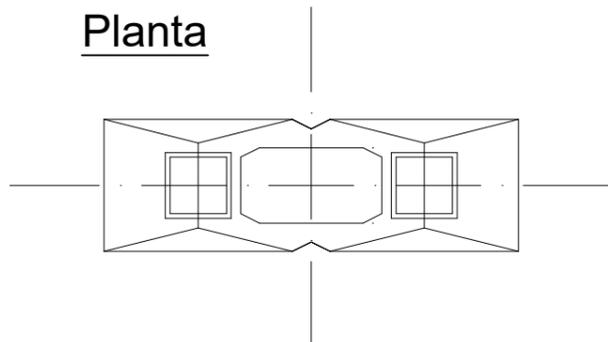
Alzado



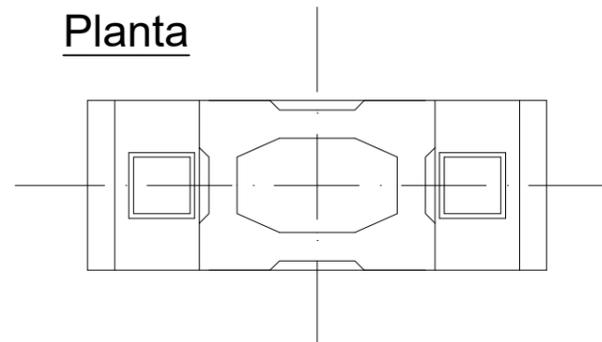
Perfil



Planta



Planta



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

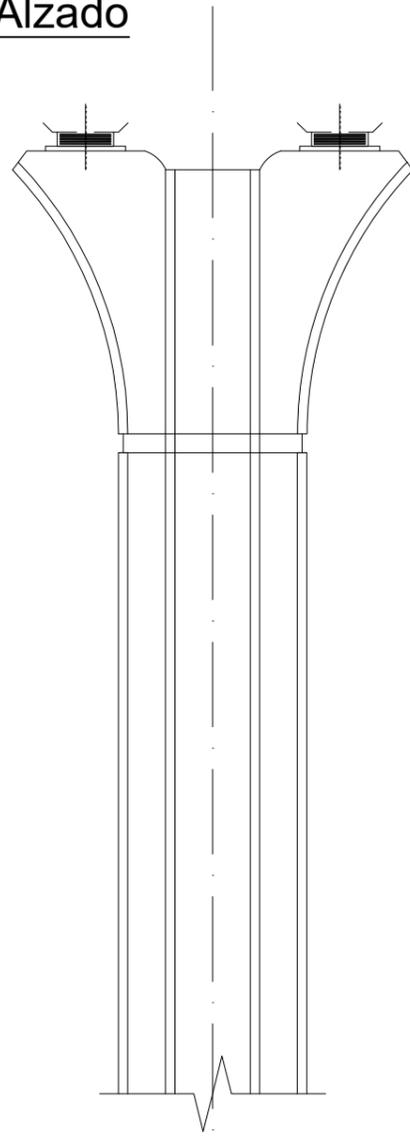
TÍTULO DEL PROYECTO
 ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO DE LA VARIANTE
 DE LA CARRETERA CV-35 A SU PASO POR EL MUNICIPIO DE CHELVA
 (PROVINCIA DE VALÈNCIA). ALTERNATIVA NORTE

ESCALA:
 1:75

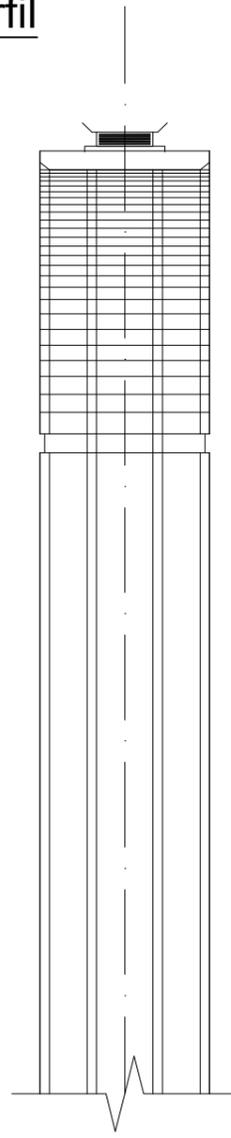
TÍTULO DEL PLANO
 ALTERNATIVAS PILAS 1

Nº DE PLANO
 4.2.3.
 HOJA 1 DE 3

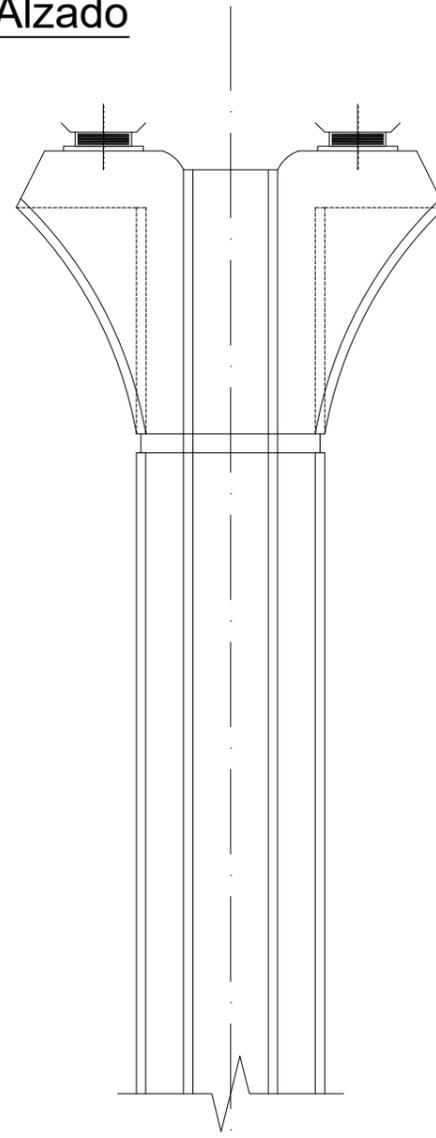
Alzado



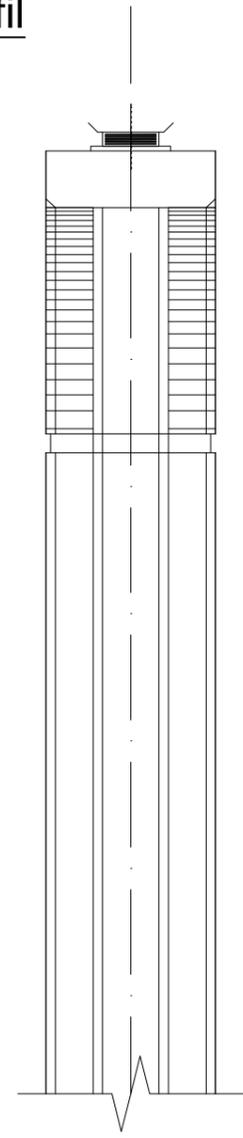
Perfil



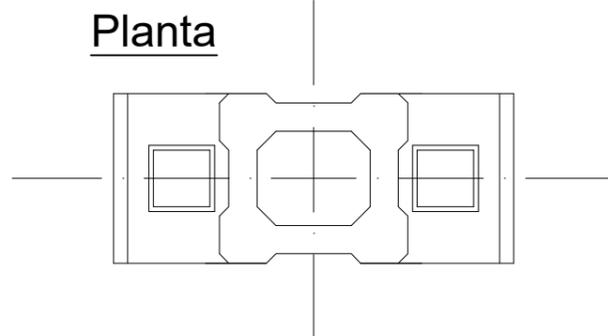
Alzado



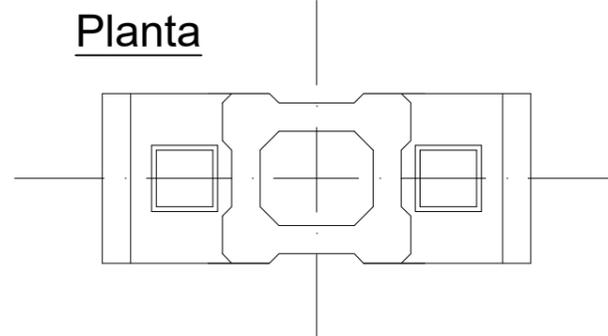
Perfil



Planta



Planta



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

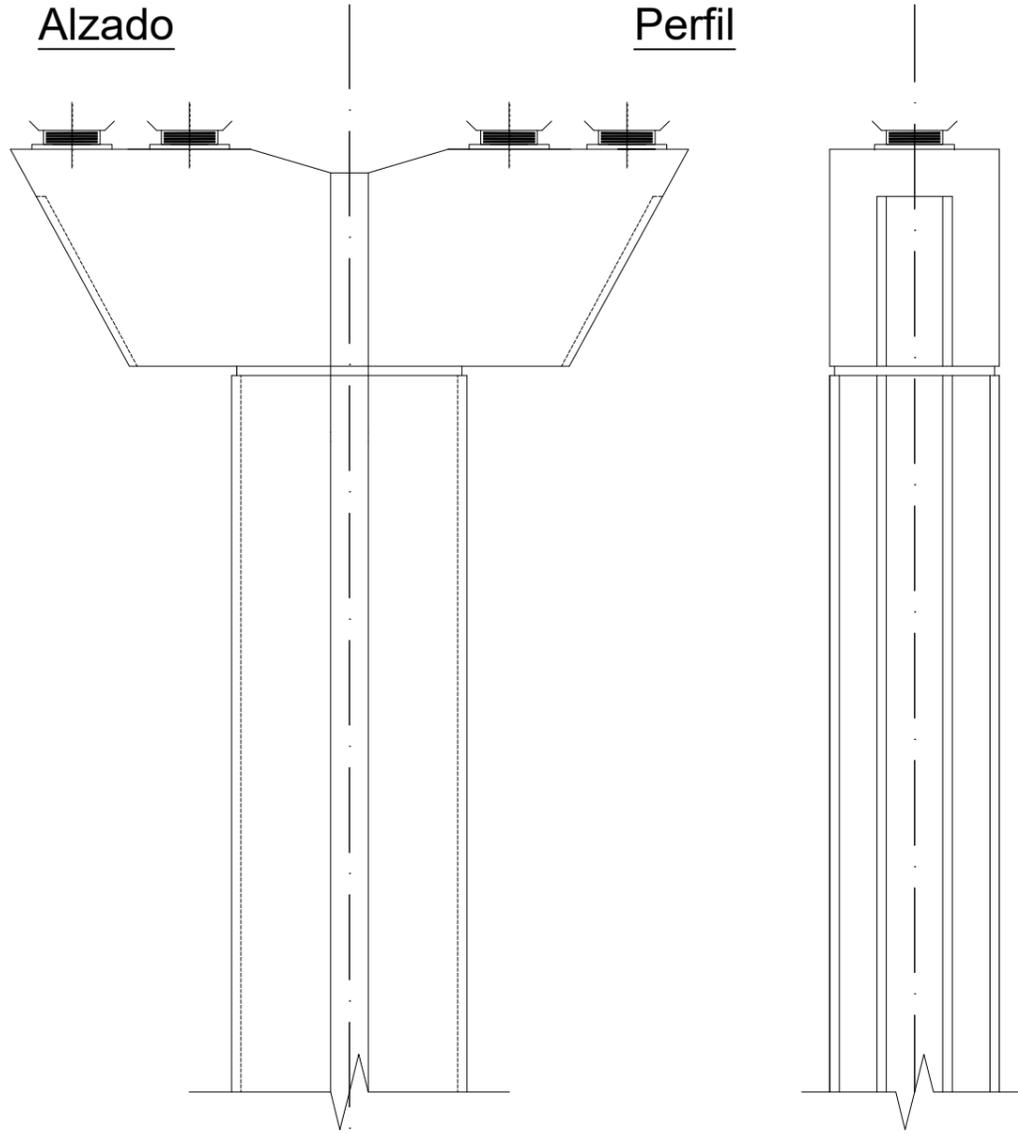
ESCALA:
 1:75

TÍTULO DEL PLANO
 ALTERNATIVAS PILAS 2

Nº DE PLANO
 4.2.3.
 HOJA 2 DE 3

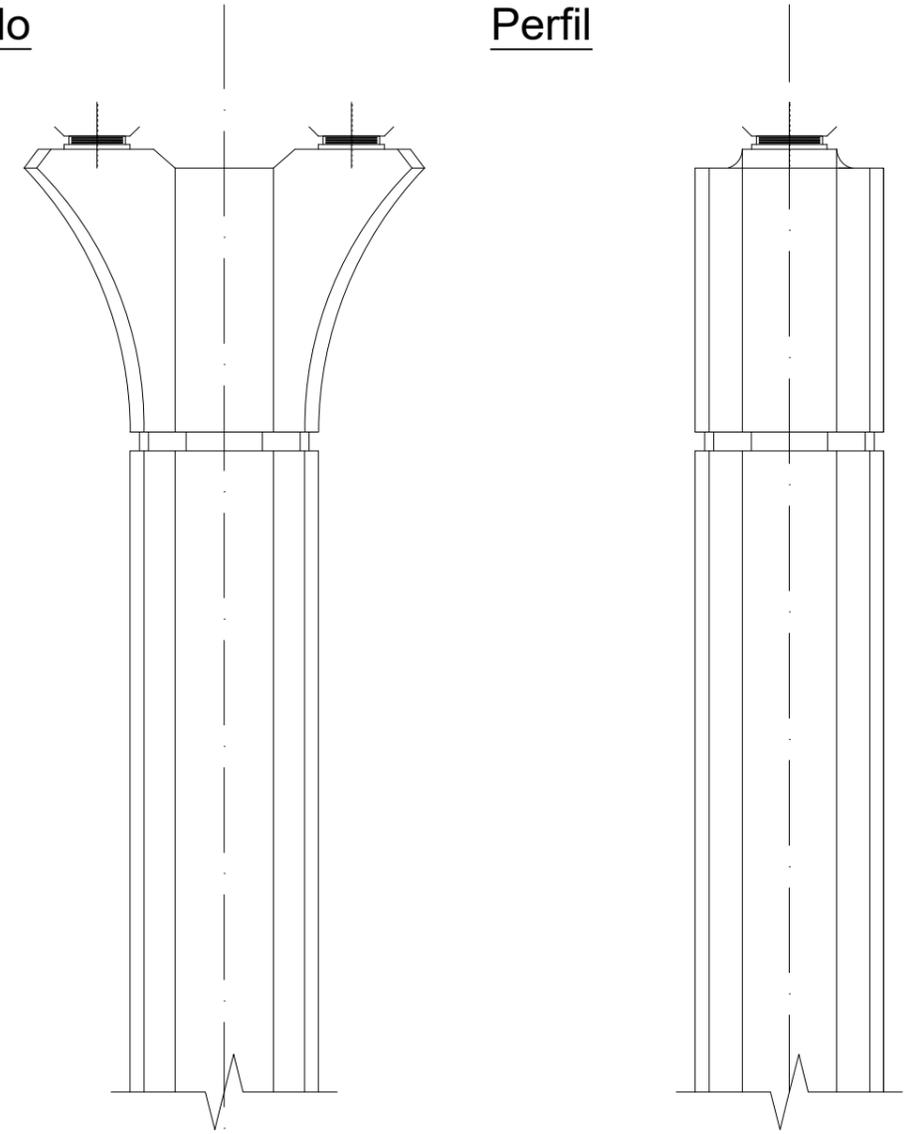
Alzado

Perfil

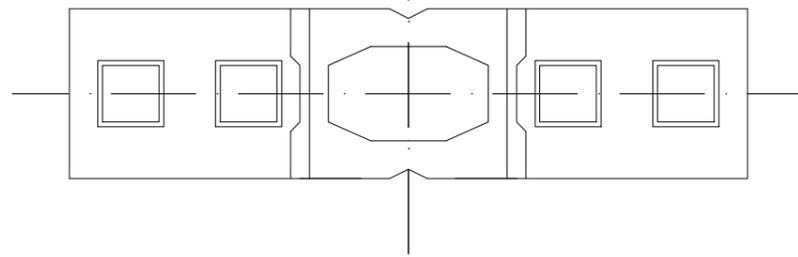


Alzado

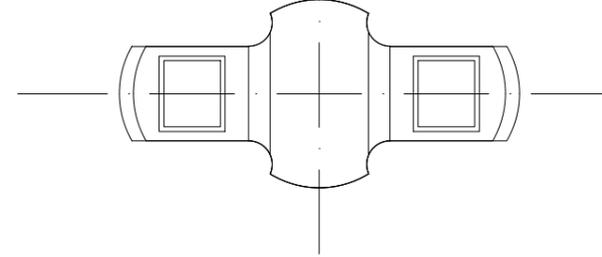
Perfil



Planta



Planta



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



AUTOR DEL PROYECTO
CARDONA GUERRERO, EDUARDO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
JUNIO 2016

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

ESCALA:
1:75

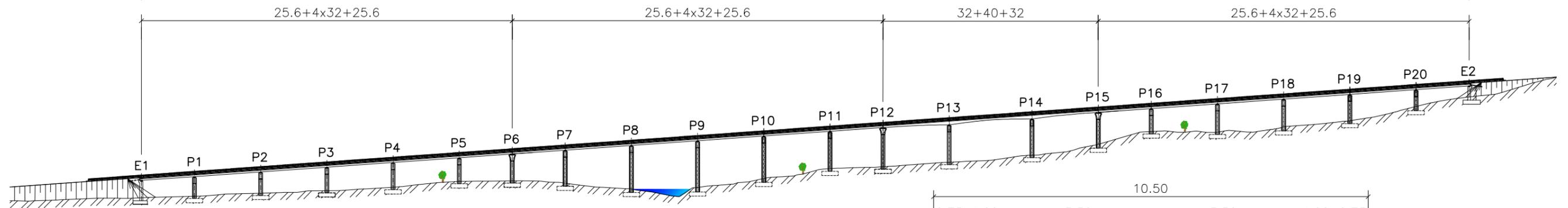
TÍTULO DEL PLANO
ALTERNATIVAS PILAS 3

Nº DE PLANO
4.2.3.
HOJA 3 DE 3

Alzado General

Escala 1:2000

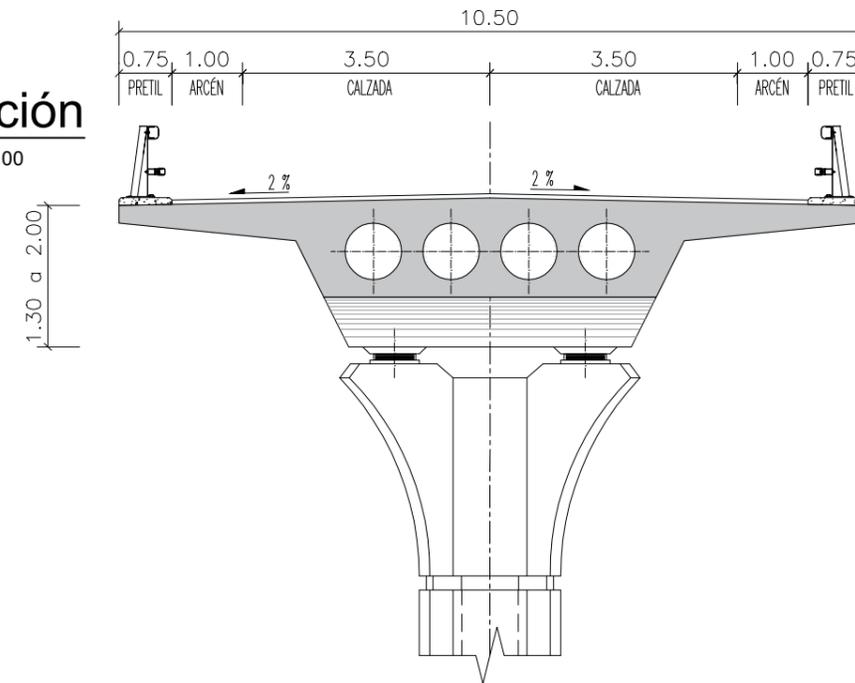
641.60



ELEMENTO	PK	ELEMENTO	PK
E1	1+948.500	P11	2+249.300
P1	1+948.500	P12	2+281.300
P2	1+974.100	P13	2+306.900
P3	2+006.100	P14	2+338.900
P4	2+038.100	P15	2+378.900
P5	2+070.100	P16	2+410.900
P6	2+102.100	P17	2+436.500
P7	2+127.100	P18	2+468.500
P8	2+153.700	P19	2+500.500
P9	2+185.300	P20	2+532.500
P10	2+217.300	E2	1+948.500

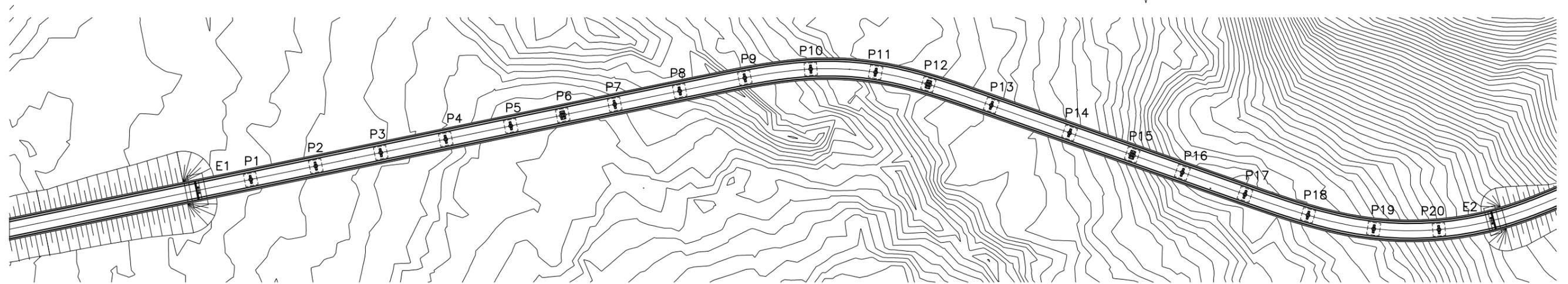
Sección

Escala 1:100



Planta General

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 CARDONA GUERRERO, EDUARDO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN
 ORTUÑO ORTUÑO, ANTONIO

FECHA
 JUNIO 2016

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

ESCALA:
 VARIAS

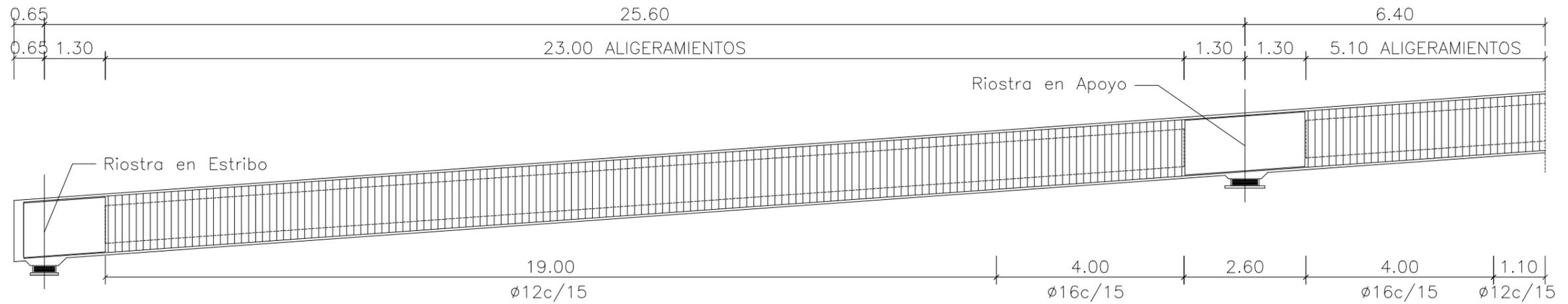
TÍTULO DEL PLANO
 PLANO GENERAL

Nº DE PLANO
 4.3.1.

HOJA 1 DE 19

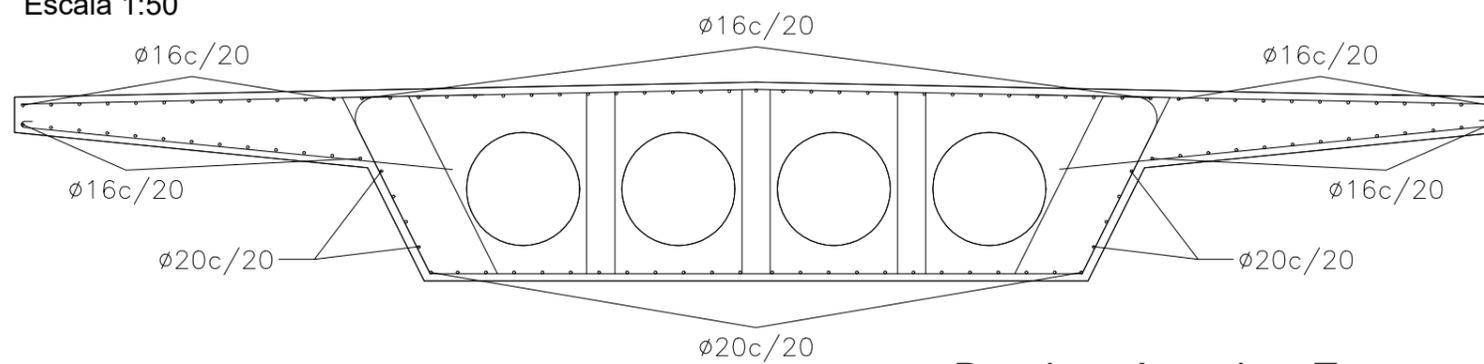
Alzado Armaduras

Escala 1:100



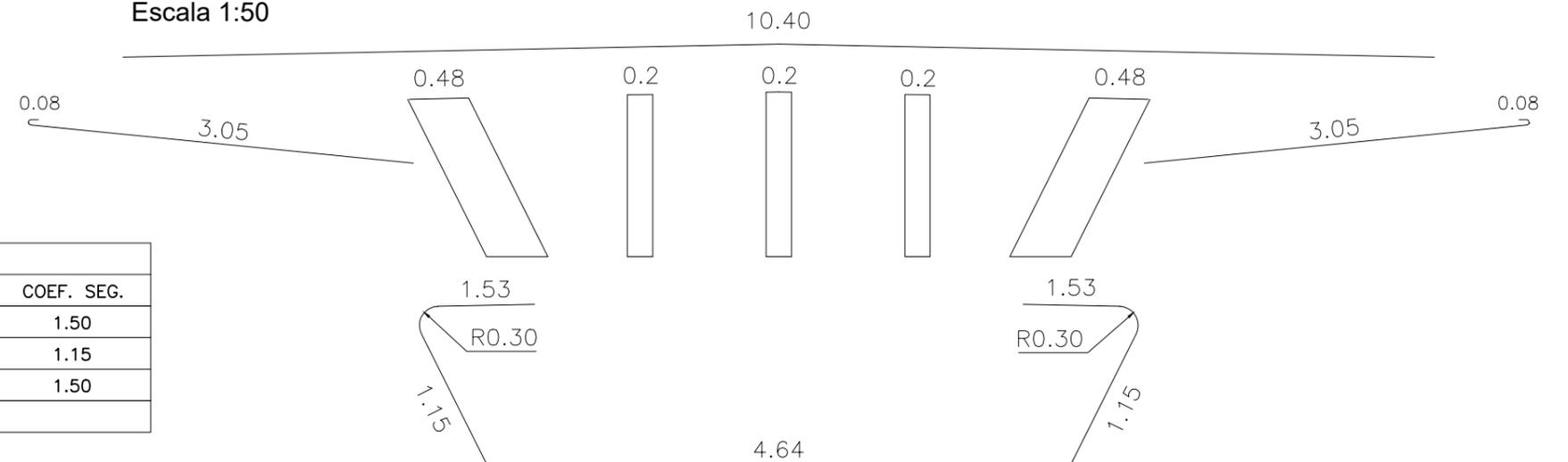
Sección Transversal Tipo

Escala 1:50



Despiece Armadura Transversal

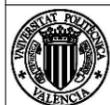
Escala 1:50



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	TIPO	CONTROL	COEF. SEG.
HORMIGÓN	TABLERO	HP-35/IIb	NORMAL	1.50
PASIVAS	TABLERO	B 500 S	NORMAL	1.15
EJECUCIÓN	TABLERO	-	INTENSO	1.50

Recubrimiento 4 cm



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



AUTOR DEL PROYECTO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
JUNIO 2016

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

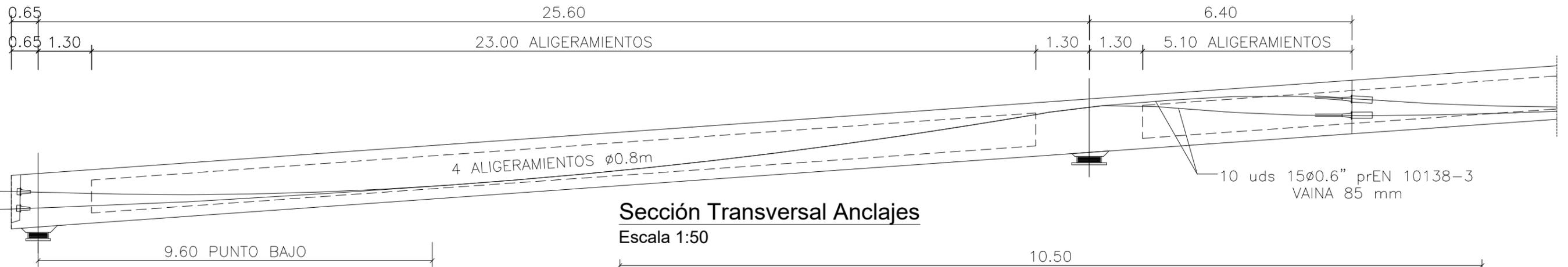
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
ARMADURAS PASIVAS TRAMO CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.3.1.
HOJA 2 DE 19

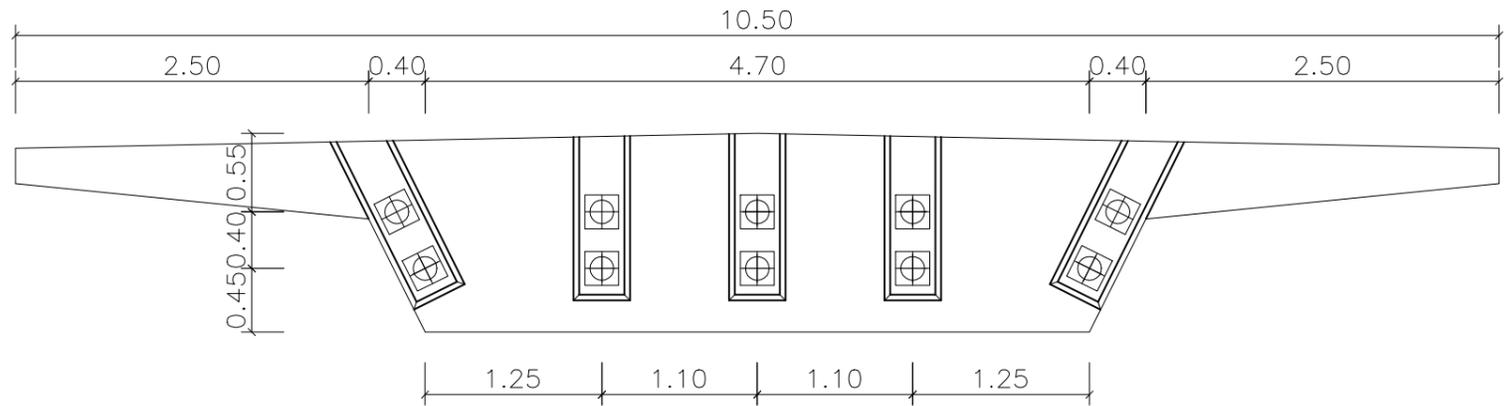
Alzado Cables

Escala 1:100



Sección Transversal Anclajes

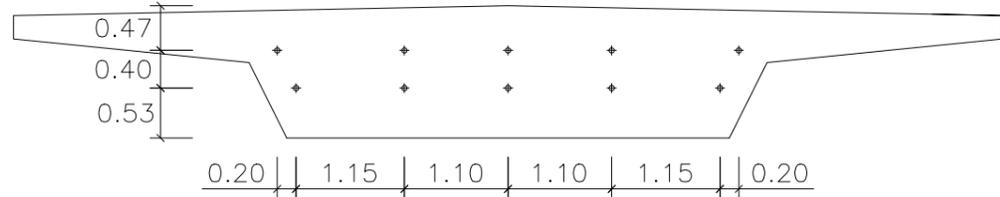
Escala 1:50



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS, ARMADURAS ACTIVAS			
Nº DE TENDONES	10 uds	TIPO	Y 1860 S7
COMPOSICIÓN	15 T ø0.6" prEN 10138-3	CONTROL	NORMAL
CARGA TESADO	290 T	COEF. SEGURIDAD	1.15
CARGA ROTURA	419 T	VAINA	85 mm

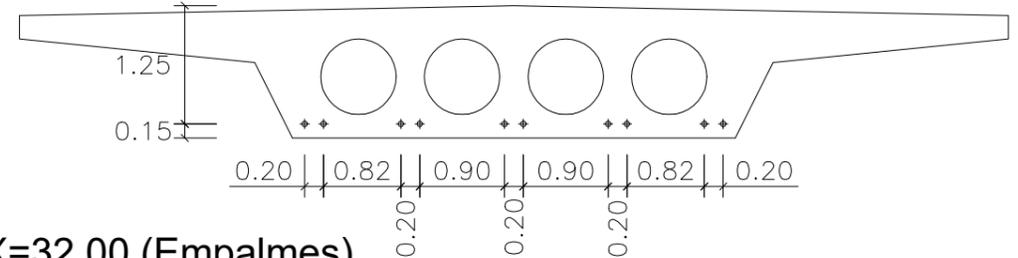
Sección X=0.00

Escala 1:75



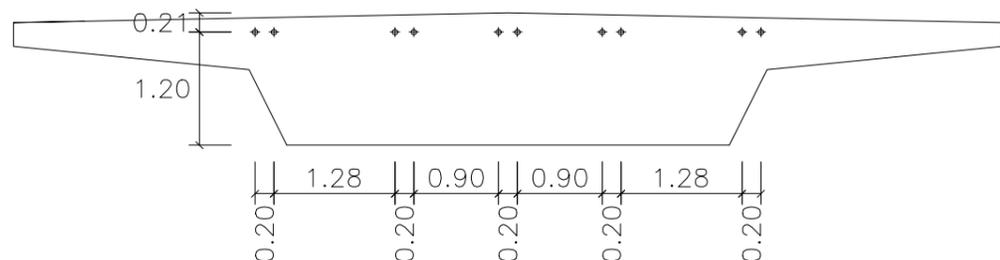
Sección X=9.60 (Punto Bajo)

Escala 1:75



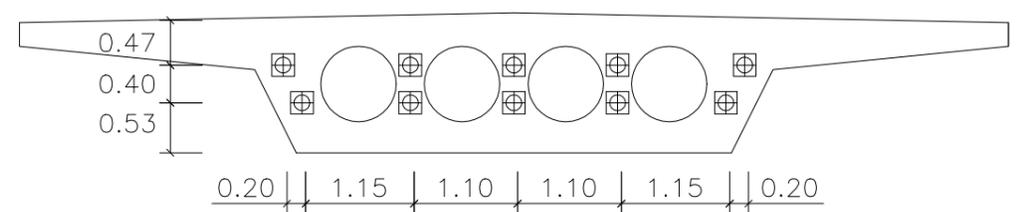
Sección X=25.60 (Pila)

Escala 1:75



Sección X=32.00 (Empalmes)

Escala 1:75



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



AUTOR DEL PROYECTO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
JUNIO 2016

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

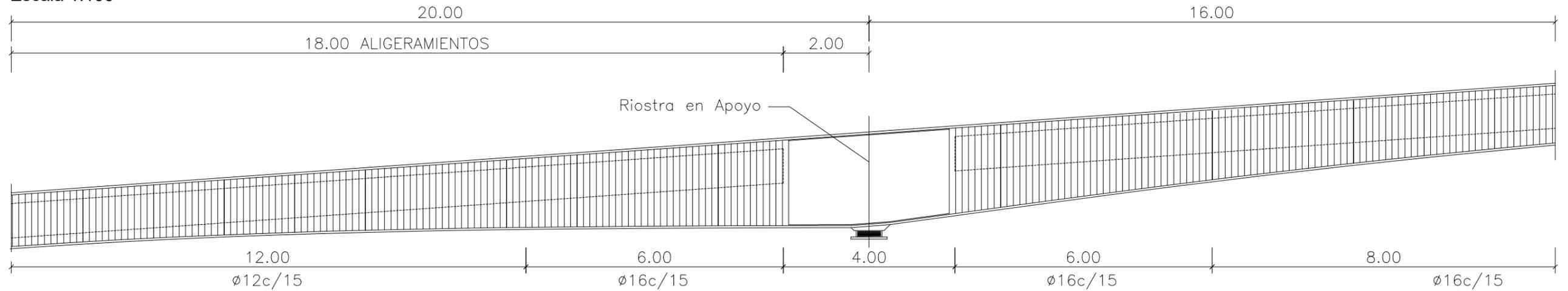
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
ARMADURAS ACTIVAS TRAMO CANTO CONSTANTE

Nº DE PLANO
4.3.1.
HOJA 3 DE 19

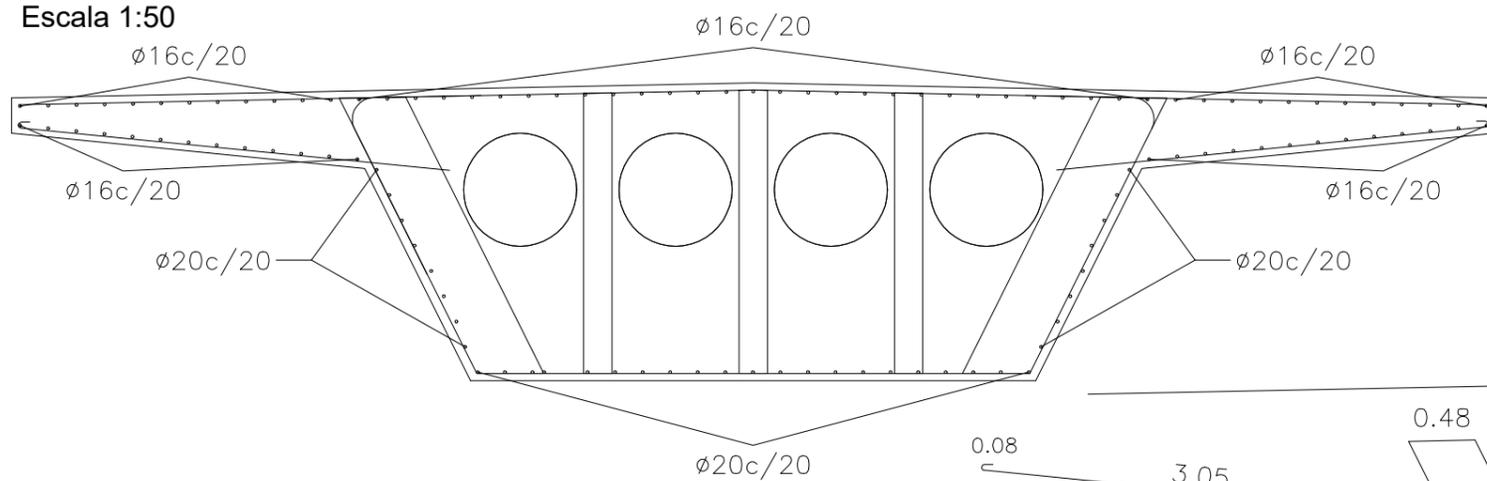
Alzado Armaduras

Escala 1:100



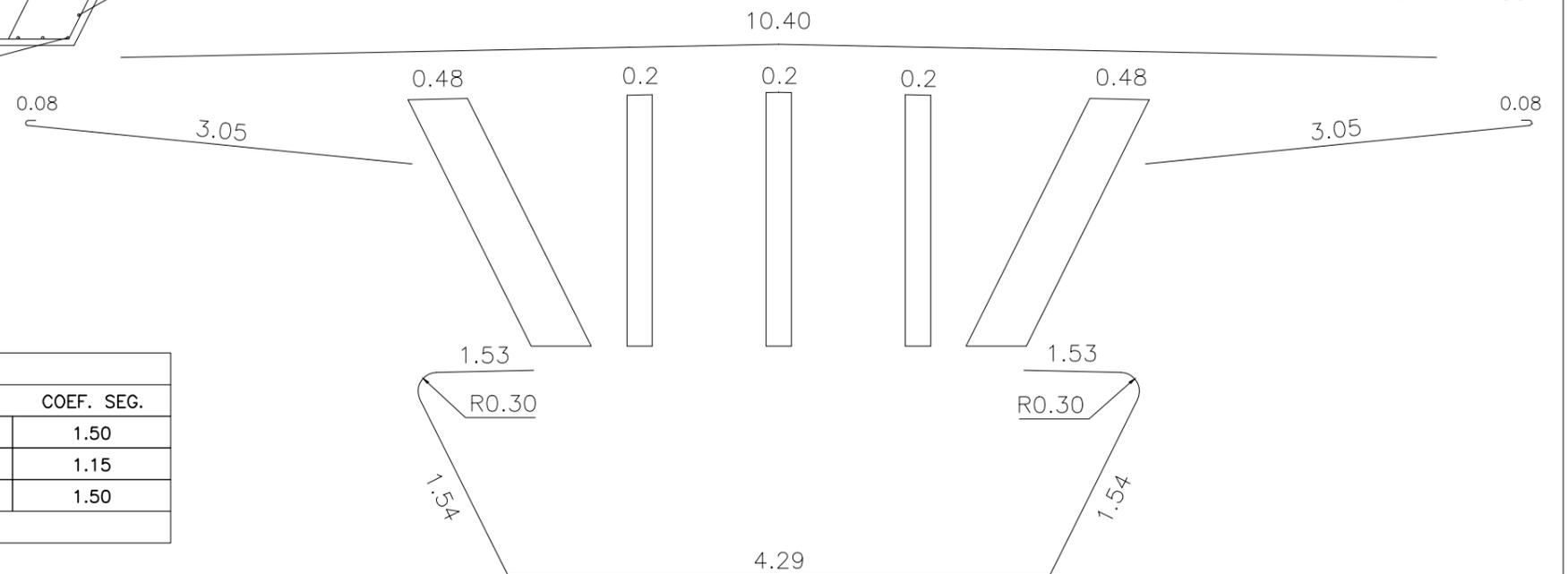
Sección Transversal Tipo

Escala 1:50



Despiece Armadura Transversal

Escala 1:50



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	TIPO	CONTROL	COEF. SEG.
HORMIGÓN	TABLERO	HP-35/IIb	NORMAL	1.50
PASIVAS	TABLERO	B 500 S	NORMAL	1.15
EJECUCIÓN	TABLERO	-	INTENSO	1.50
Recubrimiento 4 cm				



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

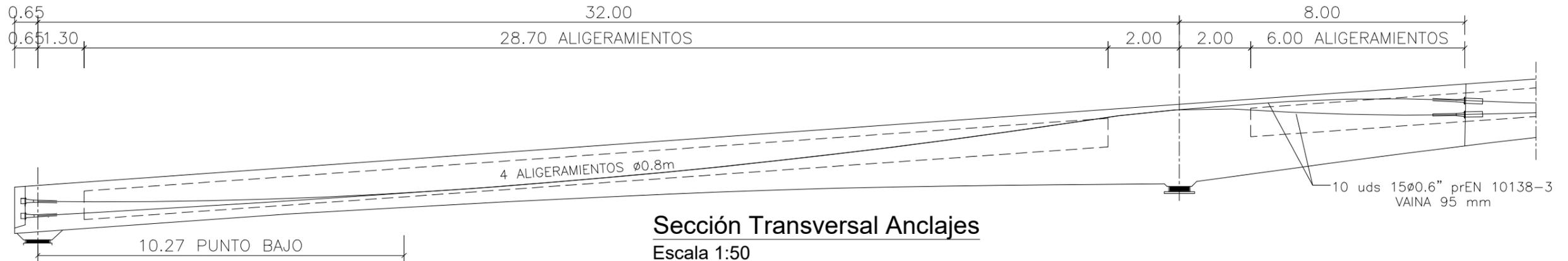
ESCALA:
 VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
 ARMADURAS PASIVAS TRAMO CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 4 DE 19

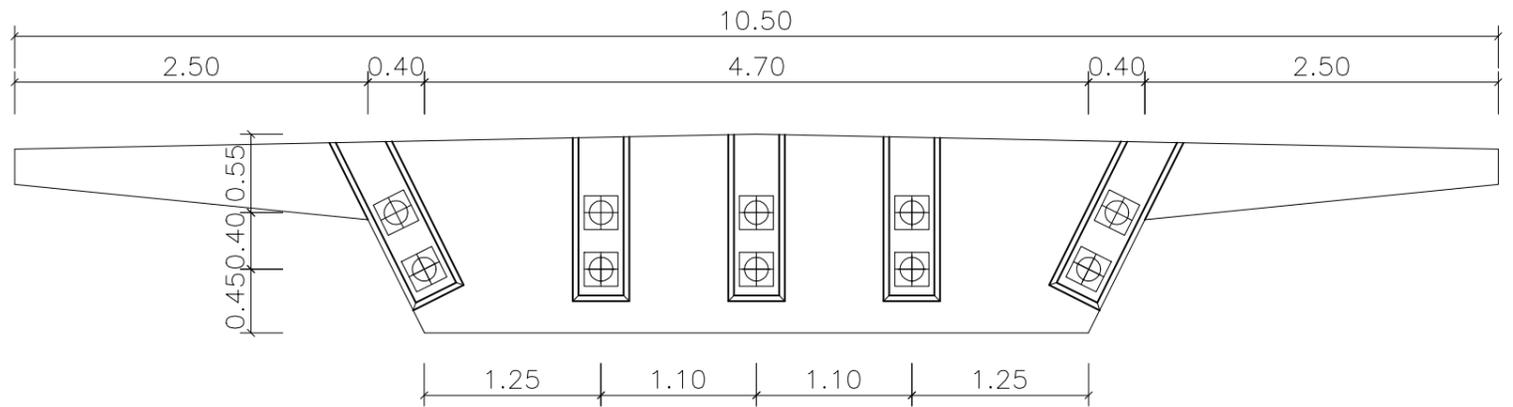
Alzado Cables

Escala 1:125



Sección Transversal Anclajes

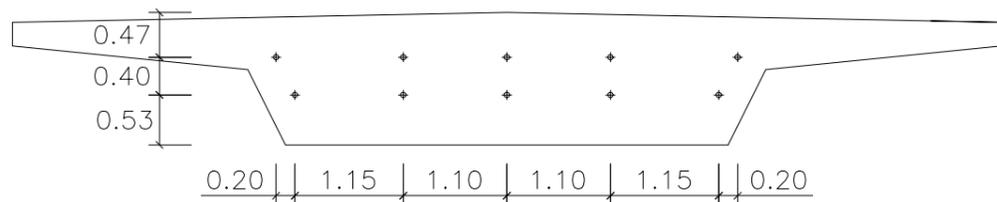
Escala 1:50



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS, ARMADURAS ACTIVAS			
Nº DE TENDONES	10 uds	TIPO	Y 1860 S7
COMPOSICIÓN	19 T ø0.6" prEN 10138-3	CONTROL	NORMAL
CARGA TESADO	370 T	COEF. SEGURIDAD	1.15
CARGA ROTURA	530 T	VAINA	95 mm

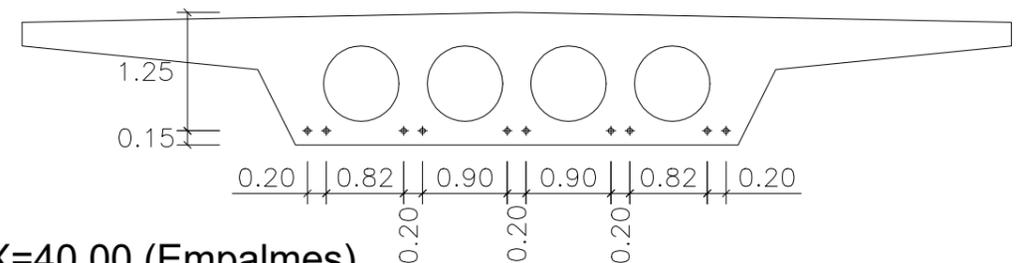
Sección X=0.00

Escala 1:75



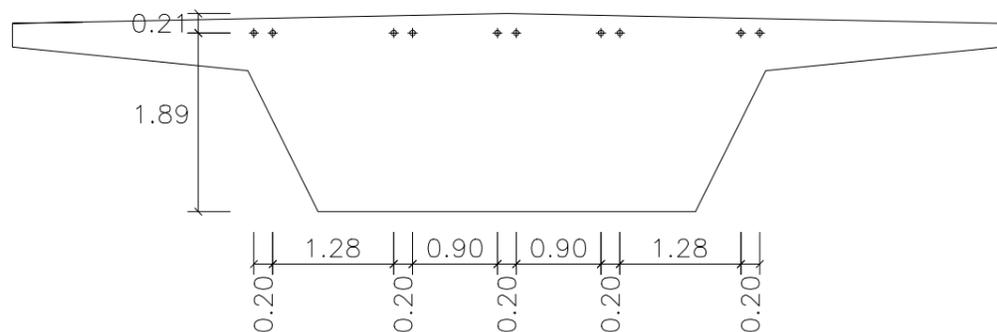
Sección X=12.00 (Punto Bajo)

Escala 1:75



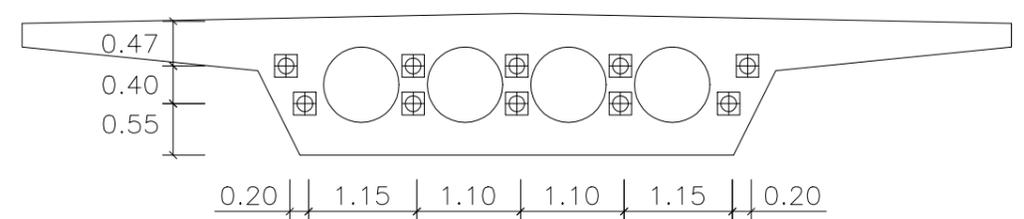
Sección X=32.00 (Pila)

Escala 1:75



Sección X=40.00 (Empalmes)

Escala 1:75



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



AUTOR DEL PROYECTO
MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
JUNIO 2016

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

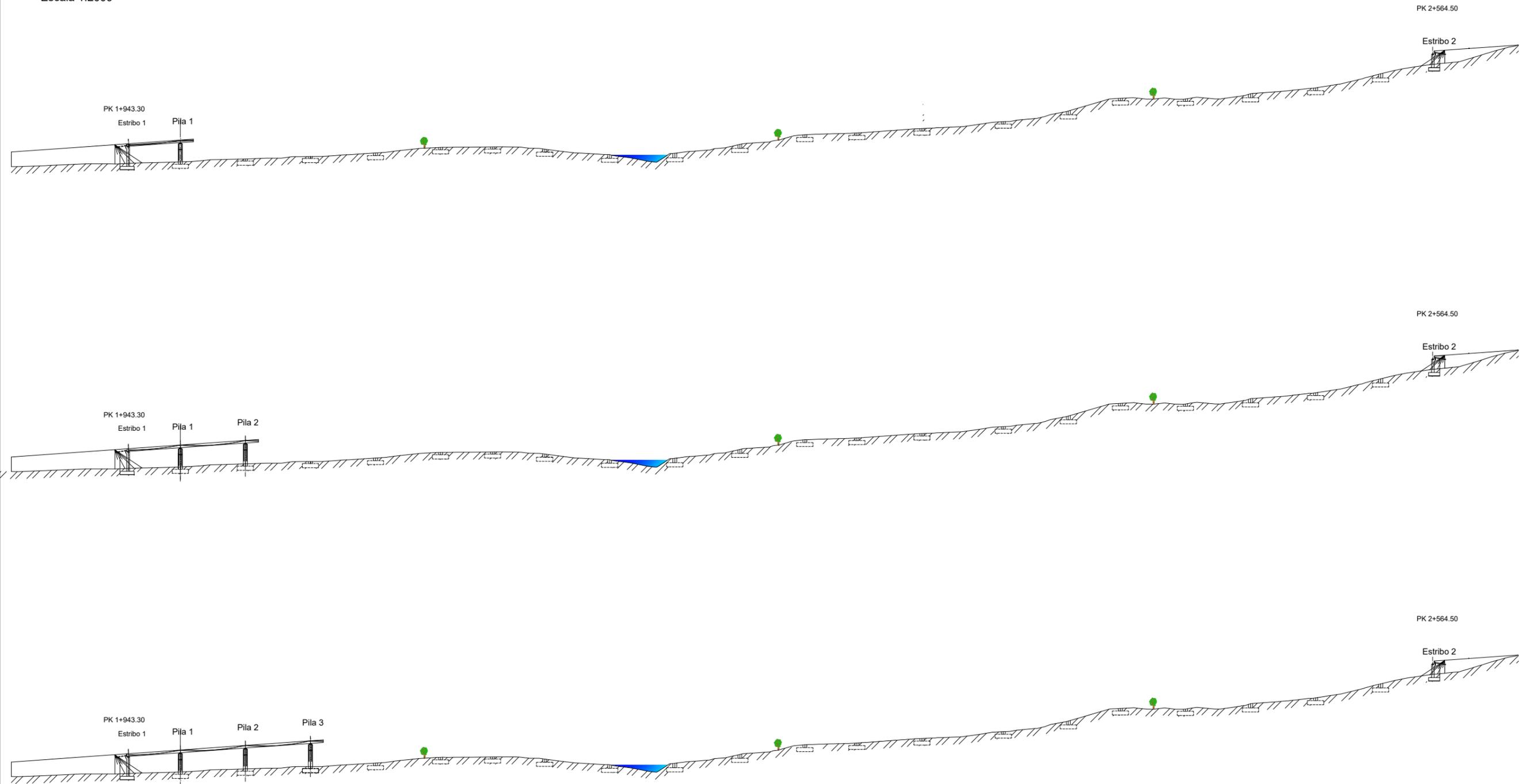
ESCALA:
VARIAS

TÍTULO DEL PLANO
ARMADURAS ACTIVAS TRAMO CANTO VARIABLE

Nº DE PLANO
4.3.1.
HOJA 5 DE 19

Proceso constructivo vanos 1-2-3

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

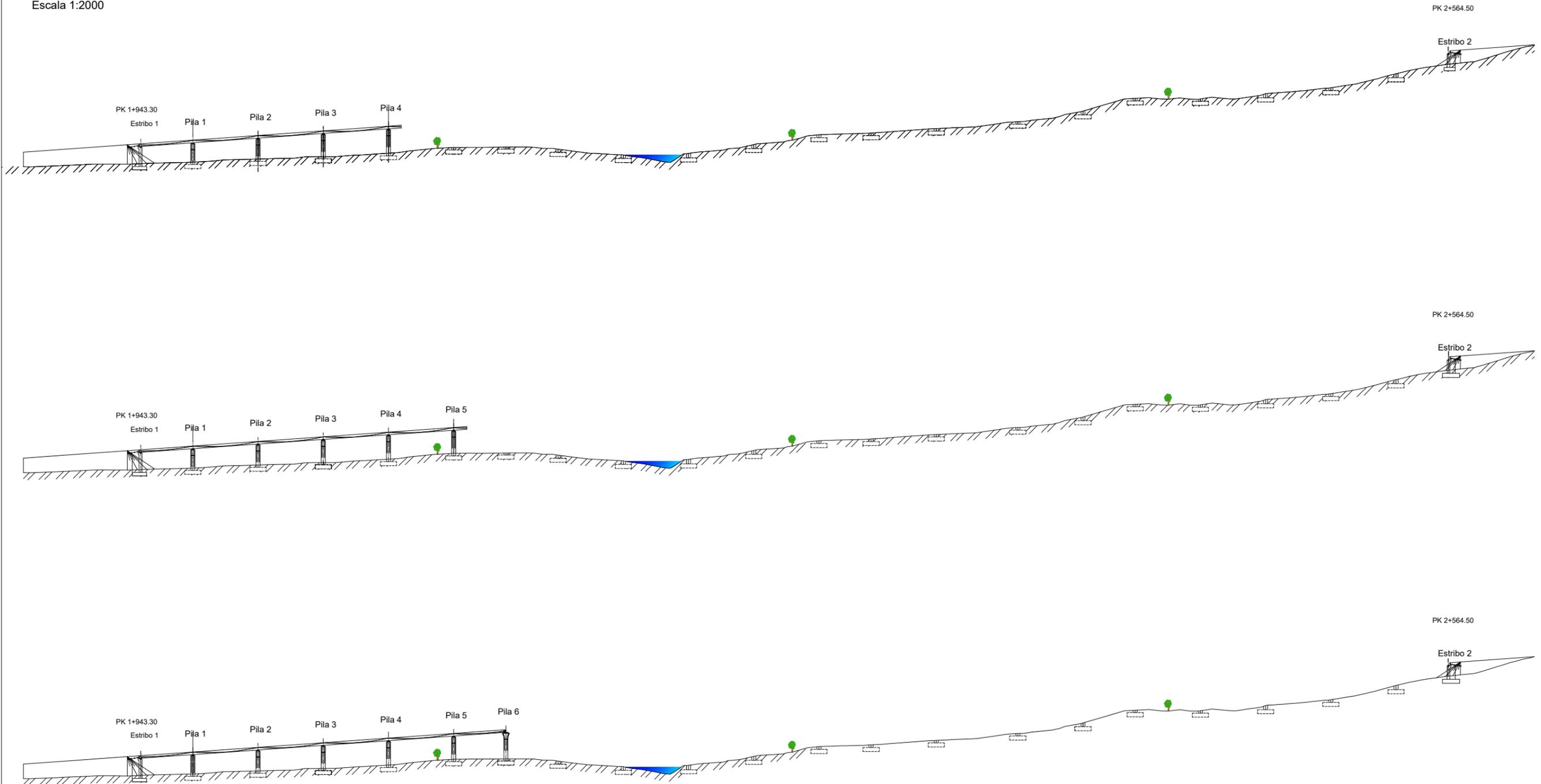
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 1-2-3

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 13 DE 19

Proceso constructivo vanos 4-5-6

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

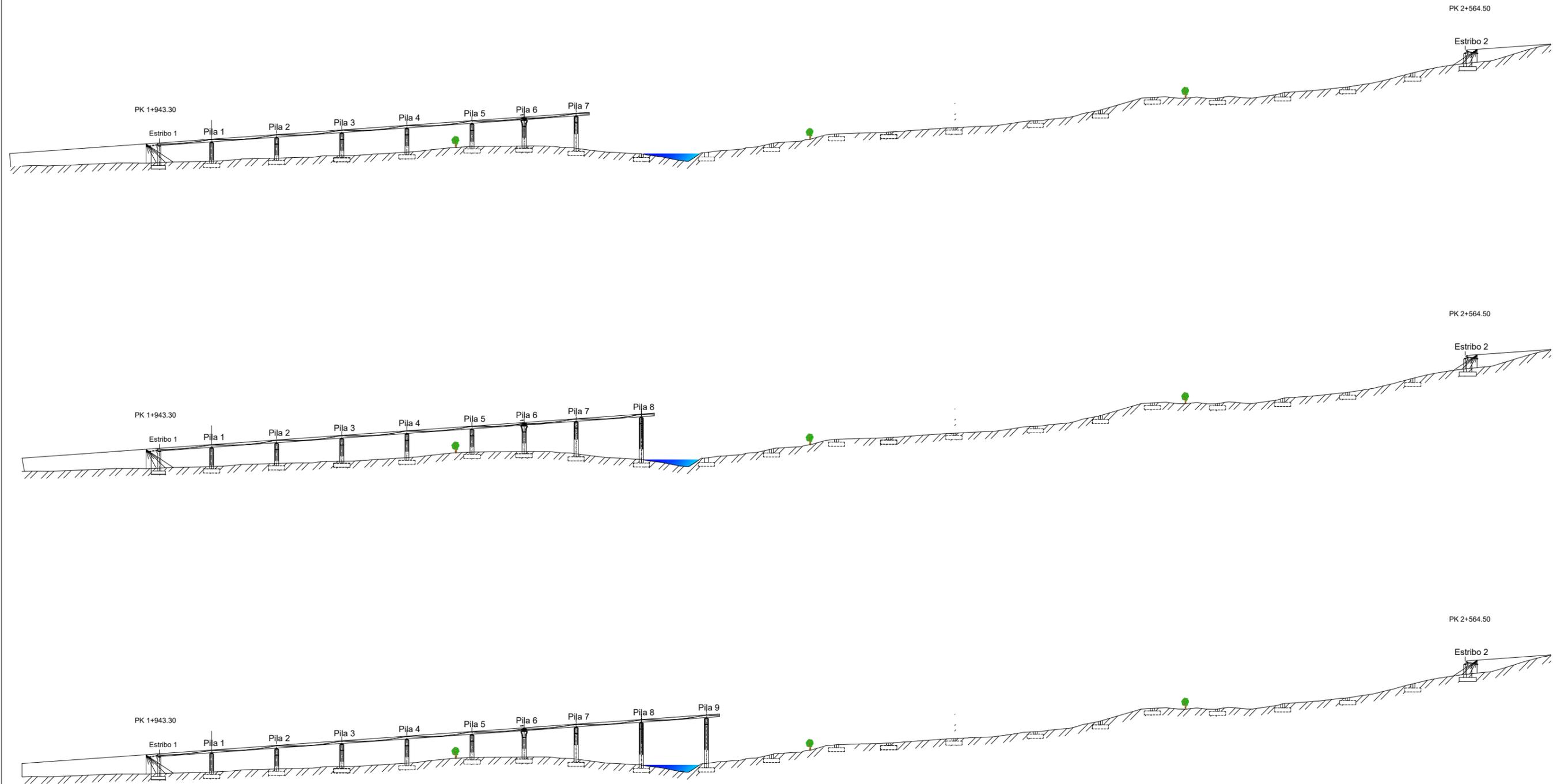
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 4-5-6

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 14 DE 19

Proceso constructivo vanos 7-8-9

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

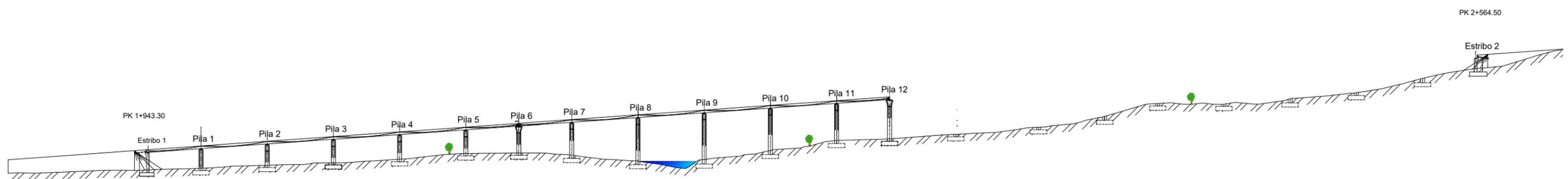
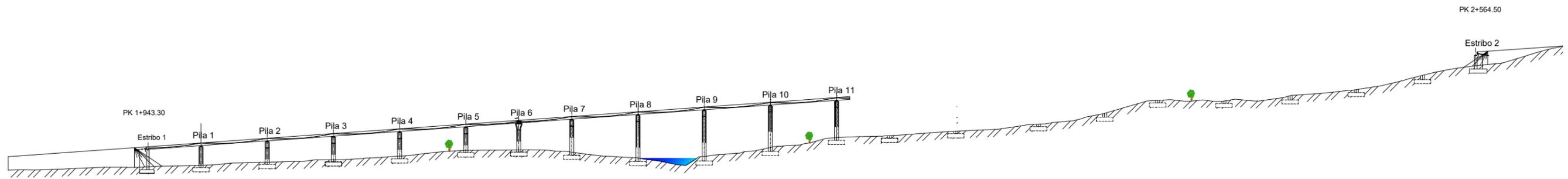
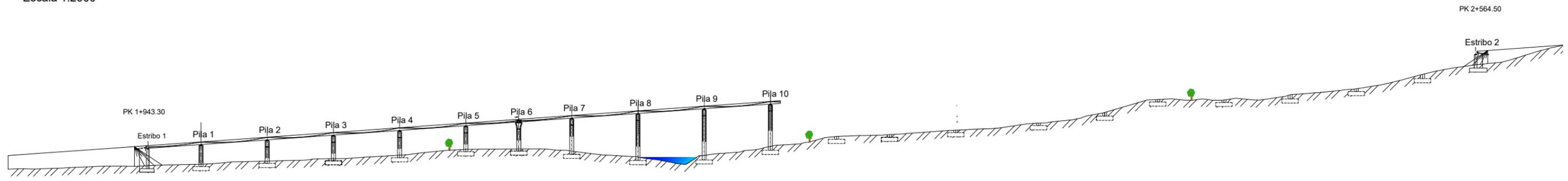
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 7-8-9

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 15 DE 19

Proceso constructivo vanos 10-11-12

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

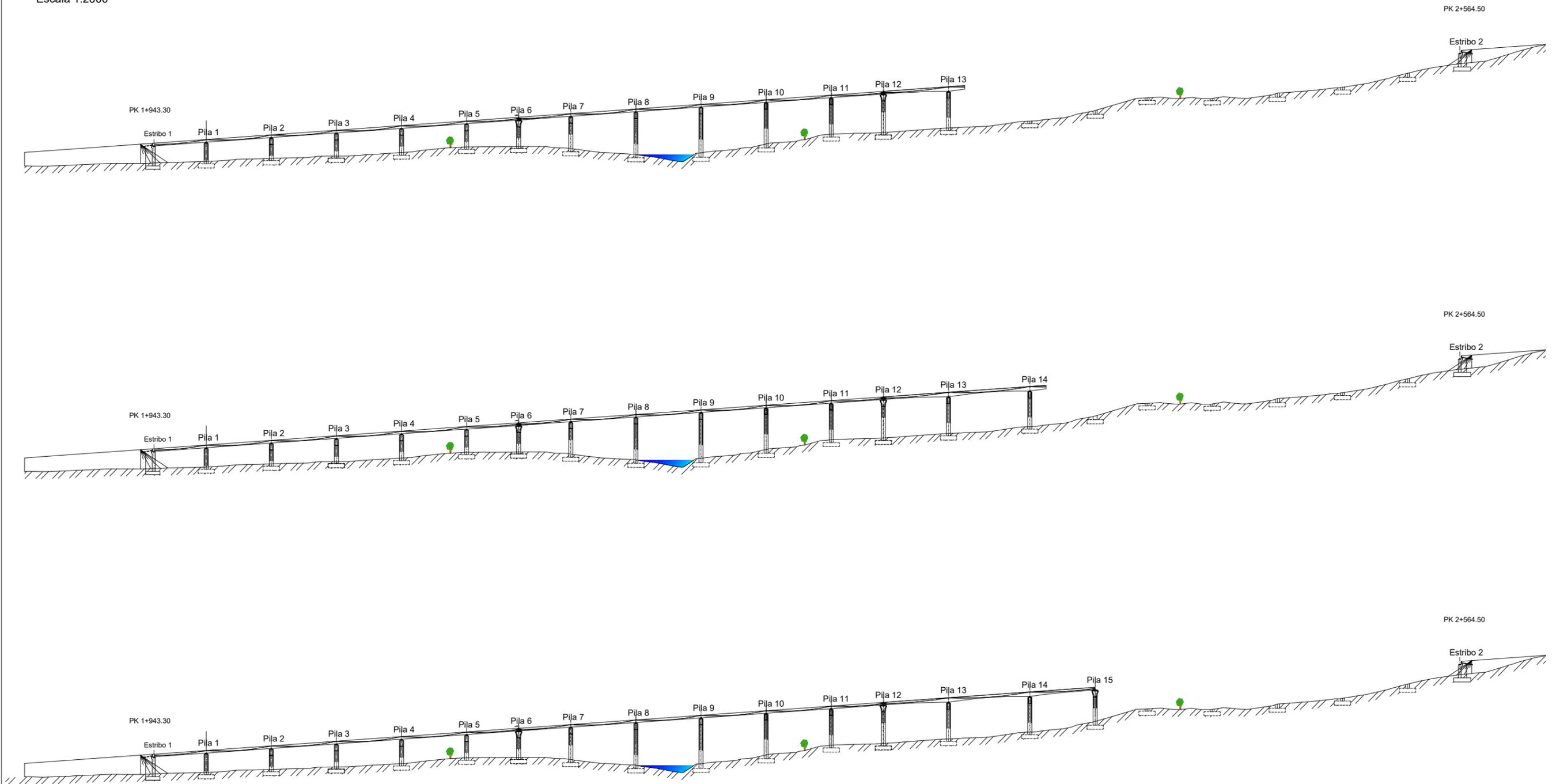
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 10-11-12

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 16 DE 19

Proceso constructivo vanos 13-14-15

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

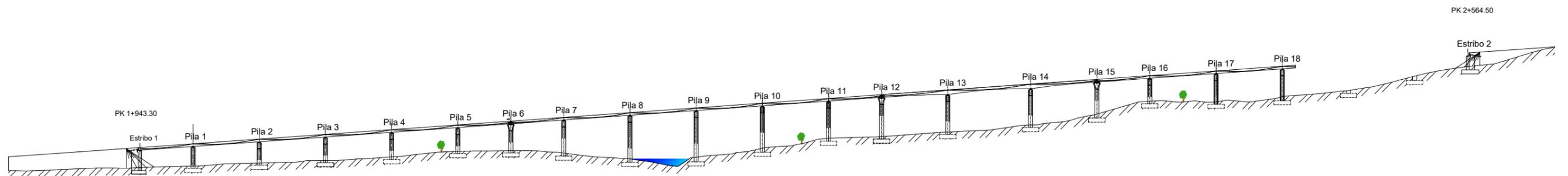
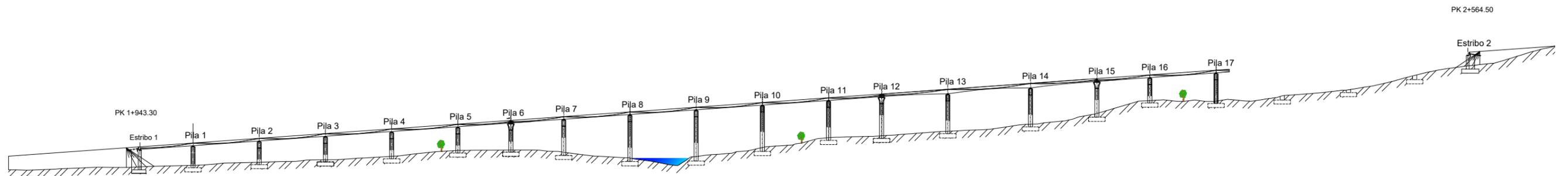
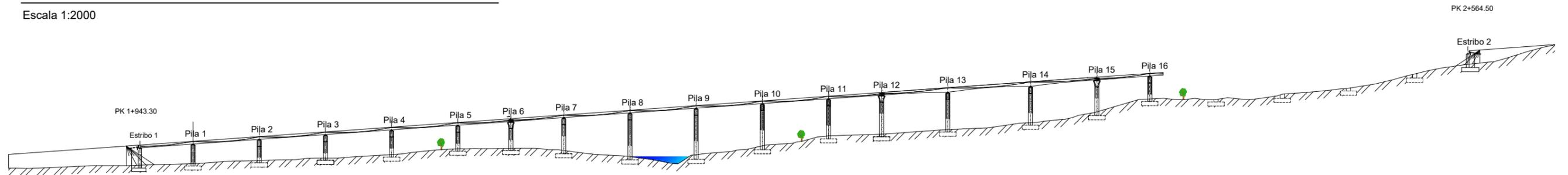
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 13-14-15

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 17 DE 19

Proceso constructivo vanos 16-17-18

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

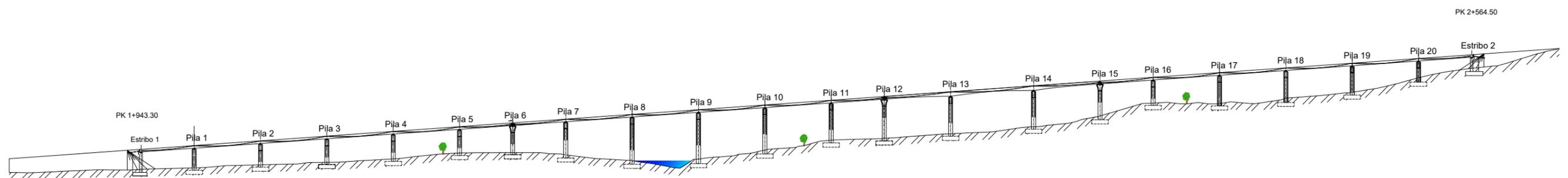
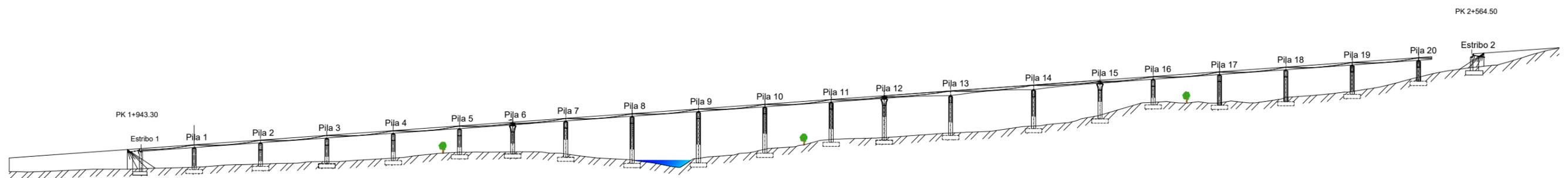
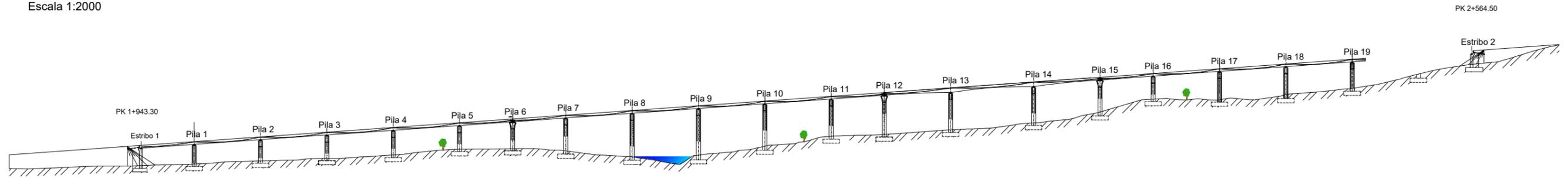
ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 16-17-18

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 18 DE 19

Proceso constructivo vanos 19-20-21

Escala 1:2000



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



AUTOR DEL PROYECTO
 MARTÍNEZ GANDÍA, MARTÍN

FECHA
 JUNIO 2016

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

ESCALA:
 1:2000

TÍTULO DEL PLANO
 PROCESO CONSTRUCTIVO FASES 19-20-21

Nº DE PLANO
 4.3.1.
 HOJA 19 DE 19



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DOCUMENTO Nº4

VALORACIÓN ECONÓMICA

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



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

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	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	1.902.735,53 €	24,14%
FIRMES Y PAVIMENTOS	1.238.084,83 €	15,71%
ESTRUCTURAS		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%
ADECUACIÓN AMBIENTAL	194.179,02 €	2,46%
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	6.082,33 €	0,08%
DRENAJE	89.100,00 €	1,13%
SEGURIDAD Y SALUD	171.694,94 €	2,18%
GESTIÓN DE RESIDUOS	171.694,94 €	2,18%
TOTAL	7.881.429,62 €	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	7.881.429,62 €	
13% GASTOS GENERALES	1.024.585,85 €	
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	472.885,78 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.378.901,25 €	
21% IVA	1.969.569,26 €	
PRECIO DE LIQUIDACIÓN	11.348.470,51 €	



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



VALORACIÓN ECONÓMICA

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS PARCIALES

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



ALTERNATIVA NORTE

VALORACIÓN DE LAS OBRAS

Mediciones:

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 de la obra 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.

Se muestran las mediciones valoradas sobre la alternativa norte.

Todos y cada uno de los precios se expresan en €.

Presupuesto						
Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
1	Capítulo		MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES	1	1902735.53	1902735.53
P001	Partida	m ²	Despeje y desbroce del terreno	70950	0.58	41151
			M2 Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o gestor autorizado hasta una distancia de 60 km retirada de tierra vegetal de cualquier espesor, incluso retirada de tocones, talado, retirada y limpieza de raíces, con carga, canon y transporte a vertedero o lugar de empleo.			
P002	Partida	m ³	Excavación tierra vegetal	92782	1.98	183708.36
			M3 Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, depósito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de acopios, formación y mantenimiento de los caballeros y pago de los cánones de ocupación.			
P003	Partida	m ³	Excavación desmonte en todo tipo de terreno incluso en roca	30927	5.73	177211.71
			M3 Excavación en desmonte en todo tipo de terreno, incluso en roca con empleo de medios mecánicos, explosivos, i/ agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación y perfilado de cunetas, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de reutilización dentro de la obra sea cual sea la distancia, perforación del terreno, colocación de explosivos y voladura y limpieza de fondo de excavación. Excepto precorte.			
P005	Partida	m ³	Terraplen de suelo	169338	6.67	1129484.46

			M3 Relleno de suelo seleccionado procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera para la formación de explanada en coronación de terraplén y en el fondo de desmonte i/ canon de cantera, excavación del material, carga y transporte al lugar de empleo, hasta una distancia de 30 km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie de la coronación.			
P006	Partida	m ³	Rellenos de explanada	55400	6.7	371180
			M3 Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 15 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
			1	1	1902735.53	1902735.53

2	Capítulo		FIRMES Y PAVIMENTOS	1	1238084.83	1238084.83
P007	Partida	m ³	Zahorra artificial	22 160.00	18.19	403 090.40
			M3 Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación. Medido sobre perfil teórico			
P008	Partida	t	M.B.C tipo AC22 base G	4 432.00	26.47	117 315.04
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 base G (G-20 base) extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación.			
P009	Partida	t	M.B.C tipo AC22 bin S	3 324.00	26.44	87 886.56
			Tn Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin S (S-20 intermedia), extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación			
P010	Partida	t	Mezcla bituminosa discontinua en caliente BBTM 8A	1 108.00	26.52	29 384.16
			Tn Mezcla bituminosa discontinua en caliente BBTM A extendida y compactada, excepto betún y polvo mineral de aportación			
P011	Partida	t	Betún asfáltico tipo B50/70	957.00	440.00	421 080.00
			Tn Betún asfáltico en mezclas bituminosas B 50/70			
P012	Partida	t	Polvo mineral	425.00	49.27	20 939.75
			Tn Polvo mineral o carbonato (triclase o similar) empleado como polvo mineral de aportación en mezclas bituminosas en caliente puesto a pie de obra o planta.			
P013	Partida	t	Riego de adherencia C60B3-ADH	427.68	369.70	158 113.30
			Tn Emulsión C60B3-ADH en riegos de adherencia o C60B3-CUR en riegos de curado i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
P014	Partida	t	Riego de imprimación C50BF4 IMP	475.20	0.58	275.62



**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

			Tn Emulsión C50BF4 IMP en riegos de imprimación i/ barrido y preparación de la superficie, totalmente terminado.			
			2	1	1 238 084.83	1 238 084.83

3	Capítulo		OBRAS HIDRÁULICAS	0	52294.84	0
P015	Partida	m²	Despeje y desbroce del terreno	64 500.00	0.70	0
			Despeje y desbroce del terreno hasta una profundidad de 0.20 m por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, arrancando las raíces y destoconado en caso necesario, incluso la carga y transporte de la tierra vegetal a las zonas de acopio y carga de productos y transporte a vertedero.			
P016	Partida	m³	Excavación a cielo abierto	0	5.81	0
			Excavación a cielo abierto, en tierras, con medios mecánicos, incluso compactación del fondo de la excavación, carga, transporte de tierras procedentes de la excavación a vertedero y/o acopio en obra.			
P017	Partida	m³	Relleno, extendido y compactado de tierras,			0.00
			Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 16 cm de espesor, incluso aporte de las mismas.			
P18	Partida	m2	Geotextil tejido a base de polipropileno	0.00		0.00
			Geotextil tejido a base de polipropileno para filtro, [con una resistencia a la tracción longitudinal de 55 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 55 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 10 mm, resistencia CBR a punzonamiento 5 kN y una masa superficial de 215 g/m². Según UNE-EN 13252.]			
P019	Partida	m³	Geomalla permanente con matriz plástica	0.00		0
			Geomalla permanente con matriz plástica, 100% propileno, con un peso de 687 gr/m2 y una resistencia a la tensión tangencial de 672 Pa.			
P020	Partida	m³	Relleno de grava para zanjas de anclaje	0.00		0.00
			Relleno de grava para zanjas de anclaje			
P021	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m	0.00		0.00
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.40 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
P022	Partida	m³	Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m	0.00		0.00
			Escollera de piedras sueltas, de tamaño medio 0.25 m en protección local de pilas, completamente terminada, incluso el transporte.			
			3	0.00	52 294.84	0.00

4	Capítulo		ESTRUCTURAS	1	4107858.03	4107858.03
4.1	Subcapítulo		Puente sobre el Barranco del Remedio y la CV-35	1	2 896 528.33	
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	85.37	52	4 444
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			

P024	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila	5 020.85	72	361 501
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	1 514.55	67	101 475
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	589.7	60	35 382
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	463987.16	1	334 071
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	44.00	2 120	93 280
			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	1 371.56	250	342 890
			MI Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P031	Partida	ml	Junta de dilatación	52.50	230	12 075
			MI Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	118221.6	7	852 378
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. incluso anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	14446.2	23	326 195
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	3606.825	48	173 741
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso			



**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

			desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m2	Cimbra cuajada	16934.4	15	259 096
			m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza.	1	2 896 528	2 896 528
4.2	Subcapítulo		Puente sobre el Barranco del Montú	1		962 772.35
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	86.53	52.06	4504.75
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P024	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila	1 151.02	72	82873.44
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	2 679.62	67	179534.54
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	171.02	60	10261.2
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	274 126.68	0.72	197371.21
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P029	Partida	u	Neopreno zunchado	12.00	1860	22320
			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P030	Partida	ml	Pretil metálico	350.50	250	87625
			MI Pretil metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P031	Partida	ml	Junta de dilatación	21.00	230	4830

			MI Junta de dilatación de calzada entre 15 y 250 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P032	Partida	kg	Acero activo y-1860-7	27421.03	7.21	197705.63
			Acero superestabilizado para pretensar tipo BY 1860 S7 de 1860 N/mm2 de carga de rotura mínima, incluso p.p. de andamios, grúas, vainas, culatas, anclajes, inyecciones de protección, sellado de los cajetines de anclaje, así como todas las operaciones de tesado parciales y totales. Incluso anclajes y elementos auxiliares			
P033	Partida	m2	Encofrado madera	1864.37	22.58	42097.47
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P034	Partida	m2	Encofrado metálico	2774.53	48.17	133649.11
			Encofrado metálico para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de metálico incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
P035	Partida	m3	Cimbra cuajada	0	15.3	0
			m3 de cimbra metálica, preparada para encofrado, incluido transporte, montaje, desmontaje y limpieza.	1	962772.35	962772.35
4.3	Subcapítulo		Marcos hidráulicos	1		248 557
P023	Partida	m³	Hormigón de limpieza HL-150/P/25	0.00	52.06	0
			M3 Hormigón en masa para capa de regularización y limpieza, tipo HL-15/P/25/IIB, incluso fabricación, suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P036	Partida	m3	Hormigón armado tipo HP-40/B/20/Ila	0.00	68.21	0
			M3 Hormigón para pretensar en estructuras, tipo HA-40/B/20/Ila, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P025	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-30/B/20/IIB	0.00	67	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-30/B/20/IIB, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P026	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-35/B/20/Qb	2053.88	60	123232.8
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-35/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P027	Partida	m³	Hormigón armado tipo HA-25/B/20/Qb	0	57	0
			M3 Hormigón para armar en estructuras, tipo HA-25/B/20/Qb, incluso fabricación suministro, vertido, nivelación, vibrado y curado.			
P028	Partida	kg	Acero corrugado B-500-S	174061.88	0.72	125324.55
			Kg Acero corrugado B-500-S en barras para armadura incluso suministro, cortado, doblado, atado, colocación, solapes, patillas, alambre de atar, exceso de peso y p.p. de mermas, despuntes, separadores y rigidizadores.			
P037	Partida	u	Neopreno zunchado	0.00	700	0



**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

			u Neopreno zunchado según anejo de estructuras para apoyo de vigas prefabricadas en subestructuras, incluso mortero de nivelación, totalmente acabado.			
P031	Partida	ml	Pretil metálico	0.00	250	0
			MI Pretel metálico resistente a impactos galvanizado en caliente por inmersión según planos, incluso galvanizado y pintado de elementos metálicos, suministro, anclaje y colocación totalmente terminado			
P038	Partida	ml	Junta de dilatación	0.00	230	0
			MI Junta de dilatación de calzada entre 6 y 106 mm de desplazamiento incluso formación de cajetines, colocación de anclajes, fijado de la junta y posterior sellado totalmente colocada.			
P039	Partida	m2	Encofrado madera	0	22.58	0
			Encofrado de madera para elementos estructurales de paramentos vistos. Mediante tablero de madera incluyendo soportes y apuntalamiento. Incluso desencofrado limpieza y almacenamiento.			
			4.3	1	248557.35	248557.35

5	Capítulo		ADECUACIÓN AMBIENTAL	1	194 179	194 179
MC01	Partida	ud	Gavión de 1x1,50x2.	180	85.2	15336
			M2. Gavión formado por malla (de triple torsión) de alambre de acero de 2.7 mm al que se le dan tres capas de galvanizado, con 270 gramos de zinc, rellena en obra con material de zona, de dimensiones 1.00x1.50x2m. incluso construcción y colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución			
MC02	Partida	m	Muro verde	80	115	9200
			MI. Muro verde. Muro de gravedad, mediante el sistema Deltalock. Compuesto por sacos de 0,55 x 0.13 m. de 100% de polipropileno y 2,2 l/s de permeabilidad			
MC03	Partida	m2	Entramado de madera viva	70	164.5	11515
			Estructura celular de troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. Los materiales a utilizar serán: Troncos de especies con madera duradera de 4 m. de longitud y 25 cm de diámetro. Se aconseja utilizar madera de castaño. Troncos de 2,5 m. de longitud y 0,25 m de diámetro. Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 cm. Estaca vivas y plantas enraizadas de caducifolias. Fajinas vivas de sauce de 20 m. Piedra y material de relleno inerte.			
MC04	Partida	m2	Hidrosiembra	140	226.69	31736.6

			Aplicación de medidas de hidrosiembra sobre taludes finales de restauración, a fin de conseguir un rápido recubrimiento de los mismos.			
MC05	Partida	m2	Cartel lamas de acero reflexivos nivel 1	2	315.96	631.92
			. Cartel en lamas de acero reflexivo nivel 1, con parte proporcional de IPN, i/p.p. poste galvanizado, tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocada.			
MC06	Partida	ud	Marco de hormigón armado para paso de fauna	12	476.6	5719.2
			Marcos De hormigón armado HA-35 con acero B-500 y machihembrado de 2,00x2,00x2,00 para paso de fauna incluso colocación y todas aquellas partidas necesarias para su correcta ejecución.			
MC07	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección del perímetro de la obra.	4400	0.43	1892
			jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros.			
MC08	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección de la vegetación.	3300	0.43	1419
			Constituido por soportes angulares metálicos de 30 mm y 1 m de longitud, estando los 20 cm superiores cubiertos por una pintura roja y los 30 cm inferiores clavados al terreno. Soportes colocados cada 8 metros y unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra.			
MC09	Partida	m	Jalonamiento temporal de protección perímetro de elementos etnológicos.	400	0.43	172
			Jalonamiento temporal de protección formado por soportes angulares de 30 mm y 1m de longitud unidos entre sí mediante una cinta de señalización de obra y colocados cada 8 metros.			
MC10	Partida	ud	Señal zona de obras.	2	380.63	761.26
			Cartelería de aviso de zonas de obras.			
MC11	Partida	ud	Señal vía pecuaria.	2	171.6	343.2
			Señal vertical homologada de vía pecuaria			
MC12	Partida	ud	Análisis de la calidad de aguas.	12	160	1920
			Análisis de aguas concurrentes del río Chelva lo largo de la duración de las obras.			
MC13	Partida	ud	Visita arqueológica de media jornada.	12	713	8556



**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

			Visita arqueológica de media jornada durante la ejecución de obras, efectuada por un arqueólogo, incluso permisos, redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
MC14	Partida	ud	Visita inspección de afección natural pasos de fauna.	25	350	8750
			Visita de media jornada durante la fase de explotación de la carretera, efectuada por un profesional, incluso redacción de informes y documentación gráfica de todas las estructuras etnológicas detectadas.			
PR1	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES HERBÁCEAS	750	3.14	2355
			Módulo de especies arbustivas, según las especies establecidas en el propio Plan de Restauración			
PR2	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES ARBÓREAS	40	449.85	17994
			Módulo de especies coníferas arbóreas, las especies establecidas por el propio Plan de Restauración.			
PR3	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES CONÍFERAS	20	1748.02	34960.4
			Módulo de especies de coníferas, según establecidas por el propio Plan de restauración			
PR4	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES FRONDOSAS	75	440.24	33018
			Módulo de especies frondosas, según establecidas por el propio Plan de restauración.			
PR5	Partida	ud	MÓDULO DE ESPECIES GIPSÍCOLAS	38	207.88	7899.44
			Módulo de especies gipsícolas, según las especies establecidas por el propio Plan de restauración			
			5	1	194179.02	194179.02

6	Capítulo		SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	1	6082.33	6082.33
	Partida	u	señal rectangular de 120x180 cm	2.00	462.67	925.34
			ud Señal rectangular de 120x180 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal rectangular de 60x120 cm	2.00	175.38	350.76
			ud Señal rectangular de 60x120 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal rectangular de 90x135 cm	2.00	291.7	583.4

			ud Señal rectangular de 90x135 cm de lado, retrorreflectante de clase RA3, colocada sobre postes galvanizados, fijados a tierra mediante y hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	u	señal circular de 90 cm	8.00	195.61	1564.88
			ud Señal circular de 90x135 cm de diámetro, retro reflectante de clase RA2, colocada sobre poste galvanizado, fijado a tierra mediante hormigonado i/ tornillería y elementos de fijación y transporte a lugar de empleo.			
	Partida	m	m marca vial de 10 cm	5 015.00	0.53	2657.95
			m Marca vial de tipo II (RR), de pintura blanca reflectante, tipo termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho i/ preparación de la superficie y pre marcaje (Medida la longitud realmente pintada).			
			6	1	6082.33	6082.33

8	Capítulo		Seguridad y Salud	1	171694.939	171694.939
PA01	Partida	ud	P.A a justificar para seguridad y salud	1.00	171 694.94	171 694.94
			u Partida alzada a justificar para presupuesto de seguridad y salud (estimado 2.5% actuación)			

9	Capítulo		Gestión de residuos.	1	171694.939	171694.939
PA02	Partida	ud	P.A a justificar para gestión residuos	1.00	171 694.94	171 694.94
			7	1		

TOTAL ALTERNATIVA	CHELVA_NORTE_01	TOTAL	7 881 429.62
-------------------	------------------------	-------	---------------------