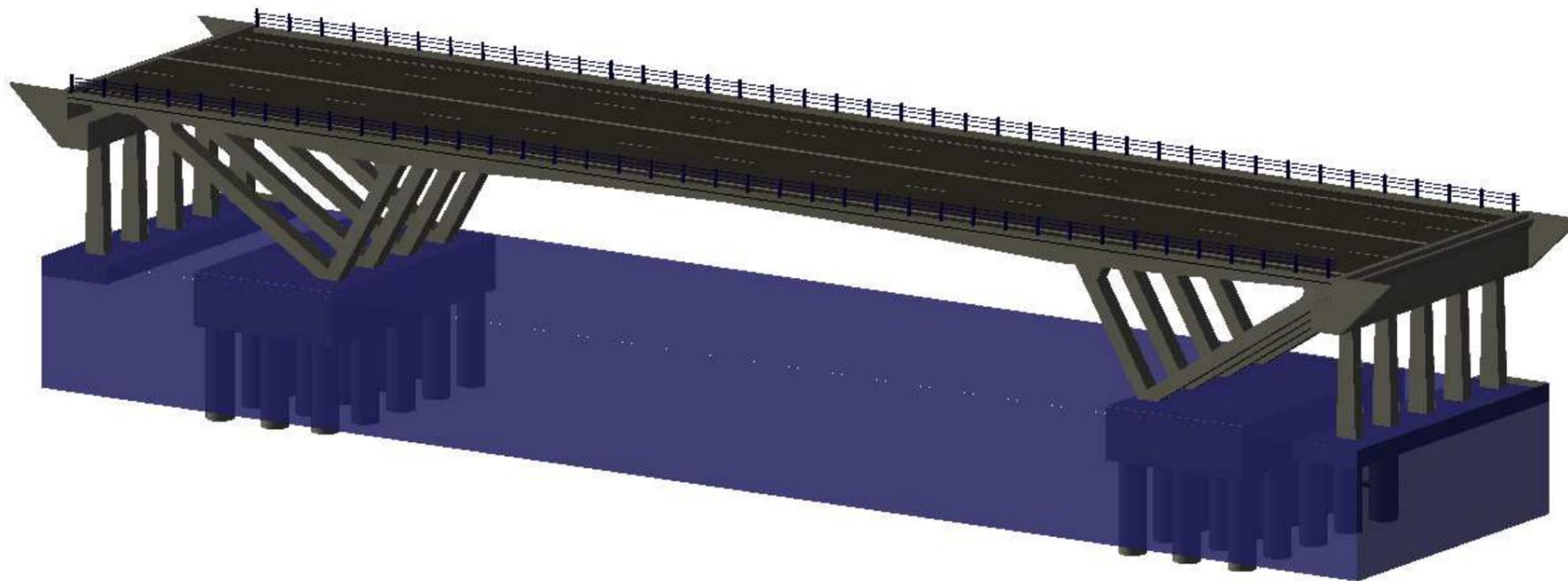




**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA



Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta  
Director: Miguel Ángel Morales Arribas



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.	4
2. OBJETO DEL PROYECTO.	4
3. LOCALIZACION DE LA OBRA.	4
4. NORMATIVA	5
4.1. Normativa Administrativa	5
4.2. NORMAS TECNICAS GENERALES	5
5. CONDICIONANTES	6
5.1. Geología y Geotecnia	6
5.2. Trazado	6
5.3. Condicionante constructivo	7
5.4. Condicionante económico	7
5.5. Condicionante estético	7
5.6. Condicionante funcional	7
5.7. Condicionante medioambiental	7
6. ESTUDIO DE SOLUCIONES	7
7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
8. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	8
9. CLIMATOLOGIA	8
10. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	8
11. METODO CONSTRUCTIVO	9
12. PLAN DE OBRA	9
13. BIBLIOGRAFIA	9
14. REVISIÓN DE PRECIOS	9
15. JUSTIFICACION DE PRECIOS	9
16. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA	10
17. PLAZO DE EJECUCION	10
18. PLAZO DE GARANTIA	10

19. PRESUPUESTO	10
20. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	10
21. DECLARACION DE OBRA COMPLETA	11
22. CONCLUSIONES	11

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

Con motivo de la finalización de los estudios correspondientes a Ingeniería Civil, especialidad en Construcciones Civiles se redacta el presente proyecto constructivo, correspondiente a la construcción de un puente Pórtico sobre la A-2, provincia de Zaragoza, para el tránsito de vehículos.

El emplazamiento del proyecto se encuentra en las inmediaciones del "polígono de Plaza" que enlaza con la Feria de muestras y da conexión con la Autovía Nordeste A-2 Pk: 310+740.

El enlace contenido en la Autovía A-120 permitirá suprimir hasta un 40 por ciento de los vehículos que con origen y destino a Zaragoza accedan a Plaza. Así también permite conceder una segunda entrada a la zona sur del cuarto cinturón y una comunicación con Arcosur y el resto de la ciudad.

El puente que se describe en este documento consta de una luz de 72,50 m con tres vanos dispuestos de 15,00+42,50+15,00. En cuanto a la tipología elegida se trata de un puente pórtico de hormigón pretensado de armaduras postesas y células triangulares. La sección consiste en una disposición de puente losa aligerada con el canto variable, con una mayor robustez apoyos de pilas y más esbeltas en centro de vano y apoyo con estribos. El método constructivo está basado en la disposición de cimbras apoyadas en el duelo, que ocupa toda la ocupación del puente.

Para continuar y con la intención de dar a conocer al lector los motivos que promovieron la elección de este proyecto, el puente que se pretende proyectar es una obra ya construida y abierta al tráfico (Estructura mixta de vigas cajón y tablero de hormigón) en el año 2006, dicho lo cual, el autor lo que pretende es proponer otra solución distinta a la ya ejecutada y desarrollarla. De esta manera poner en práctica y/o profundizar en los conocimientos adquiridos durante la formación del alumno. Dichos conocimientos se centrarán en el cálculo de estructuras y el comportamiento de suelos, así como la redacción de los documentos que complementan un proyecto constructivo que son de gran importancia para completar gran parte de lo que envuelve a la ingeniería civil.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objetivo del presente proyecto viene marcado por la definición, justificación y valoración de los diferentes trabajos para llevar a cabo la construcción del Puente pórtico de carretera que está contenida en la A-120 y que pasa sobre la A-2 (Autovía nordeste), para dar conexión a los distintos puntos de confluencia de tráfico de la zona; que son el Polígono Plaza, Feria de muestras de Zaragoza, y el barrio Arcosur; liberando así gran parte de la congestión que confluente por la A-2.

El puente que se integrará en el tramo de la autovía antes mencionada se desarrollara acorde los condicionantes establecidos, como son: El trazado, topografía, proceso constructivo, económicos, etc.

Cabe mencionar que no será objeto de estudio ni se desarrollarán los documentos de Estudio de impacto ambiental, así como el estudio de seguridad y salud.

El puente tiene una longitud de 72,50 m, de tres vanos, y un tráfico que soportarán cuatro carriles sin una separación física que los divida, quedando un ancho total de 18,45 m que se dispone desde el inicio al final de la estructura.

El documento número 2 que corresponde a los planos se realizarán de acuerdo a los cálculos y dimensionamientos de las partes que componen la estructura. A continuación, se desarrollarán los documentos 3 y 4 a tenor de los planos obtenidos, que son, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto y Mediciones.

## 3. LOCALIZACION DE LA OBRA.

La estructura "Puente Pórtico" se sitúa en la provincia de Zaragoza (Comunidad de Aragón), entre el polígono Plaza y en las inmediaciones del cuarto cinturón. Se encuentra contenida en la Autovía A-120, que pasa sobre la A-2 en el Pk: 310+740.

Con una cota máxima de 280,00m SNM y con una alineación recta en planta presenta un acimut de 21,111º.



## 4.2. NORMAS TECNICAS GENERALES

- Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (BOE del 17) y sus posteriores modificaciones.
- Decreto, de 26 de abril de 1957, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (BOE del 20 de junio).
- Proyecto de Real Decreto por el que se aprueban las normas técnicas de valoración catastral de los bienes inmuebles de características especiales, de 1 de junio de 2007.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras (BOE del 30 de septiembre).
- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. Edición actualizada a 1 de enero de 2007
- Norma 8.3.-I.C sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado".
- Orden Circular 32/2012 Guía de Nudos Viarios
- Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día (datos hasta 1970), Dirección General de Carreteras.
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1997.
- Máximas llluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999.
- orden circular 17/2003: recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera
- Orden Circular 314/90 TyP, de 28 de agosto, sobre normalización de los estudios geológicos y geotécnicos a incluir en anteproyectos y proyectos.
- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Dirección General de Carreteras, mayo de 2000.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)

## 4. NORMATIVA

### 4.1. NORMATIVA ADMINISTRATIVA

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre, BOE-A-1971-218.
- Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001).
- Ley 16/1987 de 30 de julio de ordenación de los Transportes Terrestres, y modificaciones posteriores, DE 18.09.93, 26.03.98 Y 11.06.99.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE del 24). Modifica las leyes de Contratos de las Administraciones Públicas, de Autopistas, de Costas y de Aguas.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/61 de 30 de noviembre y sus modificaciones posteriores.

- Real Decreto 1247/2008 julio, por el que se aprueba la «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)» (BOE del 22 de agosto).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Guía de cimentaciones de obras de carreteras 2009
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera, Dirección General de Carreteras, 1995.
- UNE-36065 Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.
- UNE-36094. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- Instrucción Española de Carreteras, I.C.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- ORDEN FOM/3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos, aprobadas por Orden Circular 321/95, de 12 de diciembre de 1995.
- Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical (BOE 29.01.00).
- Orden Circular 23/2008 sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en puentes de carretera, de la Dirección General de Carreteras, aprobada el 30 de julio de 2008
- orden fom/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1 ic secciones de firme, de la instrucción de carreteras (boe de 12 de diciembre de 2003).
- orden circular oc 3/2019 sobre mezclas bituminosas tipo sma.
- Recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos (OC 20/2006).
- Orden Circular 24/2008 sobre el pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Artículos: 542-Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543-Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.

## 5. CONDICIONANTES

### 5.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

La capacidad resistente del terreno nos puede llevar a no considerar determinadas soluciones debido a las siguientes características:

- Resistencia a cargas horizontales. Hace referencia a la posibilidad de que el terreno no sea capaz de resistirlas y sea condicionante a la elección de una tipología que no produzca dichos esfuerzos, tal como pueden ser los puentes arcos o pórticos.
- Posibilidad de asiento. Se contempla la posibilidad de asientos verticales importantes frente a las cargas a soportar y que estas supongan un problema a la estabilidad y durabilidad del puente, tal es el caso que nos podría llevar a elegir tipologías más ligeras como podrían ser las estructuras mixtas o metálicas frente a soluciones de hormigón; estructuras isostáticas frente a hiperestáticas o estructuras con cimentaciones profundas.

### 5.2. TRAZADO

- Trazado en planta: En cuanto al trazado en planta nos encontramos con dos soluciones claramente diferenciadas: Una obedece a un trazado en la que la luz del puente es mayor (66,64m), que es la que actualmente existe, entrando en la categoría de puentes de luces grandes en la que se tendrá que tomar soluciones especiales para salvar dicha distancia. Presenta además un trazado curvo y esviado con lo que complica más aun el cálculo de la estructura. La otra propuesta presenta la luz más corta (42.5m) entrando dentro de la categoría de luces cortas y medias en la que el abanico de soluciones es más amplio y también se reduce el coste al presentar un trazado recto en planta y perpendicular a la vía que atraviesa (A-2)
- Trazado en alzado: El trazado en alzado viene condicionado por la altura mínima de seguridad a salvar sobre la autovía A-2 concretamente.
- Sección transversal La sección transversal viene formada por cuatro carriles de 3,5m de ancho cada uno y dos por sentido, 0,25m para separación de ambos sentidos, 1,5m de arcén exterior y 0,6m de barrera de protección. Con un total de 18 ,45m.

### 5.3. CONDICIONANTE CONSTRUCTIVO

La elección de una tipología estructural viene condicionada y ligada a un proceso constructivo, es decir, que debido a alguna limitación del proceso esta nos llevara a descartar la elección de una tipología u otra. Entre las circunstancias que pueden condicionar el proceso constructivo se pueden destacar:

- Altura o gálibo vertical
- Plazo o tiempo de ejecución.
- Geometría de la traza.
- Afecciones al tráfico y servicios existentes.

### 5.4. CONDICIONANTE ECONÓMICO

La evaluación económica de una estructura ha de realizarse teniendo en cuenta el coste global, es decir, no solo tener en cuenta el coste material asociado al proyecto, sino tener también en cuenta el coste constructivo, explotación, mantenimiento o incluso demolición.

### 5.5. CONDICIONANTE ESTÉTICO

Este es un factor que en la actualidad ha ido ganando peso debido a que no es ajena a la vista del usuario, el cual tiene conciencia en menor o gran medida del impacto que la obra causa al medio que lo rodea y la forma de integración que se produce.

Algunos aspectos relacionados con la estética son:

- Esbeltez
- Coste más elevado. Aunque no en todos los casos ya que son los pequeños detalles los que contribuyen a este aspecto.
- Tipo de material

### 5.6. CONDICIONANTE FUNCIONAL

La condición de funcionalidad se centra en valorar si la solución elegida responde bien a la finalidad que fue destinada, es decir, tener claro las características s esenciales y cuales son meramente decorativas.

### 5.7. CONDICIONANTE MEDIOAMBIENTAL

Las estructuras han de proyectarse con una vida útil fijada por la normativa vigente en un medio y con unos materiales adecuados a su entorno, así como su interacción con el paisaje, penalizando las obras que ocupen un espacio excesivo del emplazamiento.

## 6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

En el anejo de "Estudio de soluciones" se detallan las características de las tres soluciones más aptas para después realizar un análisis cuantitativo y elegir la más idónea. El método que se ha empleado es el de las medias ponderadas.

Las tres soluciones que se pusieron a análisis son las siguientes:

PROPUESTAS ELEGIDAS		
	DESCRIPCION	c/L
1	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE PÓRTICO MIXTO DE CELULAS TRIANGULARES	1/40(Centro de vano), 1/20(Apoyos y estribos)
	<b>CANTO:</b> VARIABLE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 3	
2	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE CONTINUO DE TABLERO MIXTO	1/30
	<b>CANTO:</b> CONSTANTE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 1	
3	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE PÓRTICO DE HORMIGON PRETENSADO Y CELULAS TRIANGULARES	1/40(Centro de vano), 1/20(Apoyos y estribos)
	<b>CANTO:</b> VARIABLE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 3	

La solución elegida como se detalla en el anejo correspondiente es el Puente Pórtico de Hormigón Pretensado de Armaduras Postesas y células triangulares, que a pesar de no ser la más idónea en cuanto al análisis realizado y como se explicó anteriormente, sobre el propósito de elegir una solución distinta a la ya ejecutada, será la que se desarrollará en este trabajo.

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El paso superior de 72,50 m de 3 vanos de luces 15,000-42,5-15,000 m, consiste en un pórtico de células triangulares aprovechando las células laterales como parte del esquema resistente del tablero consiguiendo de esta manera una estructura esbelta y ligera en la sección del tablero, de hormigón pretensado, presenta una anchura de 18,45 m con voladizos de 2,75 m; el canto de la sección varía de 1,10 m en zona de estribos y centro del vano central a 1,70 m sobre las pilas. Dicha sección se encuentra aligerada únicamente en el vano central para conseguir disponer el mayor peso posible en los vanos laterales que forman parte de las células triangulares de la estructura y reducir al mínimo el peso propio en el vano central, para garantizar que el movimiento vertical de la estructura en la zona de estribos sea el mínimo posible, consiguiendo de esta manera una distribución inteligente del peso propio de la estructura. El paramento inferior del tablero está formado por parábolas de 2º grado con función estética y estructural.

Las células triangulares de la estructura inyectan rigidez al esquema estructural de flexión vertical del tablero y a su vez tienen la función de sustento vertical empotrado a la cimentación.

Las pilas inclinadas están constituidas por cuatro fustes de inclinación de 60º, empotrados a la cimentación con una sección de 1,10x1,00m cada pilar, que de la misma forma se encuentran empotrados al tablero.

La cimentación de las pilas de la célula triangular consiste en una cimentación profunda de 15 pilotes de 1500 mm de diámetro. Con estos pilotes se absorben tanto las cargas verticales como las acciones horizontales que aparecen por el esquema de pórtico triangular de la estructura.

Se añade un estribo abierto con una zapata y una viga cabezal y cinco diafragmas que conectan la viga cargadera con la zapata, ayudando al tirante de la célula a absorber la carga vertical máxima que se produce en las hipótesis de sobrecarga y carro en los vanos laterales.

## 8. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para el dimensionamiento, trazado y proyección de los planos se ha hecho uso de la plataforma IGN (Instituto Geográfico Nacional) de España, donde se obtuvieron planos y mapas a escalas 1:500, 1:5.000, con detalles suficientes para una precisión adecuada.

La utilización de estos planos ha servido para determinar la luz a salvar, el trazado alternativo a adoptar, así como la proyección en planta de la estructura. El uso UTM al que pertenece el emplazamiento es el 30-N.

## 9. CLIMATOLOGIA

Como resultado del estudio climatológico, que se encuentra detallado en el anejo Nº3, en el que se ha analizado los datos recogidos por las estaciones de "Aeropuerto Zaragoza 9343" y "Aula Dei 9499" en los cuales se muestra una clara similitud, en cuanto a datos y resultados obtenidos a partir de índices y diagramas, al estar las dos estaciones en la provincia de Zaragoza a una distancia de 17 Km la una de la otra y con una distancia (Puente pórtico-Aeropuerto) de 4Km, y (Puente pórtico-Aula Dei) de 21 Km.

Dicho todo lo anterior cabe clasificar la zona de proyecto como un **clima seco**.

## 10. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En este capítulo hemos descrito las principales características del terreno, para determinar los distintos materiales que lo forman, por consiguiente, encontrar una subcapa del terreno que pueda soportar la estructura del puente.

Como conclusión se obtiene que, tras adoptar la tipología de puente pórtico se recomienda realizar una cimentación profunda en la que se halla un estrato Mioceno resistente a una profundidad media de 9-10 m con las siguientes características:

- Ángulo de rozamiento interno efectivo 34º
- Cohesión efectiva 1 t/m<sup>2</sup>
- Densidad aparente 2,1 t/m<sup>3</sup>

- Módulo de deformación      600 Kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad portante          5 Kg/cm<sup>2</sup>

- Trabajo publicado de Puente Pórtico, tipologías y comportamiento, Autor Pablo Martinez Noguera.
- Organización y Gestión de Proyectos y Obras, Germán Martínez montes y Eugenio Pellicer Armiñana.

## 11. METODO CONSTRUCTIVO

El método constructivo que se emplea para la ejecución del tablero y las pilas, que son las partes más características de la obra, es el empleo de cimbras apoyadas en el suelo en toda su longitud, sin necesidad de utilizar cimbras autoportantes que encarecerían el coste económico.

En cuanto a la ejecución para la cimentación, los pilotes se ejecutarán con aparatos perforadores con entubación recuperable de hasta 30 metros de profundidad.

Una vez dejados las esperas en cabeza de los pilotes se procederá a encofrar el encepado y su consiguiente armado y hormigonado, dejando esperas para la continuación estructural de las pilas y tirantes que conectan con el tablero.

## 12. PLAN DE OBRA

En el "anexo Nº6 plan de obra" se detallan los rendimientos de cada actividad de trabajos, así como la simultaneidad de algunos trabajos para prever una mejor eficiencia y acortamiento de plazos, con garantías de seguridad y calidad.

La duración de los trabajos ocupa una duración de 4 meses y dos semanas.

## 13. BIBLIOGRAFIA

- Manterola Armisén, Javier (2006). Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción (Volúmenes I y II).
- Apuntes de Hormigón armado, adaptado a la EHE. Fco. Borja Barona Moya, José Antonio López Juárez, y Luis Bañon Blazquez.

## 14. REVISIÓN DE PRECIOS

De acuerdo con la ley de contratos del sector público 9/2017 en su artículo 103 "procedencia y límites" y con referencia a la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española, no procede o queda exenta la revisión de los precios debido a que la duración de los trabajos no excede los dos años de tiempo.

## 15. JUSTIFICACION DE PRECIOS

En este anexo Nº7 se incluye la justificación de los precios de las unidades de obra que figuran en el presupuesto. Cada uno de los precios que conforman una unidad se subdivide en dos tipos de conceptos.

1. Costes directos. Se consideran costes directos los siguientes:
  - a) La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
  - b) Los materiales, a los precios resultantes de pie de obra que queden integrados en la unidad de obra o que hayan sido necesarios para su ejecución.
  - c) Los costes de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la construcción de la unidad de obra, que a su vez engloban los costes de personal, combustible, energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, etc.
2. Costes indirectos Incluyen los siguientes gastos:
  - a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra b. Los almacenes, talleres, pabellones y otras instalaciones necesarias.
  - b) El personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra: jefe de obra, jefe de producción, topografía, administración, etc.
  - c) Los vehículos y las comunicaciones telefónicas de los miembros del personal técnico.

d) f. Otros gastos imprevistos.

## 16. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

De acuerdo con la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, Artículo 77 "Exigencias y efectos de la clasificación" en las que se exponen las exigencias que ha de cumplir el contratista de obras o de servicios:

"Para los contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar"

De acuerdo con los artículos 25 y 26 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, a los efectos previstos en el artículo 25 de la Ley, son los siguientes:

-Grupo B) Puentes, viaductos y grandes estructuras

-Subgrupo 3. De hormigón pretensado

-Categoría 4, si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.

## 17. PLAZO DE EJECUCION

El plazo de ejecución para las obras a realizar se fija en cuatro meses y dos semanas, contados a partir de la fecha de la Acta de Replanteo, de acuerdo la Ley de Contratos del Sector Público 9/2017.

## 18. PLAZO DE GARANTIA

Se establece una duración de veinticuatro meses, en cumplimiento de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

## 19. PRESUPUESTO

De las mediciones realizadas en el documento Nº4 y por aplicación de los precios unitarios que figuran en el cuadro de precios nº1, se obtienen los presupuestos de los diferentes capítulos que integran la obra.

La ejecución material obtenida de la suma de los capítulos asciende a la cantidad de **929.334,98€**

Incrementando el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% en concepto de Gastos Generales y en un 6% en concepto de Beneficio Industrial del contratista, a cuya suma se le ha de añadir el 21% del Impuesto sobre el Valor Añadido, se obtiene un presupuesto Base de licitación de **1.338.149,44€**

## 20. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA
  - MEMORIA
  - ANEJOS A LA MEMORIA
    - ANEJO 1: ESTUDIO DE SOLUCIONES
    - ANEJO 2: GEOLOGIA Y GEOTECNIA
    - ANEJO 3: ESTUDIO DE CLIMATOLOGÍA
    - ANEJO 4: ESTRUCTURA
    - ANEJO 5: PRUEBA DE CARGA
    - ANEJO 6: PLAN DE OBRA

ANEJO 7: JUSTIFICACION DE PRECIOS

ANEJO 8: GESTIÓN DE RESIDUOS

- DOCUMENTO Nº 2: PLANOS
- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

ZARAGOZA, a junio de 2020.

AUTOR DEL PROYECTO

**Eynar. Gonzalo Miranda Laruta**  
**Ingeniero Civil**

DIRECTOR DEL PROYECTO

**Miguel Ángel Morales Arribas**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**

## 21. DECLARACION DE OBRA COMPLETA

Según especifica la Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, se hace constar que los trabajos y obras que constituyen el presente proyecto, constituyen una obra completa susceptible de ser entregada al uso general en el momento de su terminación.

## 22. CONCLUSIONES

Para la elaboración del presente proyecto se ha hecho uso de las herramientas y conocimientos adquiridos durante la carrera y que abarcan gran parte de la ingeniería civil, tales como, estudio de estructuras, cimentaciones, climatología, presupuestos, etc.

También se han consultado normativas y recomendaciones como son la EHE-08; normativas técnicas de Obras de paso, puente y estructuras del Ministerio de Fomento relacionadas con el proyecto y el aprendizaje de nuevos programas informáticos.

Se considera que los objetivos marcados para la elaboración de este trabajo se han completado satisfactoriamente.



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>5. VALORACIÓN DE SOLUCIONES</b>	<b>10</b>
<b>2. ESTUDIO TIPOLOGICO DE PUENTES</b>	<b>2</b>	<b>6. PROCESO CONSTRUCTIVO</b>	<b>11</b>
2.1. material	2	6.1. Cimentación	11
2.1.1. Hormigón	2	6.2. Pilas y tirantes	12
2.1.1. Acero	2	6.3. Tablero	12
2.1.1. Mixtos	2		
2.2. Tipología estructural	2		
2.2.1. Puentes rectos	2		
2.2.2. Puentes arco	3		
2.2.3. Puente colgado y Atirantado	3		
2.3. según las coacciones.	3		
2.3.1. Isostático	3		
2.3.1. Hiperestático	3		
2.4. proceso constructivo	3		
2.4.1. In situ	3		
2.4.2. Prefabricado	3		
2.5. según la luz del puente	4		
2.6. resumen de soluciones.	4		
<b>3. CONDICIONANTES DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN</b>	<b>5</b>		
3.1. Trazado	5		
3.2. Geología y geotecnia	5		
3.3. Condicionante constructivo	5		
3.4. Condicionante económico	5		
3.5. Condicionante estético	6		
3.6. Condicionante medioambiental	6		
3.7. Condicionante de funcionalidad	6		
<b>4. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES</b>	<b>7</b>		
4.1. puente pórtico mixto de canto variable y células triangulares.	7		
4.2. Puente mixto de cajón metálico y canto constante	8		
4.3. Puente pórtico de hormigón de células triangulares	9		

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo se centrará en el planteamiento y estudio de las principales tipologías de puentes posibles, para así posteriormente poder destacar tres alternativas que pasaremos a comparar y elegir la más idónea de acuerdo a los condicionantes marcados.

Estas tres alternativas pasaran a ser sometidas a un análisis multicriterio de las medias ponderadas, el cual consiste en emplear una matriz de "A" alternativas (filas), que van a ser evaluadas según "C" criterios(columnas) y asignados a una ponderación "P" (columnas), que dependerán del peso que tenga cada criterio

	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	...	c <sub>j</sub>	...	c <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	...	b <sub>1j</sub>	...	b <sub>1m</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>21</sub>	b <sub>22</sub>	...	b <sub>2j</sub>	...	b <sub>2m</sub>
...	...	...	...	...	...	...
a <sub>i</sub>	b <sub>i1</sub>	b <sub>i2</sub>	...	b <sub>ij</sub>	...	b <sub>jm</sub>
...	...	...	...	...	...	...
a <sub>n</sub>	b <sub>n1</sub>	b <sub>n2</sub>	...	b <sub>ni</sub>	...	b <sub>nm</sub>

A continuación, se procede a homogeneizar los valores que resulta de proporcionar a cada elemento de la matriz el valor de la suma de la columna correspondiente, es decir, mediante la siguiente expresión:

$$b_{ij} \Rightarrow e_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_1^n b_{ij}}$$

Que resulta la siguiente matriz:

	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	...	c <sub>j</sub>	...	c <sub>m</sub>
a <sub>1</sub>	e <sub>11</sub>	e <sub>12</sub>	...	e <sub>1j</sub>	...	e <sub>1m</sub>
a <sub>2</sub>	e <sub>21</sub>	e <sub>22</sub>	...	e <sub>2j</sub>	...	e <sub>2m</sub>
...	...	...	...	...	...	...
a <sub>i</sub>	e <sub>i1</sub>	e <sub>i2</sub>	...	e <sub>ij</sub>	...	e <sub>jm</sub>
...	...	...	...	...	...	...
a <sub>n</sub>	e <sub>n1</sub>	e <sub>n2</sub>	...	e <sub>ni</sub>	...	e <sub>nm</sub>

Después de haber aplicado la ponderación a cada uno de los criterios se procede a obtener el valor final que resulta de aplicar la siguiente expresión:

$$\mu_i = \frac{\sum_1^m e_{ij} \times p_j}{\sum_1^m p_j}$$

## 2. ESTUDIO TIPOLOGICO DE PUENTES

En este apartado nos centraremos en las soluciones que mejor se adapten a nuestro caso particular y para ello lo primero que se pasara a ver es describir las principales tipologías de puentes para carreteras. Se van a clasificar en función de las siguientes características:

### 2.1. MATERIAL

La clasificación del tipo de material se refiere en particular al tablero, por lo que en general suelen ser dos tipos que presentan una gran variedad de posibilidades:

#### 2.1.1. Hormigón

En este tipo de material se engloban tanto los hormigones en masa, armados y pretensados.

Suele ser poco habitual los hormigones en masa debido al gran defecto que tiene, que es las solicitaciones a tracción y flexión. Debido a eso se utiliza el armado con acero o su mejora que es el pretensado aprovechando aún más las propiedades de ambos materiales.

#### 2.1.1. Acero

Corresponde a la ejecución completa del puente en acero, a excepción de la capa de rodadura. Pueden ser usados mediante perfiles o chapas.

Son materiales muy ligeros y resistentes pero que en contra tiene la parte económica, ya que son más caros que el hormigón.

#### 2.1.1. Mixtos

Esta tipología acentúa las cualidades de ambos materiales, es decir, tracción y flexión para aceros y compresiones para hormigones. Este formato se ha ido extendiendo cada vez más debido a sus buenas prestaciones del conjunto en general y la optimización del material.

### 2.2. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Entre las varias opciones que tenemos a la hora de subdividir la tipología estructural tendremos tres casos claramente destacados:

#### 2.2.1. Puentes rectos

Se podrían definir vagamente como aquellos puentes en los cuales el camino de rodadura del móvil que lo utiliza coincide con la estructura resistente principal. Es una definición algo imprecisa y vista desde el móvil. Desde un punto de vista resistente podríamos decir que son puentes viga, que utilizan la flexión generalizada (flexión, cortantes, torsión, etc) como mecanismo fundamental para transmitir las cargas. Podemos encontrarnos cinco tipos que destacan en esta tipología:

##### 1. Losa maciza

El valor de la relación  $c/L$  en esta tipología ronda los  $1/15$  y  $1/20$ , siendo habitual no sobrepasar luces mayores de 20-25m debido a su elevado peso propio.

##### 2. Losa aligerada de canto constante.

Podemos lograr más luz con esta tipología debido a su menor peso propio, consiguiendo así más resistencia con la misma sección anterior. El valor de  $c/L$  ronda los  $1/25$  aproximadamente y luces no mayores de 40m.

##### 3. Losa aligerada de canto variable

En este tipo de secciones optimizamos aún más el peso propio de acuerdo a las necesidades en cada punto del tramo. Es habitual encontrarnos con relaciones  $c/L$   $1/40$  en centro de vano y  $1/20$  en apoyos y pudiendo alcanzar luces hasta los 50 o 60m.

##### 4. Puente continuo de sección cajón.

Es similar a la sección de losa aligerada de canto constante, aunque con una mayor y máxima optimización del material. Debido a esto podemos lograr una relación de  $c/L$  del orden de  $1/40$ , aunque debido a esta máxima optimización tenemos en contra la cuidadosa y dificultosa ejecución. Por otro lado, es habitual no ir a secciones muy anchas debido a que son más propensos a sufrir distorsiones transversales.

## 5. Puente de vigas.

En esta topología lo que se pretende es optimizar el material poniendo resistencia a flexión ahí donde sea requerido.

Las principales secciones de vigas las podemos encontrar en doble T, artesa y cajón. Las dos primeras comparten una relación  $c/L$  sobre  $1/20$  con luces máximas de 30-40m. En el caso de las vigas cajón la relación disminuye hasta  $1/30$ . La elección de una u otra sección recae más en el número de vigas a utilizar, es decir, para la utilización de vigas doble T las dispondríamos aproximadamente cada tres metros, mientras que para una viga cajón es habitual ponerlas en intervalos de doce metros.

### 2.2.2. Puentes arco

En esta tipología se utiliza el arco como elemento resistente, que trabaja a compresión. Dependiendo de la posición del tablero podemos encontrarnos con: tablero superior, tablero inferior y tablero intermedio.

En caso de tratarse de tablero superior, este es soportado por el arco mediante columnas que van conectados al elemento resistente, con lo cual en la cimentación se presentarían tanto esfuerzos horizontales como verticales y se tendrá una exigencia mayor para la capacidad portante del terreno. En caso de ser tablero inferior, este es soportado mediante atirantamiento con cables de acero que solo producen esfuerzos verticales, con lo cual se tendrá menos exigencias en cuanto a la cimentación.

Tiene un canto que va desde  $1/50$  a  $1/100$  y la flecha del arco de  $1/5$  a  $1/10$  con luces recomendables mayores de 80 metros.

### 2.2.3. Puente colgado y Atirantado

En esta tipología se utilizan una serie de tirantes o un cable colgado o ambos como soporte principal del tablero. Presentan una subdivisión de luces a partir de la cual se emplean una topología u otra que ronda los 400-500m en la cual con luces mayores que esta se emplea el puente colgado y con luces menores el puente atirantado. Mediante esta topología nos podemos encontrar con cantos del orden de  $L/400$  y muy recientemente se han alcanzado vanos de hasta 1000m. son los más baratos cuando se pretenden salvar luces muy grandes.

## 2.3. SEGÚN LAS COACCIONES.

Esta clasificación se realiza teniendo en cuenta el funcionamiento estructural del puente, en el cual diferenciaremos dos tipos:

### 2.3.1. Isostático

Las estructuras isostáticas son aquellas en las que los esfuerzos quedan sujetas únicamente a condiciones de equilibrio. Pueden ser claros ejemplos los puentes de vigas de un solo vano o de varios vanos en los que la unión estructural se realiza mediante juntas.

### 2.3.1. Hiperestático

Las estructuras hiperestáticas se diferencian en el aspecto de que además de cumplir con las condiciones de equilibrio, cumplir con las ecuaciones de compatibilidad. Con esta topología se pueden lograr luces mayores con más de un vano. Tiene la ventaja de que no presentan juntas entre vanos con el consiguiente mayor confort por parte del conductor a la hora de circular, pero en contra presenta mayores problemas ocasionados por deformaciones impuestas por temperatura, fluencia y retracción.

## 2.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Este apartado tiene en cuenta la forma de ejecución del puente, que podrá tratarse de dos formas:

### 2.4.1. In situ

Son propios de este tipo de ejecución los puentes que se ejecutan en obra y en el emplazamiento donde se localizara el puente. Conforme a esto podemos encontrarnos varios tipos de ejecución:

- Construcción mediante cimbra
- Construcción mediante voladizos sucesivos

### 2.4.2. Prefabricado

Los puentes de estas características tienen la peculiaridad de que parte o la totalidad de los elementos que forman la estructura se fabrican en una instalación ya sea a pie de obra o no con el objeto de obtener un mayor control sobre las condiciones de ejecución y curado de cada pieza.

**2.5. SEGÚN LA LUZ DEL PUENTE**

En función de la luz se puede establecer una clasificación que divide en:

- puente de luces cortas y medias  $\leq 50$  m
- puentes de luces grandes  $\geq 50$  m

Esta frontera no es exacta ya que podríamos poner 40m o 60 m, pero si va a determinar el tipo de construcción a utilizar, la cual va a tener, a su vez, una enorme importancia en relación con sección transversal del dintel.

Los puentes de luces cortas y media se caracterizan porque los procedimientos constructivos que utilizan permiten construir el puente de vano a vano, sin necesidad de apoyos intermedios provisionales o soluciones singulares, tales como atirantamientos, puentes arco, gran capacidad de medios de montaje...

**2.6. RESUMEN DE SOLUCIONES.**

En este apartado se van a realizar una discretización de tres posibles soluciones que más adelante pasaremos a detallar más a fondo caso a caso con forme a los condicionantes determinarán la solución más idónea.

	DESCRIPCION	c/L
1	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE PÓRTICO MIXTO DE CELULAS TRIANGULARES	1/40(Centro de vano), 1/20(Apoyos y estribos)
	<b>CANTO:</b> VARIABLE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 3	
2	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE CONTINUO DE TABLERO MIXTO	1/30
	<b>CANTO:</b> CONSTANTE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 1	
3	<b>TIPOLOGIA:</b> PUENTE PÓRTICO DE HORMIGON PRETENSADO Y CELULAS TRIANGULARES	1/40(Centro de vano), 1/20(Apoyos y estribos)
	<b>CANTO:</b> VARIABLE	
	<b>NUMERO DE VANOS:</b> 3	

PROPUESTAS ELEGIDAS

### 3. CONDICIONANTES DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN

como es característico de las obras de paso, forman parte de un proyecto mucho más amplio con el que mantienen una relación de condicionantes comunes. Por lo tanto, a continuación, se destacarán los aspectos más significativos y su posible incidencia en la elección de la solución más viable.

#### 3.1. TRAZADO

- Trazado en planta

En cuanto al trazado en planta nos encontramos con dos soluciones claramente diferenciadas:

Una obedece a un trazado en la que la luz del puente es mayor (66,64m), que es la que actualmente existe, entrando en la categoría de puentes de luces grandes en la que se tendrá que tomar soluciones especiales para salvar dicha distancia. Presenta además un trazado curvo y enviado con lo que complica más aun el cálculo de la estructura. Sin embargo, tiene a favor el hecho de ser una solución más cómoda para los usuarios al no tener que experimentar un excesivo número de curvas.

La otra propuesta presenta la luz más corta (42.5m) entrando dentro de la categoría de luces cortas y medias en la que el abanico de soluciones es más amplio y también se reduce el coste al presentar un trazado recto en planta y perpendicular a la vía que atraviesa (A-2). En contra presenta una solución con más curvas, teniendo la sensación de circular por una vía en "S"

De las dos soluciones se procederá con la segunda propuesta, ya que el objeto de este trabajo es presentar una solución distinta a la ya existente y al ser más viable económica y técnicamente, aunque no la más confortable para el usuario.

- Trazado en alzado

El trazado en alzado viene condicionado por la altura mínima de seguridad a salvar sobre la autovía A-2 concretamente.

- Sección transversal

La sección transversal viene formada por cuatro carriles de 3,5m de ancho cada una y dos por sentido, 0,25m para separación de ambos sentidos, 1,5m de arcén exterior y 0,6m de barrera de protección. Con un total de 18,45m.

#### 3.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Desde un punto de vista geotécnico la capacidad resistente del terreno nos puede llevar a no considerar determinadas soluciones debido a las siguientes características:

- Resistencia a cargas horizontales.

Hace referencia a la posibilidad de que, en caso de existir cargas horizontales, el terreno no sea capaz de resistirlas y sea condicionante a la elección de una tipología que no produzcas dichos esfuerzos, tal como pueden ser los puentes arcos o pórticos.

- Posibilidad de asiento.

Se contempla la posibilidad de asientos verticales importantes frente a las cargas a soportar y que estas supongan un problema a la estabilidad y durabilidad del puente.

Tal es el caso que nos podría llevar a elegir tipologías más ligeras como podrían ser las estructuras mixtas o metálicas frente a soluciones de hormigón; estructuras isostáticas frente a hiperestáticas o estructuras con cimentaciones profundas.

#### 3.3. CONDICIONANTE CONSTRUCTIVO

La elección de una tipología estructural viene condicionada y ligada a un proceso constructivo, es decir, que debido a alguna limitación del proceso esta nos llevara a descartar la elección de una tipología u otra. Entre las circunstancias que pueden condicionar el proceso constructivo se pueden destacar:

- Altura o gálibo vertical, es decir, que debido a una excesiva altura a salvar con respecto a la rasante inferior nos puede llevar a descartar la posibilidad de cimbra y decantarnos por una solución prefabricada.
- Plazo o tiempo de ejecución. Puede darse el caso de un plazo reducido debido a ejecutar el puente sobre una carretera a salvar que este en servicio la cual no nos permita una interrupción prolongada en el tiempo o mínima afección.
- Geometría de la traza. El trazado en planta y alzado puede condicionarnos a elegir, por ejemplo, una solución prefabricada o in situ. Tal es el caso de trazados curvos o estructuras singulares que requieran soluciones especiales.

#### 3.4. CONDICIONANTE ECONÓMICO

La evaluación económica de una estructura ha de realizarse teniendo en cuenta el coste global, es decir, no solo tener en cuenta el coste material asociado al proyecto, sino tener también en cuenta el coste constructivo, explotación, mantenimiento o incluso demolición.

De esta manera determinaremos el coste más económico de acuerdo a los parámetros antes citados, dándole a este condicionante una ponderación más elevada en comparación con el resto de condicionantes.

A continuación, se expondrá una relación de precios unitarios que se usará para la valoración económica de las diferentes alternativas que se han obtenido de la "base de precios de referencia de la dirección general de carreteras" orden circular 37/2016.

### **3.5. CONDICIONANTE ESTÉTICO**

Este es un factor que en la actualidad ha ido ganando peso debido a que no es ajena a la vista del usuario, el cual tiene conciencia en menor o gran medida del impacto que la obra causa al medio que lo rodea y la forma de integración que se produce.

Aunque este condicionante tenga gran peso, no tendrá la misma consideración si se trata de un entorno urbano, rural o interurbano. Algunos aspectos relacionados con la estética son:

- Esbeltez
- Coste más elevado. Aunque no en todos los casos ya que son los pequeños detalles los que contribuyen a este aspecto.
- Tipo de material

### **3.6. CONDICIONANTE MEDIOAMBIENTAL**

Las estructuras han de proyectarse con una vida útil fijada por la normativa vigente en un medio y con unos materiales adecuados a su entorno, así como su interacción con el paisaje, penalizando las obras que ocupen un espacio excesivo del emplazamiento.

Se debe evitar afectar lo mínimo a la fauna y flora que interactúa con la estructura, así como los posibles impactos negativos que vaya a tener en un futuro.

### **3.7. CONDICIONANTE DE FUNCIONALIDAD**

Es necesario identificar claramente la finalidad de la estructura, distinguiendo cuales son las características esenciales, cuales las convenientes y cuales las simplemente accesorias. Así, por ejemplo, una pasarela debe satisfacer unas limitaciones de vibración diferentes a las de un paso inferior que no disponga de tráfico peatonal. las juntas de una estructura que soporten una autovía de gran tráfico deben satisfacer unos requisitos de mantenimiento y reposición diferentes a los de un paso superior de autovía.

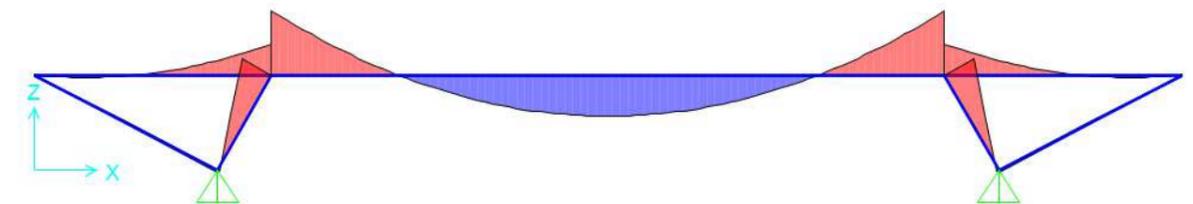
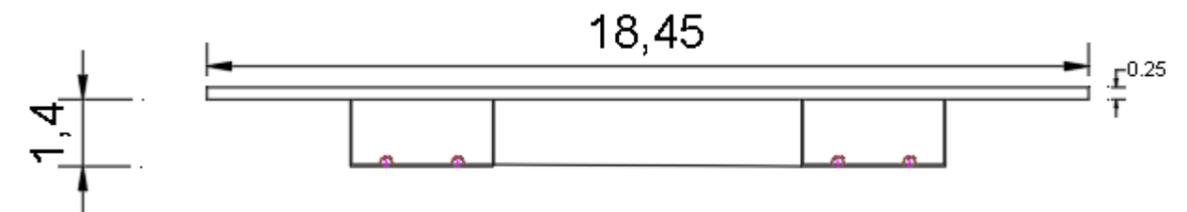
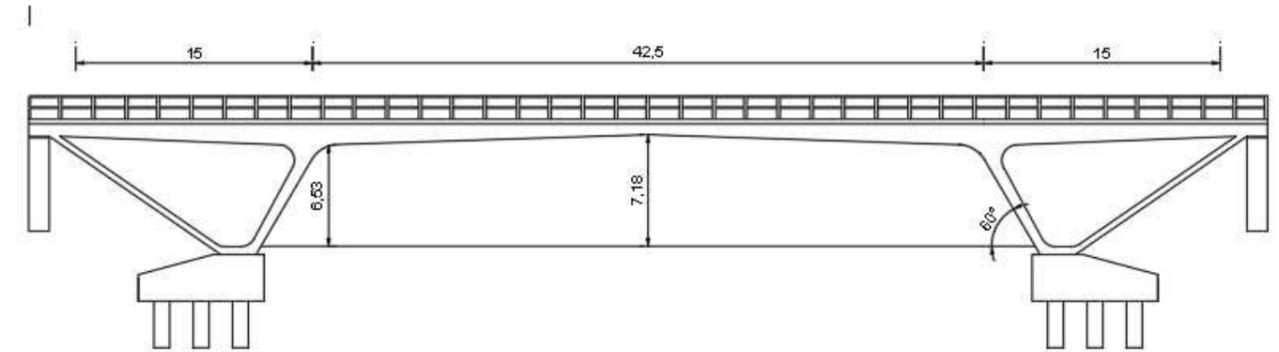
#### 4. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

A continuación, vamos a hacer una breve descripción de los tres casos de tipología de puentes que posteriormente vamos a pasar a valorar de acuerdo a los condicionantes anteriormente expuestos, para ello se muestra a continuación la relación de precios unitarios que se van a utilizar y que se encuentran publicados en "Base de precios de referencia de la dirección general de carreteras" orden circular 37/2016.

HORMIGÓN		
Ud	Descripción de las unidades	Precio
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	100,87 €
m3	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO.	115,86 €
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS	88,12 €
ACERO		
kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	1,17 €
kg	ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES	3,06 €
kg	ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR EN CHAPAS Y PERFILES LAMINADOS i/ P.P. DE DESPUNTES, CORTE DOBLADO, SOLDADURAS, TRANSPORTE, POSICIONAMIENTO Y COLOCACIÓN EN OBRA, PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN TOTALMENTE MONTADO.	2,81 €
ENCOFRADO		
m3	CIMBRA CUAJADA i/ PROYECTO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO, NIVELACIÓN Y APUNTALAMIENTO DE LA CIMBRA, PRUEBAS DE CARGA, TRANSPORTES, MONTAJE Y DESMONTAJE, TOTALMENTE TERMINADA Y MONTADA	11,14 €
m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHIHEMBRADA i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	31,77 €
m3	ALIGERAMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	78,29 €

m2 PRELOSA PREFABRICADA DE HORMIGÓN CON CELOSÍA DE HASTA 8 cm DE ESPESOR, COMPLETAMENTE EJECUTADA i/ SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. 72,40 €

#### 4.1. PUENTE PÓRTICO MIXTO DE CANTO VARIABLE Y CÉLULAS TRIANGULARES.

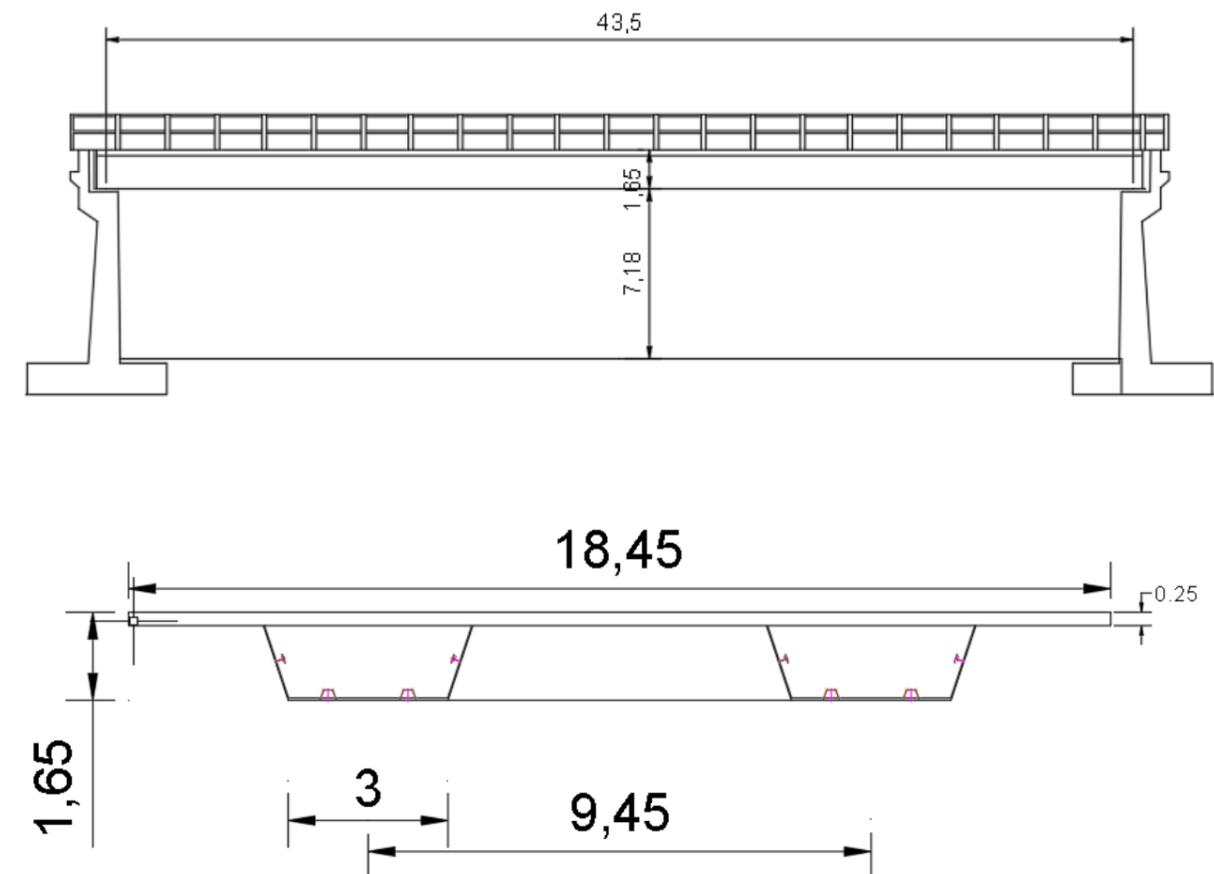


El puente pórtico mixto consistirá en que toda la infraestructura estará compuesta de elementos metálicos, incluyendo los pilares inclinados y el tirante sometido a tracción que ayuda a soportar el momento negativo que no es capaz de hacerlo por sí mismo el vano de compensación. El elemento resistente del tablero consistirá en dos cajones metálicos empotrados a los pilares inclinados, también de sección cajón variable, teniendo más envergadura en la zona del empotramiento y sección mínima en centro de vano y estribos.

Uno de los puntos singulares o elementos característicos de esta tipología son los empujes horizontales que se generan, tanto por las cargas permanentes o las sobrecargas, que son transmitidos a través del tablero a las pilas inclinadas y éstas a la cimentación. Por consiguiente, en caso de no disponer un terreno con buenas prestaciones resistentes la cimentación deberá ser dimensionada de acuerdo que absorba y resista tales esfuerzos, y en este sentido al no encontrarnos con estratos rocosos ni un terreno con buenas capacidades resistentes, la cimentación se estará formada por un encepado apoyados en pilotes que llegarán a un estrato más resistente capaz de que todo el conjunto resista a todos los esfuerzos a los que serán sometidos.

	UD	CONCEPTO	MEDICION	PRECIO	TOTAL
TABLERO	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	46816,875	1,17 €	54.775,74 €
	Kg	ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR	239534,98	2,81 €	673.093,29 €
	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30	334,40625	100,87 €	33.731,56 €
	m2	PRELOSA PREFABRICADA DEHORMIGÓN HASTA 8 cm	1337,625	72,40 €	96.844,05 €
					858.444,65 €
PILAS Y CIMENTACION	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	112640	1,17 €	131.788,80 €
	Kg	ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR	108298,6	2,81 €	304.319,07 €
	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25	1024	88,12 €	90.234,88 €
	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS	440	31,77 €	13.978,80 €
					540.321,55 €
<b>TOTAL</b>					<b>1.398.766,19 €</b>

**4.2. PUENTE MIXTO DE CAJÓN METÁLICO Y CANTO CONSTANTE**





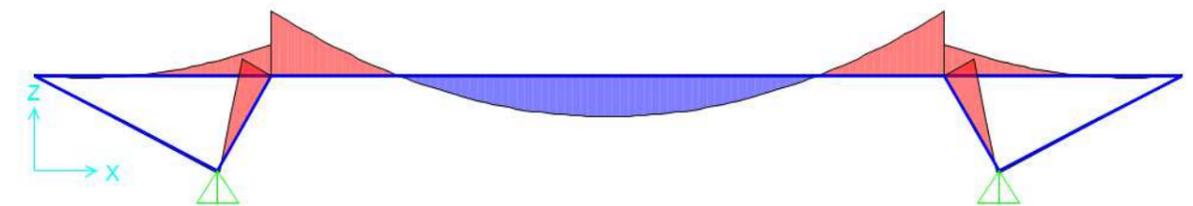
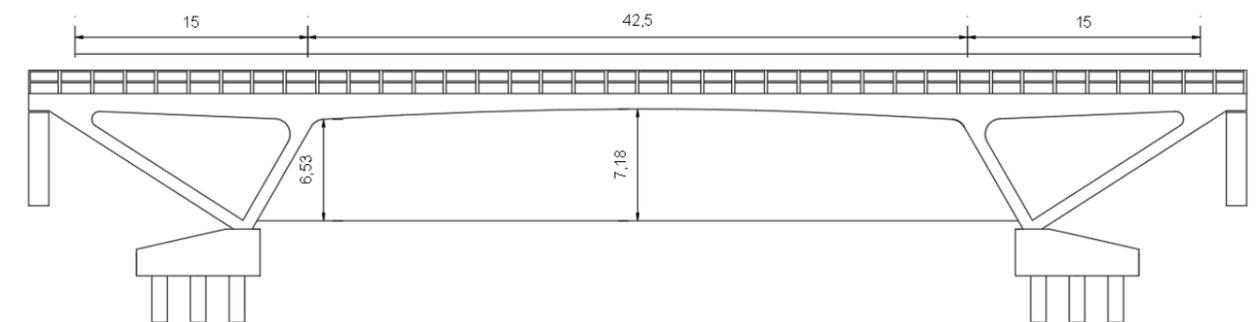
La estructura mixta contemplada en el presente proyecto, consta de un sólo vano de luz entre apoyos de 42,50 m, considerada sobre el eje del tablero. La tipología de la estructura consiste en un puente de tablero mixto hormigón-acero, con una relación C/L en torno a 1/30 por lo que el canto del cajón metálico será de 1,5m y sección constante y losa "in situ" armada. Como elemento de compresión y reparto de las cargas se dispondrá de una losa de hormigón armado de 0,25m.

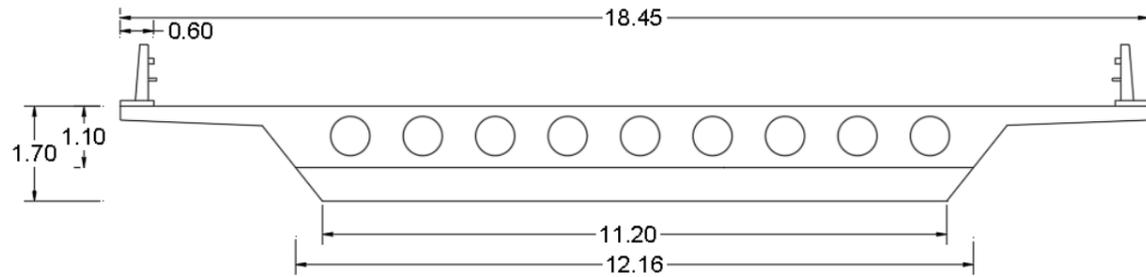
En cuanto a la sección transversal será igual al esto de soluciones con 18,45m de ancho to, con cuatro carriles dispuestos dos por sentido.

Esta tipología será de las más ligeras por lo que no requerirá gran exigencia resistente del terreno y la ejecución técnica será rápida y con menos afecciones al tráfico durante la construcción.

	UD	CONCEPTO	MEDICION	PRECIO	TOTAL
TABLERO	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	28090,125	1,17 €	32.865,45 €
	Kg	ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR	125720,97	2,81 €	353.275,93 €
	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30	200,64375	100,87 €	20.238,94 €
	m2	PRELOSA PREFABRICADA DEHORMIGÓN HASTA 8 cm	802,575	72,40 €	58.106,43 €
					464.486,74 €
ESTRIBO	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30	784,67	100,87 €	79.149,66 €
	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS	755,23	31,77 €	23.993,66 €
	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	10353,2	1,17 €	12.113,24 €
					115.256,56 €
<b>TOTAL</b>					<b>579.743,30 €</b>

### 4.3. PUENTE PÓRTICO DE HORMIGÓN DE CÉLULAS TRIANGULARES





El puente pórtico de células triangulares estará compuesto por tres vanos de 15-42.5-15 respectivamente. Esta tipología se caracteriza por llevar voladizos laterales que forma parte del esquema resistente del tablero consiguiendo así una estructura ligera y esbelta.

La problemática de los esfuerzos horizontales se resuelve trasladando parte de los esfuerzos localizados en las pilas inclinadas al estribo, que son transmitidas mediante tirantes de sección rectangular a los estribos, distribuyendo así mejor los esfuerzos. En cuanto al tablero constara de dos losas macizas de canto variable, yendo de 1,1m en centro de vano y estribos a 1,7m en las pilas. también hay que recalcar que solo el vano central presenta una sección aligerada cilíndrica, ya que los vanos de compensación formaran una sección maciza, para aprovechar de esta manera mejor el peso propio y de una manera inteligente.

En cuanto a la problemática para resistir los esfuerzos horizontales, se menciona lo mismo que se ha descrito en el apartado de "puente pórtico de mixto", por la que se solventaba proyectando un encepado unido a un grupo de pilotes capaces de resistir todos los esfuerzos a los que serán sometidos.

	UD	CONCEPTO	MEDICION	PRECIO	TOTAL
TABLERO	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	129460,8	1,17 €	151.469,14 €
	Kg	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40	924,72	115,86 €	107.138,06 €
	m3	CIMBRA	7421,51	11,14 €	82.675,62 €
	m2				341.282,82 €
TOTAL					
PILAS Y CIMENTACION	Kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD	155136,8	1,17 €	181.510,06 €
	Kg	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30	169,36	100,87 €	17.083,34 €
	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25	1024	88,12 €	90.234,88 €
	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS	863	31,77 €	27.417,51 €
					316.245,79 €
<b>TOTAL</b>					<b>657.528,61 €</b>

## 5. VALORACIÓN DE SOLUCIONES

En este último apartado se llegará a una solución cuantitativa (analítica) a la opción más viable, vistos desde todos los factores condicionantes que se han expuesto anteriormente en el que se señalaron una breve descripción cualitativa con sus ventajas e inconvenientes de cada una de las tipologías destacadas que serán objeto de análisis al problema planteado de la construcción de un paso de nivel superior en la A-120 que atraviesa la A-2 (Zaragoza).

A continuación, realizaremos el análisis de multicriterio que se explicó anteriormente, con puntuaciones que irán de 1 a 10 y con ponderaciones variadas, que van de 1 a 3, dependiendo del condicionante que se trate:

- 1) Introducción de datos.
- 2) Homogeneización de los criterios.
- 3) Homogeneización de los valores con respecto a las ponderaciones y valor final.

CRITERIOS	ALTERNATIVAS			PONDERACION
	P Pórtico Mixto	P Récto Mixto	P Pórtico HP	
TRAZADO	3	10	3	2
GEOTECNIA	3	10	3	2
CONSTRUCTIVO	8	10	1	2
ECONÓMICO	3	10	5	3
ESTETICO	5	3	10	2
AMBIENTAL	3	5	8	1
FUNCIONALIDAD	5	10	1	2

CRITERIOS	ALTERNATIVAS			PONDERACION
	P Pórtico Mixto	P Recto Mixto	P Pórtico HP	
TRAZADO	0,19	0,63	0,19	2
GEOTECNIA	0,19	0,63	0,19	2
CONSTRUCTIVO	0,42	0,53	0,05	2
ECONÓMICO	0,14	0,48	0,38	3
ESTETICO	0,28	0,17	0,56	2
AMBIENTAL	0,19	0,31	0,50	1
FUNCIONALIDAD	0,25	0,50	0,25	2

## 6. PROCESO CONSTRUCTIVO

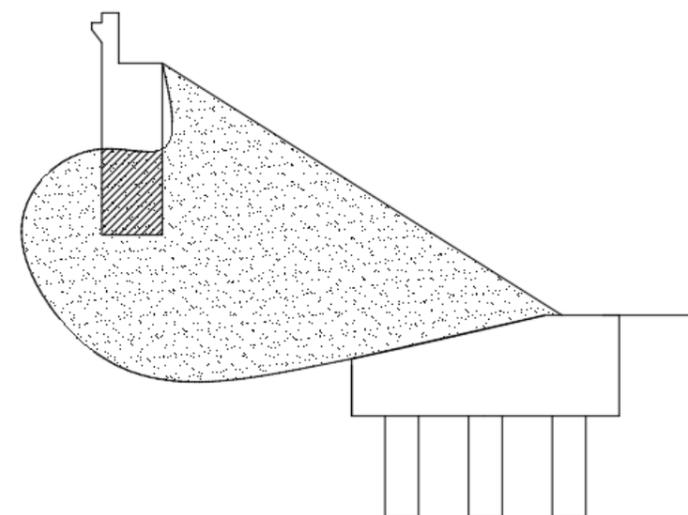
En este apartado vamos a describir el proceso constructivo para la construcción de "Puente Pórtico de células triangulares de hormigón Pretensado". Para ello vamos a separarlas de acuerdo a las etapas más significativas.

Como se ha mencionado anteriormente en la conclusión de la selección a elegir, esta tipología solo podría realizarse para una carretera no habilitada al servicio, en tal caso se parte del supuesto de que la carretera es de nueva construcción, así como el paso superior; dando vía libre a la ejecución in situ. La principal característica en la ejecución de la tipología seleccionada va a ser la construcción in situ mediante cimbras apoyadas en el suelo.

### 6.1. CIMENTACIÓN

En primer lugar, se va a realizar la excavación y movimiento de tierras para la cimentación profunda que consistirá en un encepado sostenida por pilotes que absorberán los esfuerzos horizontales y verticales que aparecen en el esquema de pórtico de células triangulares.

Seguido de ello se procede a la ejecución del estribo cargadero, que no estará sometida a un elevado esfuerzo vertical, ya que casi la totalidad son recogidas por las pilas inclinadas y cimentación. El dimensionamiento del estribo se proyectará para los casos de sobrecarga en los vanos laterales, ayudando así a los tirantes a absorber parte de los esfuerzos verticales



CRITERIOS	ALTERNATIVAS			PONDERACION
	P Pórtico Mixto	P Recto Mixto	P Pórtico HP	
TRAZADO	0,03	0,09	0,03	2
GEOTECNIA	0,03	0,09	0,03	2
CONSTRUCTIVO	0,06	0,08	0,01	2
ECONÓMICO	0,03	0,10	0,08	3
ESTETICO	0,04	0,02	0,08	2
AMBIENTAL	0,01	0,02	0,04	1
FUNCIONALIDAD	0,04	0,07	0,04	2
	<b>0,23</b>	<b>0,47</b>	<b>0,29</b>	

Como acabamos de ver los resultados mostrados a través del análisis multicriterio, llegamos a la conclusión que el "Puente recto Mixto" es el más idóneo, con diferencia, para la elección del puente "Paso superior en la A-120 sobre la A-2" Zaragoza, puesto que es la que mejor encaja en cuanto a los condicionantes establecidos más destacados como son la economía, método constructivo, geotecnia, funcionalidad...

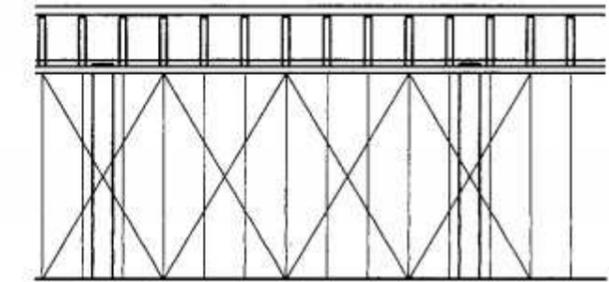
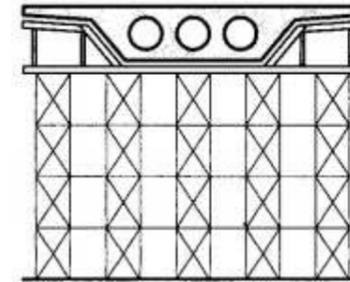
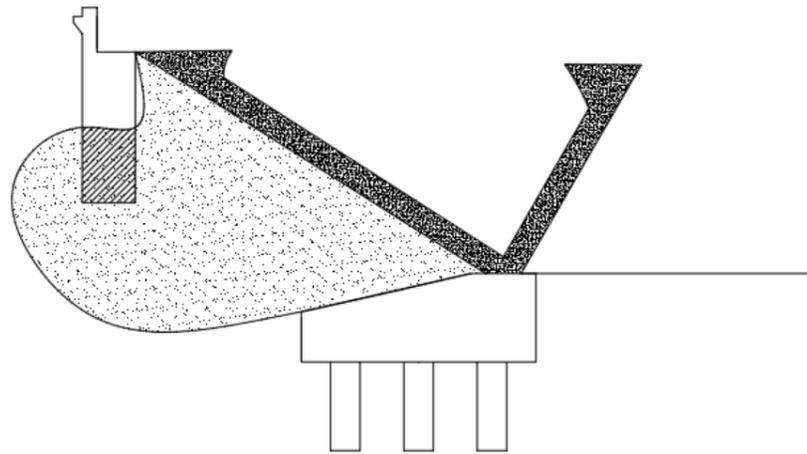
A pesar de ser el "puente recto Mixto" el más idóneo para el proyecto, vamos a desarrollar en este proyecto el "PUENTE PÓRTICO Y CELULAS TRIANGULARES DE HORMIGÓN" ya que el objeto de este trabajo es realizar una propuesta distinta a la ya proyectada y con una justificación meramente académica se va a realizar ésta opción.

No obstante, cabe mencionar que nuestra opción de "Puente Pórtico de Hormigón", de presentar unas condicionantes iniciales tales como no estar en servicio la A-2, sería una clara candidata a ser elegida para la ejecución de proyecto.

## 6.2. PILAS Y TIRANTES

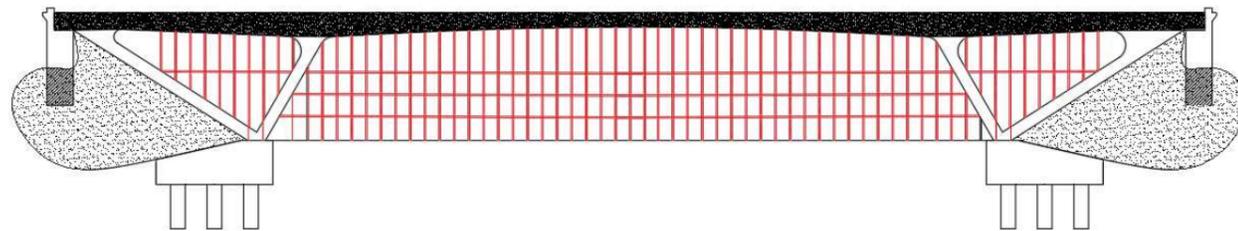
Después de haber finalizado la fase de cimentación se procede a armar, encofrar y hormigonar las pilas inclinadas y los tirantes.

Una vez desencofrado las pilas se dejarán apoyos provisionales para evitar la posible flexión y consiguiente deformación de la misma.



## 6.3. TABLERO

Para la ejecución del tablero se procederá al montaje de las cimbras y encofrado, en la que se dejaran conductos para el alojamiento de los tendones para su posterior postensado.





**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 2 GEOLOGIA Y GEOTECNIA**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVO	2
3. TRABAJOS REALIZADOS	2
3.1. calicatas	2
3.2. sondeos mecánicos	2
3.3. penetraciones dinámicas	2
3.4. características geotécnicas.	3
3.5. conclusión.	4

**¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se van a determinar las principales características geotécnicas del terreno donde se encuentra la obra "proyecto puente en la A-120 sobre la A-2, provincia de Zaragoza"

Este anejo se va a desarrollar centrándose su estudio en la incidencia que tiene en la elección de la tipología de puente y en el dimensionamiento de la cimentación

Tomando como base el estudio geológico se realizarán las siguientes campañas de investigación:

- Calicatas mediante excavadora, toma de muestras y testificación.
- Penetraciones dinámicas
- Sondeos mecánicos en zonas de apoyo de estructuras
- Ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en calicatas y sondeos.

## 2. OBJETIVO

La principal finalidad de este anejo es definir los principales parámetros de los suelos y rocas en el lugar de actuación de la obra para dimensionar y calcular los elementos estructurales del mismo, así como las condiciones y los medios más adecuados para llevarlo a cabo.

## 3. TRABAJOS REALIZADOS

### 3.1. CALICATAS

Se han realizado una serie de calicatas en la franja investigada. Para ello se ha utilizado una retroexcavadora mixta sobre neumáticos JCB provista de cazo de 0,60 m de anchura.

Se han alcanzado profundidades que oscilan entre 1,50 y 4,20 m.

### 3.2. SONDEOS MECÁNICOS

Se han realizado dos sondeos mecánicos, que para su realización se ha empleado una sonda TECOINSA TP-50, cuyas características principales son las siguientes:

- Cabezal de rotación accionado por motor hidráulico de dos velocidades.
- Par máximo: 750 mkg.
- Velocidad de rotación: 0-700 r.p.m.
- Dispone de cuatro escalones de par con cambio desde el cuadro de mandos. Cada escalón de par permite una gama de velocidad de 0 al máximo desarrollo en cada una, manteniendo el par constante, por lo que se puede alcanzar la misma velocidad con dos pares distintos.
- Apertura hidráulica de la cabeza de rotación.
- Mástil de elevación y abatimiento hidráulico.
- Conjunto montado sobre Camión IVECO, modelo ML150E18K.
- Penetrómetro TECOINSA de penetración dinámica según norma UNE 103.801.
- Equipo TECOINSA de realización SPT según norma UNE 103.800.
- Penetrómetro TECOINSA:
- Peso de la maza: 63.5 kg
- Altura de caída: 763 mm.
- Peso total del equipo de golpeo: menor de 115 kg.
- Contador de golpes: electrónico

La perforación se ha realizado a rotación con obtención continua de muestras con diámetros de batería comprendidos entre 133 y 75 mm.

### 3.3. PENETRACIONES DINÁMICAS

En total se han efectuado 4 ensayos de penetración dinámica mediante un penetrómetro automático TECOINSA que cumple con las normas siguientes del ISSMFE Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Comité Técnico de Pruebas de Penetración en Suelos:

D.P.S.H.: Dynamic Probing Super Heavy.

S.P.T.: Standar Penetration Test.

Los ensayos de penetración se han realizado siguiendo la metodología de la norma D.P.S.H., con las siguientes características:

Accionamiento	AUTOMÁTICO
Masa de la maza	63,5 kg ( $\pm$ 0,5 kg)
Altura de caída	75,0 cm ( $\pm$ 2,0 cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	$\geq 1$ y $\leq 2$
Masa máxima del yunque	30,0 kg
Longitud de la varilla.	1,0-2,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32 mm
Masa máxima varilla+niple.	8,0 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1%
Desviación máxima a partir de 5 m	2%
Sección de la puntaza	circular
Área de la puntaza.	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta	90°
Cuento de golpes cada N	20,0 cm

Rechazo: Con un mínimo de 200 golpes se hinca un tramo de 20 cm o menos.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

Para la caracterización utilizamos los datos obtenidos en sondeos, calicatas y ensayos de penetración y datos de las mismas formaciones en zonas próximas. En síntesis, son dos los tipos de formaciones atravesadas por la traza que tienen influencia directa en la misma, debiendo mencionar también que esas dos formaciones se sitúan sobre el sustrato Mioceno de yesos y margas. A efectos de asientos el sustrato Mioceno se considerará indeformable.

Sobre el sustrato Mioceno se sitúan gravas aluviales de terraza. Se trata de gravas de cantos redondeados de naturaleza fundamentalmente silíceas envueltas en matriz arenosa y con diversas proporciones de finos. Su espesor no ha podido determinarse en todos los casos. Por los sondeos realizados puede indicarse que se encuentra entre los 10 y 15m de profundidad.

De ensayos efectuados tanto para obras próximas como para este estudio concreto se deduce:

- El contenido de finos es inferior al 30% y superior al 5%.
- En general pueden clasificarse como GP, GW ó GW-GM o bien como SM.
- Las muestras no contienen sulfatos en general, aunque en algún caso se han observado porcentajes de hasta el 2,7%.
- Su contenido en materia orgánica en general es despreciable
- Su humedad natural es muy baja si se encuentran por encima del nivel freático.
- La compacidad es muy alta si no se encuentran afectadas por fenómenos de disolución del sustrato.
- A efectos de cálculo, si no se encuentran afectadas por fenómenos de disolución del sustrato, pueden tomarse los siguientes parámetros:

- Ángulo de rozamiento interno efectivo	34°
- Cohesión efectiva	1 t/m <sup>2</sup>
- Densidad aparente	2,1 t/m <sup>3</sup>
- Módulo de deformación	600 Kg/cm <sup>2</sup>
- Capacidad portante	5 Kg/cm <sup>2</sup>

Son materiales ripables y su excavación puede hacerse mediante retroexcavadora.

Según la orden FOM 1382/02 pueden clasificarse como tolerables si tenemos en cuenta que su contenido en sulfatos es superior al 0,2%.

**iError! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**

Sobre las gravas aluviales de terraza (superficie) se encuentran limos con cantos. Los cantos son de yesos y procedentes de terrazas antiguas. Su espesor es muy variable, entre los 1,5 y 2,5m .

Estos limos en estado seco tienen cierta rigidez debido a una ligera cementación. Sin embargo, si su contenido de humedad aumenta pueden convertirse en un suelo flojo y si llega a circular agua a través de ellos presentan problemas tanto de colapso, como de disolución y arrastre de partículas, formándose oquedades debidas a piping que llegan a colapsar, según se ha descrito en el apartado de geología.

De los ensayos realizados para este proyecto, se deduce lo siguiente:

- El contenido de finos es superior al 55% en el caso de los limos y al 18% en caso de las arenas, siendo la media en las muestras ensayadas del 78%.
- Son desde no plásticos hasta de plasticidad media, con límite líquido de hasta 45 e índice de plasticidad de hasta 20.
- Según Casagrande se clasifican como CL, ML y esporádicamente como SM.
- Su contenido en sulfatos es alto y oscila entre el 0,2 y el 23,9%, siempre de naturaleza cálcica.
- Su contenido en materia orgánica es inferior al 2%. Presentan humedades naturales muy variables en función de su proximidad a riegos o acequias y de su plasticidad.
- Frente a colapso su comportamiento es notablemente mejor de lo esperado si tuviesemos en cuenta únicamente su densidad. La densidad seca varía entre 0,77 gr/cm<sup>3</sup> y 1,72 gr/cm<sup>3</sup>, siendo la densidad media de 1,40 gr/cm<sup>3</sup> y la humedad media del 16,5 %.

- El índice de colapso oscila entre el 0,0 y 3,2%, siendo como media del 1% para una presión de 2,0 Kg/cm<sup>2</sup> habiendo despreciado los valores extremos.

- En las pocas muestras que se han podido ensayar a partir de 2,0 m de profundidad, el índice de colapso resulta despreciable

- A efectos resistentes se pueden tomar los siguientes valores:

- Ángulo de rozamiento interno efectivo                    28°
- Cohesión efectiva    1 t/m<sup>2</sup>
- Densidad aparente    1,65 t/m<sup>3</sup>
- Módulo de deformación    150 Kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad portante    1,5 Kg/cm<sup>2</sup>

### 3.5. CONCLUSIÓN.

En este capítulo hemos descrito las principales características del terreno, para determinar los distintos materiales que lo forman, por consiguiente, encontrar una subcapa del terreno que pueda soportar la estructura del puente.

En general se van a barajar dos posibles soluciones para la elección de la cimentación, que serán la superficial (zapatas) y profunda (pilotes).

Como se ha detallado en el anejo Nº1 "Estudio de soluciones", el puente que se procede a desarrollar es el "Puente Pórtico" y de acuerdo a un estudio preliminar, ésta tipología genera grandes reacciones horizontales que una cimentación superficial no puede soportar. Por lo tanto, se recomienda de acuerdo a las características del terreno y la tipología del puente, una cimentación profunda capaz de resistir dichos esfuerzos, encontrándose su tope de profundidad a 10,00-15,00 m.



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 3 CLIMATOLOGÍA**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS</b>	<b>2</b>
2.1. Datos de temperatura	3
2.2. Datos de precipitación	6
2.3. Otros datos	8
2.4. Valores extremos	9
<b>3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA</b>	<b>10</b>
3.1. Clasificación de köppen	10
3.2. Índice de aridez de Martonne	10
3.3. Índice de pluviometría de Lang	11
3.4. Índice de Dantin-Revenga	11
3.5. Diagrama de Termohietas	11
3.6. Diagrama Ombrotérmico	13
3.7. Conclusiones	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Se redactará el presente documento ya que resulta imprescindible la localización y clasificación climatológica e hidrológica de la obra para el diseño, programación y mantenimiento de la obra "Puente Pórtico de Células Triangulares" y para ello nos serviremos de los datos proporcionados por la agencia estatal de meteorología (AEMET), tales como datos pluviométricos, termométricos, viento, nieve, etc.

El proyecto se localiza en la provincia de Zaragoza, en las inmediaciones del Polígono Plaza. El paso superior se encuentra contenida en la A-120, que pasa sobre la A-2, la cual se pretende dar conexión entre ambas y el Polígono Plaza.

Una vez obtenidos los resultados a partir de los datos, se determinará los siguientes objetivos:

- La manera en que influye en el cálculo de la estructura.
- Caracterización de la obra y su relevancia en la ejecución.
- Influencia de la climatología en su mantenimiento y explotación.

## 2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

A continuación, vamos a representar dos cuadros de las estaciones termométricas y pluviométricas respectivamente que se han seleccionado y con las que se van a trabajar, por ser las más cercanas al lugar de actuación. Los datos recopilados se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Datos pluviométricos y termométricos del Instituto Aragonés de Estadística (Gobierno de Aragón) de las estaciones meteorológicas de la red regional.
- Ficheros mensuales de las estaciones pluviométricas del entorno de la zona en estudio (proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología).
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular (de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento)

La principal fuente de consulta y extracción de datos ha sido el "Instituto de Aragón de Estadística" en el apartado de "clima y datos climatológicos" y "Valores normales de precipitación y temperatura" en la que se encuentran datos contenidos entre los años (1961-2010), para los valores de precipitación y (1961-1990) para los valores de temperatura. Para completar los datos hasta los años 2019 se recurrirá en la misma fuente del "Instituto Aragonés de Estadística" en el apartado de "Datos climatológicos", en la que se encuentran valores hasta los años presentes más actualizados.

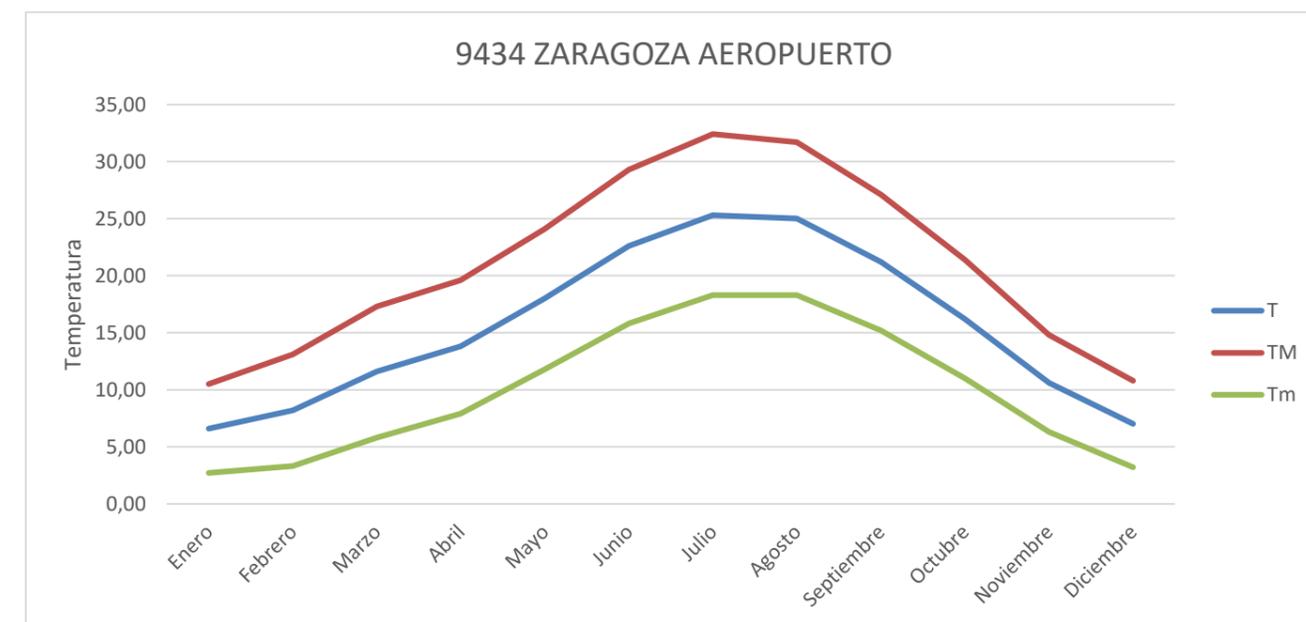
Al estar estos datos ya elaborados estadísticamente por meses, no ha sido necesario realizar ningún tipo de extrapolación para completar datos de años incompletos.

Indicativo	Nombre estación	Longitud	Latitud	Sistema de coordenadas	Provincia	Altitud (metros sobre el nivel del mar)	Número de meses	Fecha inicio funcionamiento	Fecha final último dato (a febrero de 2015)	Años completos	Años incompletos	Serie completa más larga
9434	ZARAGOZA (AEROPUERTO)	010015W	413938	ETRS89	ZARAGOZA	263	890	1941	2015	74	1	1941 2015
9499	ZARAGOZA (AULA DEI)	004839W	414330	ED50	ZARAGOZA	225	778	1950	2015	62	4	1950 2015

## 2.1. DATOS DE TEMPERATURA

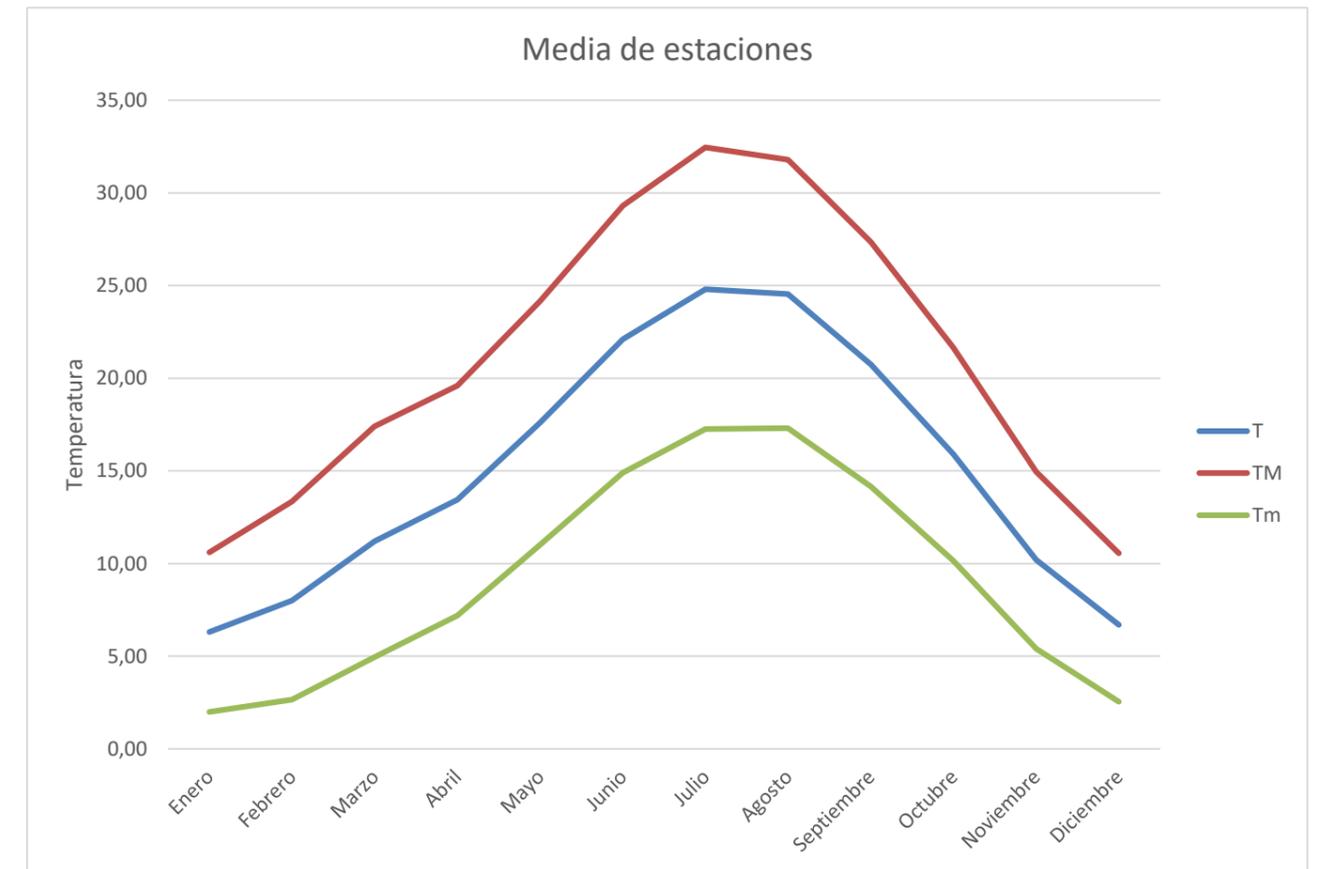
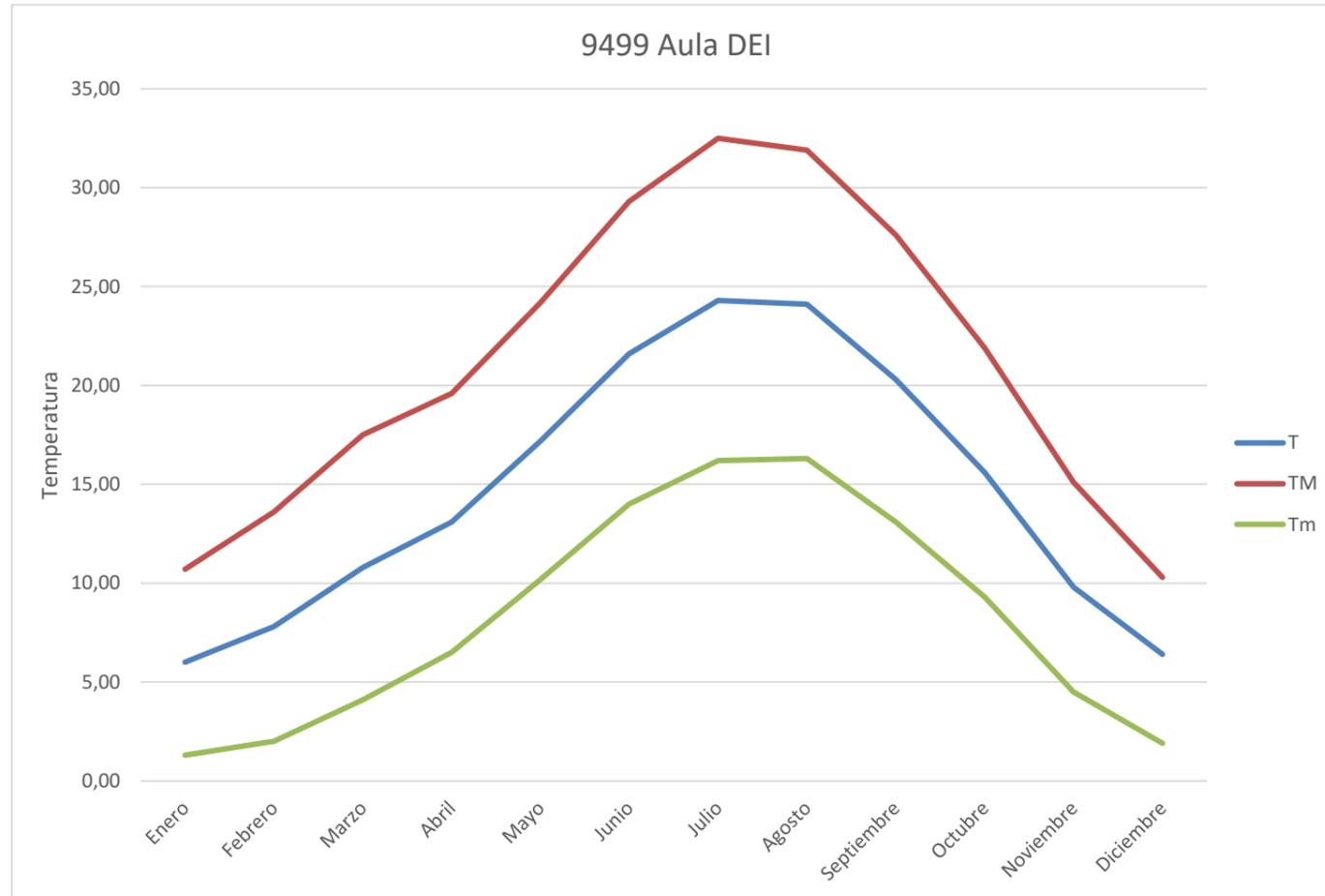
En este apartado se mostrarán los datos numéricos en cuanto a valores de temperatura de las dos estaciones meteorológicas que se han destacado. Se representan valores promedios, máximos y mínimos mensuales de cada estación por separado y un promedio de las dos estaciones en conjunto que al no ser relevante si representa unos valores de referencia para estimar valores genéricos que rodea a toda la zona entre los dos puntos.

Estacion Zaragoza:9343 aeropuerto (1961-2010)													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
T	6,60	8,20	11,60	13,80	18,00	22,60	25,30	25,00	21,20	16,20	10,60	7,00	15,50
TM	10,50	13,10	17,30	19,60	24,10	29,30	32,40	31,70	27,10	21,40	14,80	10,80	21,00
Tm	2,70	3,30	5,80	7,90	11,80	15,80	18,30	18,30	15,20	11,00	6,30	3,20	10,00

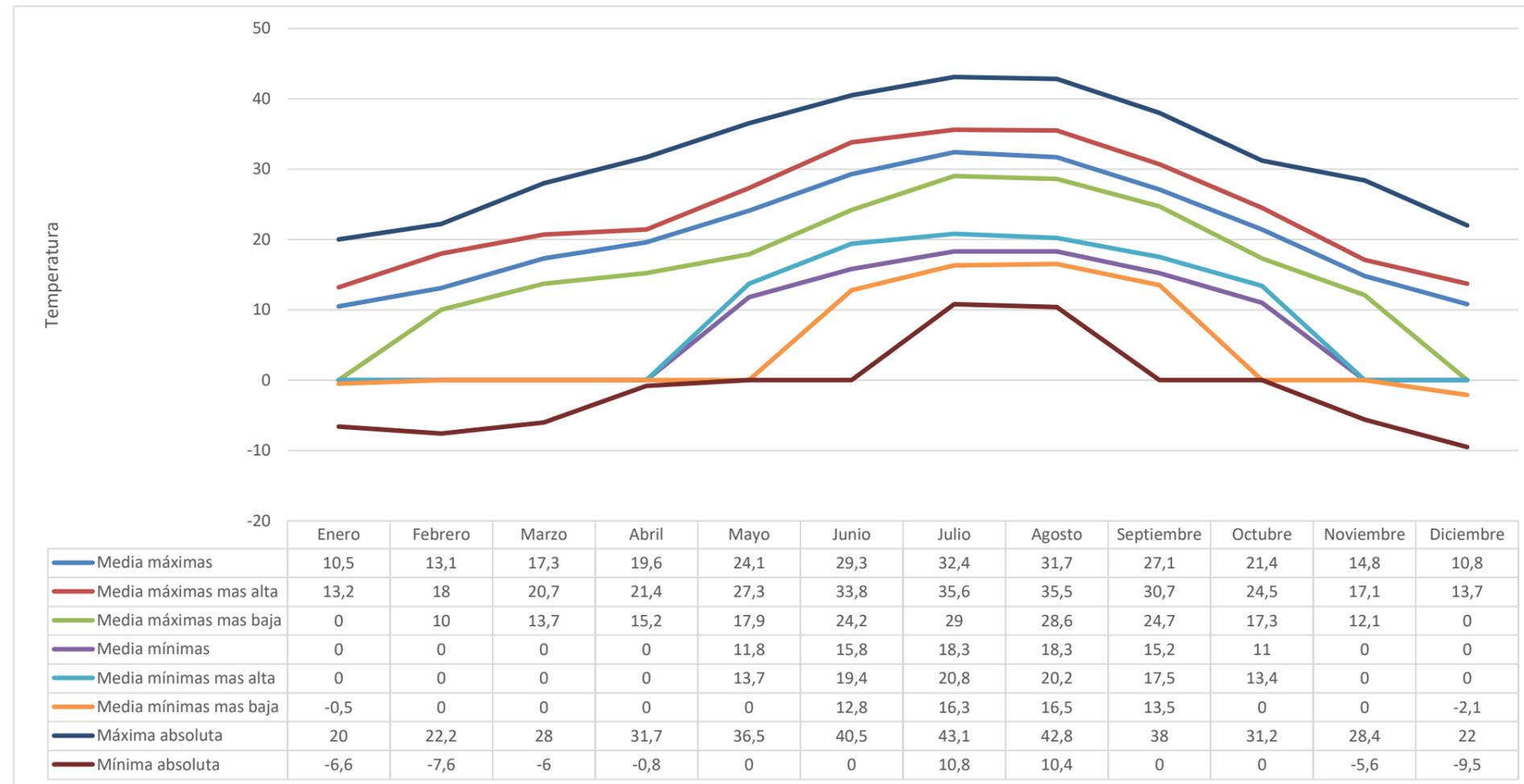


Estacion Zaragoza:9499 Aula DEI (1961-2010)													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
T	6,00	7,80	10,8	13,10	17,20	21,60	24,30	24,10	20,30	15,60	9,80	6,40	14,80
TM	10,70	13,60	17,5	19,60	24,20	29,30	32,50	31,90	27,60	21,90	15,10	10,30	21,20
Tm	1,30	2,00	4,10	6,50	10,20	14,00	16,20	16,30	13,10	9,30	4,50	1,90	8,30

Media estaciones zaragoza (1961-2010)													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
T	6,30	8,00	11,20	13,45	17,60	22,10	24,80	24,55	20,75	15,90	10,20	6,70	15,15
TM	10,60	13,35	17,40	19,60	24,15	29,30	32,45	31,80	27,35	21,65	14,95	10,55	21,10
Tm	2,00	2,65	4,95	7,20	11,00	14,90	17,25	17,30	14,15	10,15	5,40	2,55	9,15



	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Máxima	Fecha	Mínima	Fecha	Nº días	Nº días	Nº días	Nº días	Nº días de	Nº días	Nº días
	máximas	máximas	máximas	mínimas	mínimas	mínimas	absoluta	T.Máx.	absoluta	T.Mín.	temp.	temp.	temp.	temp.	helada	temp.	temp.
		mas alta	mas baja		mas alta	mas baja					media >= 18°C	máxima <= 0°C	máxima >= 25°C	máxima >= 30°C		mínima <= -5°C	mínima >= 18°C
Enero	10,5	13,2	6,8	2,7	6,0	-0,5	20	23/01/2009	-6,6	12/01/1985	0,0	0,2	0,0	0,0	7,6	0,5	0,0
Febrero	13,1	18	10	3,3	6,1	0,8	22,2	24/02/1990	-7,6	14/02/1983	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,3	0,0
Marzo	17,3	20,7	13,7	5,8	8,9	4,1	28	25/03/1981	-6	01/03/2005	0,5	0,0	0,6	0,0	1,4	0,1	0,0
Abril	19,6	21,4	15,2	7,9	9,6	5,5	31,7	29/04/2005	-0,8	22/04/1995	3,2	0,0	3,8	0,3	0,1	0,0	0,0
Mayo	24,1	27,3	17,9	11,8	13,7	8,5	36,5	29/05/2001	1,7	01/05/2001	16,5	0,0	14,1	3,6	0,0	0,0	0,3
Junio	29,3	33,8	24,2	15,8	19,4	12,8	40,5	26/06/2001	7,4	06/06/1984	26,8	0,0	24,1	14,4	0,0	0,0	7,4
Julio	32,4	35,6	29	18,3	20,8	16,3	43,1	22/07/2009	10,8	21/07/2001	30,9	0,0	29,5	22,3	0,0	0,0	17,9
Agosto	31,7	35,5	28,6	18,3	20,2	16,5	42,8	26/08/2010	10,4	29/08/1986	30,8	0,0	29,7	21,1	0,0	0,0	18,4
Septiembre	27,1	30,7	24,7	15,2	17,5	13,5	38	07/09/1988	7,0	21/09/2000	25,4	0,0	21,2	7,1	0,0	0,0	4,7
Octubre	21,4	24,5	17,3	11	13,4	8,6	31,2	04/10/2004	1,0	31/10/1996	8,9	0,0	5,7	0,4	0,0	0,0	0,2
Noviembre	14,8	17,1	12,1	6,3	9,8	4,3	28,4	09/11/1985	-5,6	24/11/1988	0,1	0,0	0,0	0,0	1,9	0,1	0,0
Diciembre	10,8	13,7	8,5	3,2	7,0	-2,1	22	08/12/2010	-9,5	25/12/2001	0,0	0,4	0,0	0,0	6,5	0,6	0,0
Año	21	22,2	19,6	10	10,8	9,0	43,1	22/07/2009	-9,5	25/12/2001	143,5	0,6	128,7	69,1	23,1	1,6	49,1

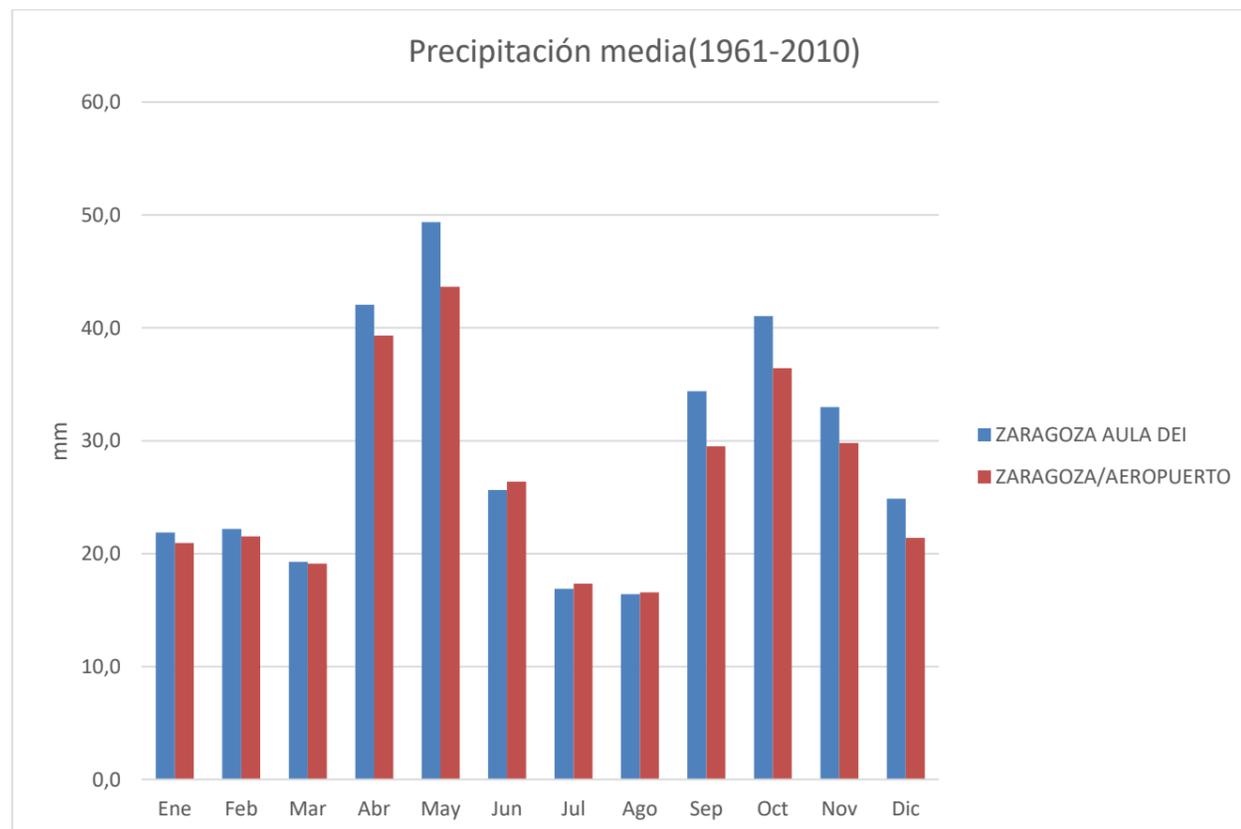


## 2.2. DATOS DE PRECIPITACIÓN

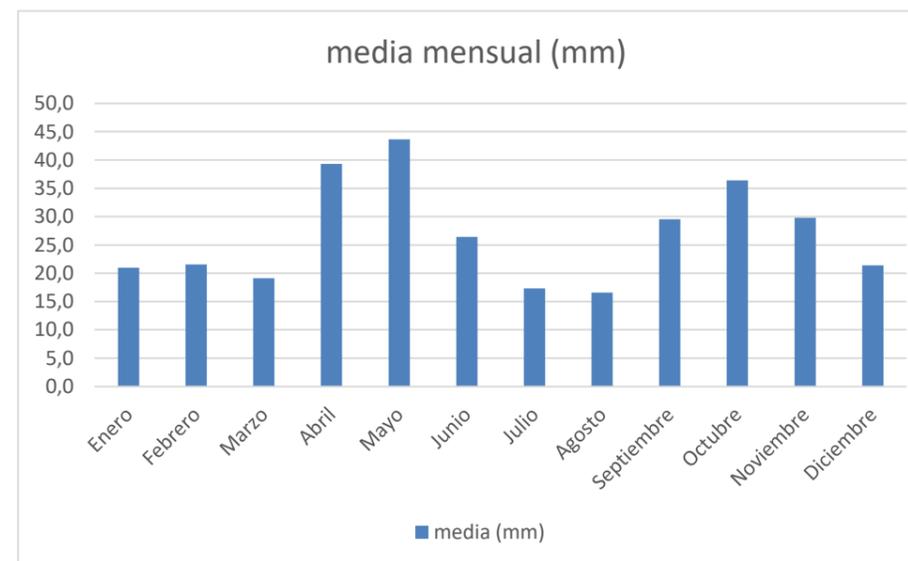
Los datos de precipitación que se van a mostrar a continuación contienen precipitaciones medias mensuales de las estaciones seleccionadas y los periodos de datos disponibles, que se han obtenido del Instituto Aragonés de Estadística.

A continuación, se añaden datos más detallados de la estación Zaragoza Aeropuerto (9343) por ser una estación completa podremos servirnos de estos datos de una manera más orientativa de precipitación y sus tipologías.

ZARAGOZA AULA DEI												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
21,9	22,2	19,3	42,0	49,4	25,7	16,9	16,4	34,4	41,1	33,0	24,9	347,0
ZARAGOZA/AEROPUERTO												
21,0	21,5	19,1	39,3	43,7	26,4	17,3	16,6	29,5	36,4	29,8	21,4	322,0



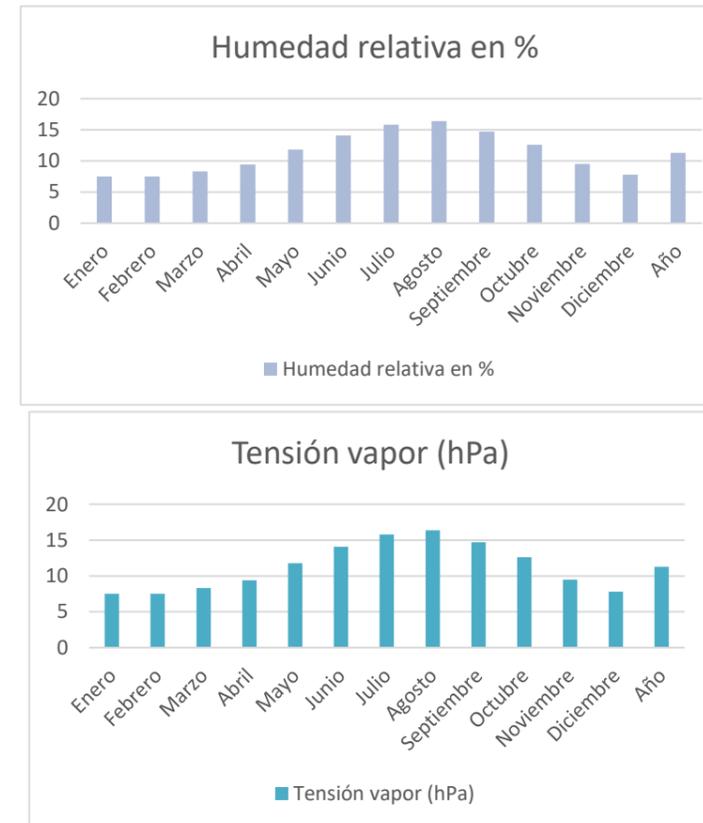
Prec. mensual	Prec. mensual	Prec. mensual	Prec. diaria	Fecha prec	Nº dias prec.	Nº dias prec.	ZARAGOZA/AEROPUERTO(1961-2010)					Nº días	Nº días	Nº días
							Nº días prec.	Nº días de	Nº días de	Nº días de	Nº días de			
media (mm)	máxima (mm)	mínima (mm)	máxima (mm)	diaria	>= 1 mm	>= 10 mm	>= 30 mm	nieve	granizo	tormenta	niebla	despejados	nubosos	cubiertos
				máxima (mm)										
21,0	81,0	0,0	23,2	17/01/1988	4,0	0,5	0,0	0,7	0,0	0,0	6,5	4,6	17,5	8,9
21,5	70,5	0,0	29	02/02/1991	3,9	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1	2,9	5,1	17,9	5,2
19,1	62,7	0,0	32,5	16/03/2002	3,7	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,4	6,7	18,8	5,5
39,3	126,6	3,8	57,9	18/04/1997	5,7	1,1	0,1	0,0	0,0	1,4	0,2	4,6	18,9	6,5
43,7	141,9	5,2	46,2	23/05/1990	6,4	1,2	0,1	0,0	0,1	4,1	0,3	4,5	20,7	5,8
26,4	82,8	lp	64,5	20/06/1986	4,0	0,8	0,1	0,0	0,0	3,9	0,1	8,2	18,9	2,9
17,3	58,3	0,3	57,7	28/07/1990	2,6	0,4	0,1	0,0	0,1	3,8	0,0	14,6	15,2	1,2
16,6	88,6	0,1	51,9	22/08/2002	2,3	0,4	0,1	0,0	0,1	3,7	0,0	10,9	18,3	1,8
29,5	101,4	lp	70,8	20/09/2002	3,2	1,0	0,2	0,0	0,1	2,8	0,2	8,0	18,9	3,1
36,4	104,5	0,6	45,4	21/10/2000	5,4	1,0	0,1	0,0	0,0	1,0	1,0	5,4	20,2	5,4
29,8	97,8	0,4	43,3	13/11/1984	5,1	0,7	0,1	0,1	0,0	0,1	3,9	4,0	18,9	7,1
21,4	77,1	0,7	24,2	01/12/2004	4,8	0,4	0,0	0,5	0,0	0,1	7,1	4,3	17,1	9,7
322,0	480,9	182,9	70,8	20/09/2002	51,1	8,4	1,0	2,4	0,8	21,3	22,5	81,6	221,6	62



### 2.3. OTROS DATOS

En este apartado mostraremos otros factores climáticos que son fundamentales para entender y clasificar el clima en la zona de proyecto. Dichos datos se han obtenido de la de la "agencia estatal de meteorología", de la estación completa "9343 Zaragoza Aeropuerto", puesto que las dos estaciones de estudio están a una distancia de 17Km y a una diferencia de altura de 38m, las diferencias en cuanto a presión, viento, humedad, nubosidad, evapotranspiración e insolaciones no van a representar una diferencia muy significativa. Las variables a analizar van a ser:

- Presión
- Humedad
- Viento
- Nubosidad
- Evapotranspiración
- Insolaciones.



	Presión	Presión nivel	Humedad	Tensión	Recorrido mes	Dir. y Vel	Fecha	Nº medio mes	Nº días	Nº días	Nº días	Nº días
	media (hPa)	mar (hPa)	relativa en %	vapor (hPa)	viento (Km)	Racha máxima	Racha máxima	horas sol	insolación	insolación	velocidad	velocidad
						de viento(Km/h)	de viento		>=0.8*ins.te or.	<=0.2*ins.te or.	viento >=55km/h	viento >=91km/h
Enero	991	1022,8	75	7,5	14219	290 107	21/01/1981	131,2	7,7	11,1	7,8	0,5
Febrero	989,1	1020,3	67	7,5	13686	250 126	25/02/1989	165,2	8,9	5,2	8,2	0,2
Marzo	987,5	1018,3	59	8,3	15340	310 109	05/03/2006	217,1	9,0	4,4	9,6	0,3
Abril	983,9	1014,2	57	9,4	15379	340 96	03/04/2003	226,4	8,0	4,8	8,4	0,1
Mayo	984,5	1014,4	54	11,8	13996	340 102	04/05/2010	274,5	10,1	3,7	6,8	0,2
Junio	985,8	1015,2	49	14,1	13397	250 111	27/06/2005	307,2	12,2	1,8	5,9	0,1
Julio	985,9	1015,1	47	15,8	14061	210 101	20/07/1991	348	17,2	0,7	6,6	0,2
Agosto	985,6	1014,8	51	16,4	13630	270 85	05/08/2007	315,1	16,3	0,6	5,3	0,0
Septiembre	986,5	1016,1	57	14,7	11592	210 93	28/09/2001	243	10,3	2,6	4,6	0,0
Octubre	986,7	1017	67	12,6	12390	250 102	04/10/1984	195,3	9,0	4,8	5,1	0,1
Noviembre	987,4	1018,3	73	9,5	12850	330 91	07/11/1999	147,9	8,7	8,1	6,2	0,0
Diciembre	989	1020,4	76	7,8	13881	290 97	31/12/1984	123,6	7,0	11,4	6,6	0,2
Año	986,9	1017,2	61	11,3	166272							

## 2.4. VALORES EXTREMOS

Por último, se van a representar los valores extremos históricos que se han obtenido de la "Agencia estatal de meteorología" de la estación "9343 Zaragoza Aeropuerto". Según la variable que se trate, contendrán diferentes periodos de registro.

Precipitación: 1941-2020. Temperatura: 1951-2020. Viento: 1942-2020

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	17 (ene. 2014)	16 (feb. 1986)	21 (mar. 2013)	20 (abr. 1998)	20 (may. 2008)	18 (jun. 1992)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	7 (ene. 1941)	3 (feb. 2013)	2 (mar. 2004)	1 (abr. 1986)	1 (jul. 1970)	
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	1 (ene. 1966)	1 (feb. 2017)	3 (mar. 1964)	6 (abr. 2018)	10 (may. 2018)	9 (jun. 2017)
Prec. máx. en un día (l/m <sup>2</sup> )	41.0 (21 ene. 2020)	29.0 (02 feb. 1991)	66.4 (12 mar. 1954)	57.9 (18 abr. 1997)	60.7 (31 may. 1979)	64.5 (20 jun. 1986)
Prec. mensual más alta (l/m <sup>2</sup> )	81.0 (ene. 1997)	82.6 (feb. 1947)	131.2 (mar. 1974)	175.9 (abr. 1942)	141.9 (may. 2008)	159.4 (jun. 1953)
Prec. mensual más baja (l/m <sup>2</sup> )	0.0 (ene. 1983)	0.0 (feb. 2000)	0.0 (mar. 1997)	0.3 (abr. 1970)	0.6 (may. 1953)	Precipitación inapreciable (jun. 1994)
Racha máx. viento: velocidad y dirección (km/h)	Vel 123, Dir 290 (16 ene. 1949 01:53)	Vel 135, Dir 290 (17 feb. 1954 10:55)	Vel 122, Dir 290 (02 mar. 1949 13:05)	Vel 126, Dir 320 (02 abr. 1957 19:47)	Vel 111, Dir 340 (28 may. 1953 15:11)	Vel 122, Dir 200 (30 jun. 1965 12:21)
Tem. máx. absoluta (°C)	20.6 (08 ene. 2016)	25.5 (27 feb. 2019)	28.3 (19 mar. 1957)	32.4 (09 abr. 2011)	36.5 (29 may. 2001)	43.2 (29 jun. 2019)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	13.5 (ene. 2016)	18.0 (feb. 1990)	20.7 (mar. 1997)	23.7 (abr. 2014)	27.8 (may. 2017)	33.8 (jun. 2003)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-1.2 (ene. 1957)	-3.0 (feb. 1956)	1.9 (mar. 1973)	5.4 (abr. 1970)	8.5 (may. 1984)	12.6 (jun. 1969)
Tem. media más alta (°C)	9.7 (ene. 2016)	12.1 (feb. 1990)	14.6 (mar. 2001)	17.4 (abr. 2014)	20.8 (may. 2017)	26.6 (jun. 2003)
Tem. media más baja (°C)	2.9 (ene. 1953)	1.5 (feb. 1956)	7.1 (mar. 1971)	10.4 (abr. 1986)	13.2 (may. 1984)	18.2 (jun. 1953)
Tem. mín. absoluta (°C)	-10.4 (04 ene. 1971)	-11.4 (05 feb. 1963)	-6.3 (09 mar. 1964)	-2.4 (03 abr. 1967)	0.5 (04 may. 1967)	5.2 (11 jun. 1971)

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
11 (jul. 1987)	11 (ago. 1997)	16 (sept. 1969)	21 (oct. 1993)	21 (nov. 2019)	19 (dic. 2002)
		1 (nov. 2010)	4 (dic. 2009)		
10 (jul. 2013)	9 (ago. 2017)	8 (sept. 1991)	4 (oct. 2012)	2 (nov. 2014)	2 (dic. 1996)
67.4 (10 jul. 1941)	51.9 (22 ago. 2002)	70.8 (20 sept. 2002)	49.8 (20 oct. 2012)	97.3 (18 nov. 1945)	52.6 (14 dic. 1943)
79.4 (jul. 1941)	88.6 (ago. 1983)	150.3 (sept. 1972)	116.1 (oct. 1960)	112.7 (nov. 1945)	105.7 (dic. 1958)
Precipitación inapreciable (jul. 1978)	Precipitación inapreciable (ago. 1964)	Precipitación inapreciable (sept. 1985)	Precipitación inapreciable (oct. 1978)	0.4 (nov. 2007)	Precipitación inapreciable (dic. 1966)
Vel 135, Dir 190 (01 jul. 2018 16:50)	Vel 108, Dir 290 (09 ago. 1954 18:33)	Vel 109, Dir 130 (22 sept. 1949 18:10)	Vel 110, Dir 310 (08 oct. 1954 04:34)	Vel 118, Dir 310 (08 nov. 1991 15:07)	Vel 127, Dir 320 (27 dic. 1980 18:21)
44.5 (07 jul. 2015)	42.8 (26 ago. 2010)	39.2 (16 sept. 1964)	32.0 (01 oct. 2013)	28.4 (09 nov. 1985)	22.0 (08 dic. 2010)
35.8 (jul. 2015)	35.5 (ago. 2003)	30.7 (sept. 1987)	25.6 (oct. 2014)	17.2 (nov. 1954)	13.7 (dic. 1981)
15.0 (jul. 1954)	15.1 (ago. 1954)	11.0 (sept. 1965)	7.2 (oct. 1974)	2.7 (nov. 1962)	-2.1 (dic. 2001)
28.2 (jul. 2015)	27.9 (ago. 2003)	24.1 (sept. 1987)	19.5 (oct. 2014)	13.1 (nov. 2006)	10.1 (dic. 1989)
21.3 (jul. 1977)	21.6 (ago. 1977)	16.9 (sept. 1972)	11.7 (oct. 1974)	7.3 (nov. 1962)	3.2 (dic. 2001)
8.0 (18 jul. 1965)	8.4 (17 ago. 1968)	4.8 (30 sept. 1974)	0.6 (25 oct. 1974)	-5.6 (22 nov. 1998)	-9.5 (25 dic. 2001)

### 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para la clasificación climática de nuestra zona de proyecto se van a mostrar a continuación una serie de métodos disponibles en el que se basan en la obtención de unos índices climáticos que nos ayudan a su clasificación de una manera cuantitativa y más objetiva.

#### 3.1. CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN

La clasificación mediante este método se basa en la división de cinco grupos A, B, C, D y E con los siguientes límites:

- **Tipo A (tropical lluvioso):** La temperatura media normal del mes más frío es superior a 18°C; la precipitación anual normal en milímetros es mayor que 750.
- **Tipo B (seco):** Sin referencia a la temperatura; la precipitación anual normal en centímetros es menor que K.
- **Tipo C (templado lluvioso):** La temperatura media normal del mes más frío es superior a -3°C e inferior a 18°C. La precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.
- **Tipo D (frío):** La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C; la del mes más cálido superior a 10°C; la precipitación anual normal es mayor que K.
- **Tipo E (polar):** la temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C; la del mes más cálido inferior a 10°C; la precipitación anual normal es mayor que K.

Estos cinco grupos se subdividen a su vez en los siguientes subtipos, según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales subtipos y sus respectivos símbolos son los siguientes:

- **A** = Selva tropical - lluvioso todo el año.
- **Aw** = Sabana - lluvioso en verano.
- **BS** = Estepa - precipitación anual > K/2.
- **Bw** = Desierto - precipitación anual < K/2.
- **Cf** = Mesotermal (templado) húmedo - lluvioso todo el año.
- **Cw** = Mesotermal (templado) húmedo, con invierno seco - lluvioso en verano.
- **Cs** = Mesotermal (templado húmedo, con verano seco) (Mediterráneo) -lluvioso en invierno.
- **Df** = Microtermal (frío) húmedo - lluvioso todo el año.

- **Dw** = Microtermal (frío, con invierno seco) - lluvioso en verano.
- **ET** = Tundra - temperatura del mes más cálido > 0°C.
- **EF** = Helado - temperatura del mes más cálido < 0°C.

Se calcula el índice K, puesto que resulta fundamental para la clasificación en función de la temperatura media anual t de la siguiente forma:

- $K = 2t + 14$ , si el régimen pluviométrico es uniforme
- $K = 2t + 28$ , si se presenta un máximo en verano
- $K = 2t$ , si se presenta un máximo en invierno

Vamos a proceder a calcular el parámetro K para empezar la clasificación de las dos estaciones:

$K(\text{Aeropuerto}) = 2 * 15,5 + 14 = 45 \text{cm} \geq 34,7 \text{cm}$	<b>Tipo B (seco)</b>
$K(\text{Aula Dei}) = 2 * 14,8 + 14 = 43,6 \text{cm} \geq 32,2 \text{cm}$	<b>Tipo B (seco)</b>

Para hacer la subdivisión dentro del Tipo B ambas estaciones se clasifican en Bs(Estepa):

Aeropuerto Bs=> $P \geq K/2$	<b>BS = Estepa</b>
Aula Dei Bs=> $P \geq K/2$	<b>BS = Estepa</b>

#### 3.2. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

El Índice de Martonne se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Ia = P / (t + 10).$$

donde

Ia = índice de aridez

P = precipitación media anual en mm

t = temperatura media anual en °C

- $0 < Ia < 5$ : **Desierto**
- $5 < Ia < 10$ : **Semidesierto**
- $10 < Ia < 20$ : **Estepas y países secos mediterráneos**

- $20 < I_a < 30$ : **Zona subhúmeda**
- $30 < I_a < 60$ : **Zona húmeda**
- $I > 60$ : **Zona perhúmeda**

Procedemos a calcular el parámetro  $I_a$ :

$I_a(\text{Aeropuerto}) = (347 / (15,5 + 10)) = 13,6$	<b>Estepas y países secos mediterráneos</b>
$I_a(\text{Aula Dei}) = (322 / (14,8 + 10)) = 12,98$	<b>Estepas y países secos mediterráneos</b>

### 3.3. ÍNDICE DE PLUVIOMETRÍA DE LANG

El índice que pluvimetría de Lang se calcula de la siguiente manera:

$$L = P / T$$

donde

L= índice de pluviosidad

P = precipitación media anual en mm

T = temperatura media anual en °C

Se pueden clasificar dependiendo de la siguiente categoría:

- $< 30$  **Zona desértica**
- 40-30 **Zona semihúmeda**
- 50-40 **Zona húmeda II**
- 70-50 **Zona húmeda I**
- $> 70$  **Zona súper húmeda**

En nuestro caso:

$Il(\text{Aeropuerto}) = 347 / 15,5 = 22,38$	<b>Zona Desértica</b>
$Il(\text{Aula Dei}) = 322 / 14,8 = 21,75$	<b>Zona Desértica</b>

### 3.4. ÍNDICE DE DANTIN-REVENGA

El índice característico se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I = 100 T / P$$

donde

L= índice de Dantin-Revenga

P = precipitación media anual en mm

T = temperatura media anual en °C

De acuerdo a este índice se clasifican en:

- $0 < I < 2$ : **Húmedo**
- $2 < I < 3$ : **Semiáridas**
- $3 < I < 6$ : **Áridas**
- $I > 6$ : **Subdesértico**

$I(\text{Aeropuerto}) = 100 * 15,5 / 347 = 4,46$	<b>Zona Árida</b>
$I(\text{Aula Dei}) = 100 * 14,8 / 322 = 4,59$	<b>Zona Árida</b>

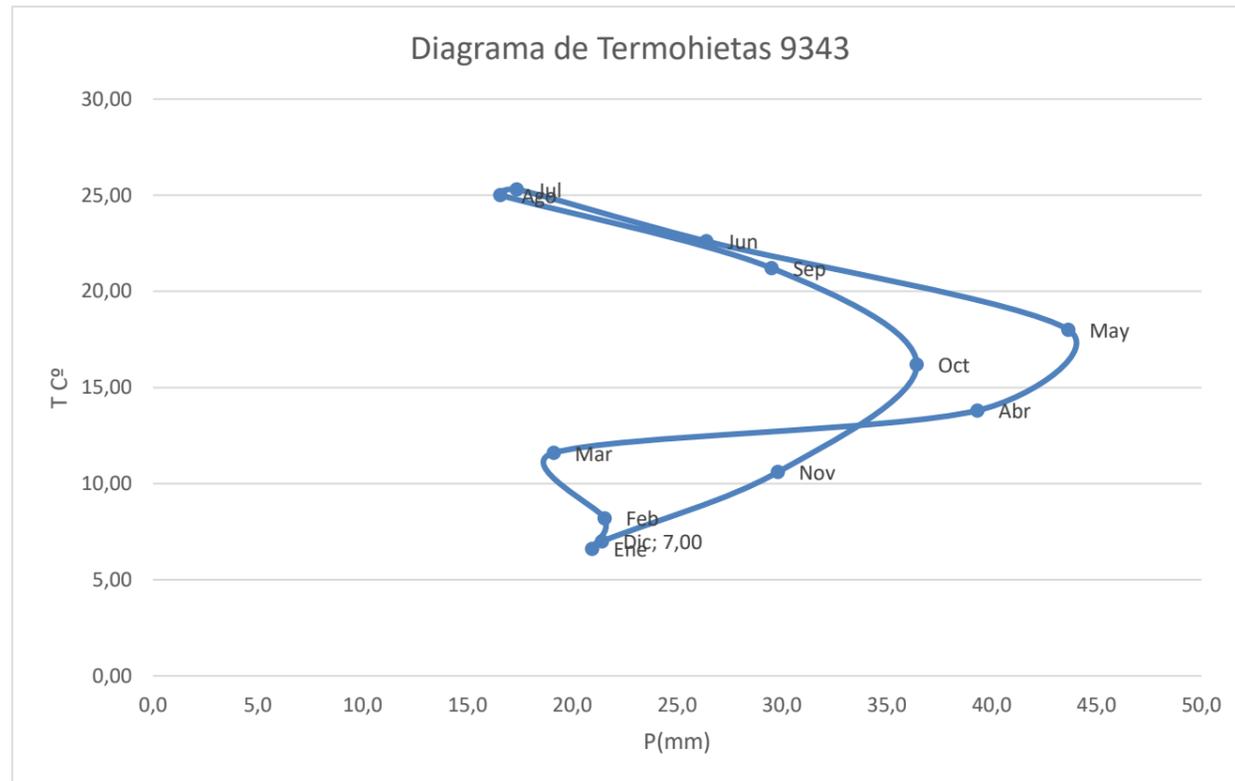
### 3.5. DIAGRAMA DE TERMOHIETAS

Este diagrama consiste en un sistema de coordenadas cartesianas en el que se sitúan los doce meses tomando la precipitación media mensual en abscisas y la temperatura media mensual en ordenadas. En este climodiagrama se puede reconocer la marcha anual de los dos elementos climatológicos considerados, así como sus relaciones mutuas.

La lectura de este tipo de diagramas se puede interpretar de la siguiente manera:

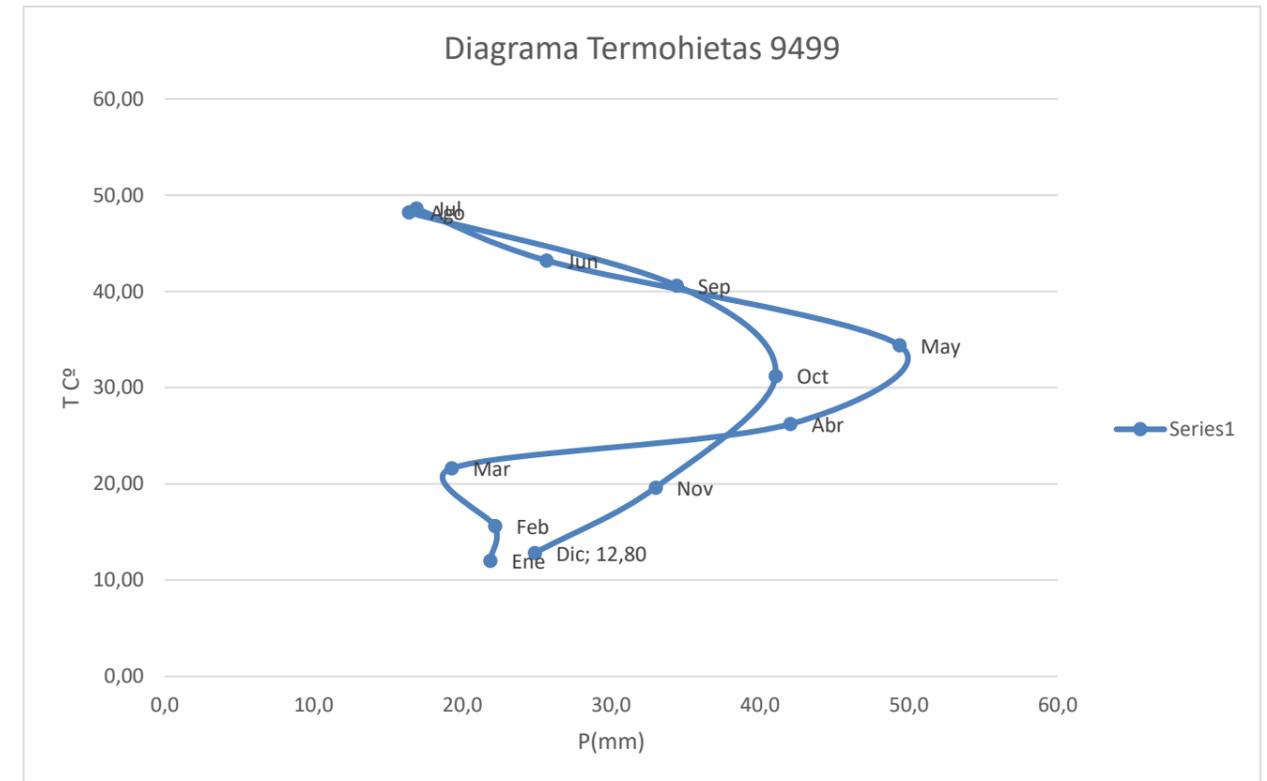
- cuando la rama de verano va por la derecha de la rama de invierno, esto implica que el entorno disfruta de lluvias de verano; en caso contrario, las precipitaciones dominantes son las de invierno.

- Si las dos ramas se superponen, más o menos, es que el régimen pluviométrico es sensiblemente uniforme a lo largo del año.
- Si el polígono es muy alargado en el sentido de las ordenadas, la oscilación termométrica es muy acusada.



Como se puede ver en el diagrama las líneas se superponen lo cual indica que, más o menos, el régimen pluviométrico es uniforme, presentando una mayor precipitación en primavera que en otoño.

En cuanto a no presentar un claro alargamiento en el eje de las ordenadas, la oscilación térmica se podría clasificar como moderada.



La estación (9499) presenta una clara similitud a la estación "Aeropuerto". Las dos ramas se superponen, manifestando un régimen pluviométrico uniforme con una precipitación mayor en primavera que en la estación de otoño.

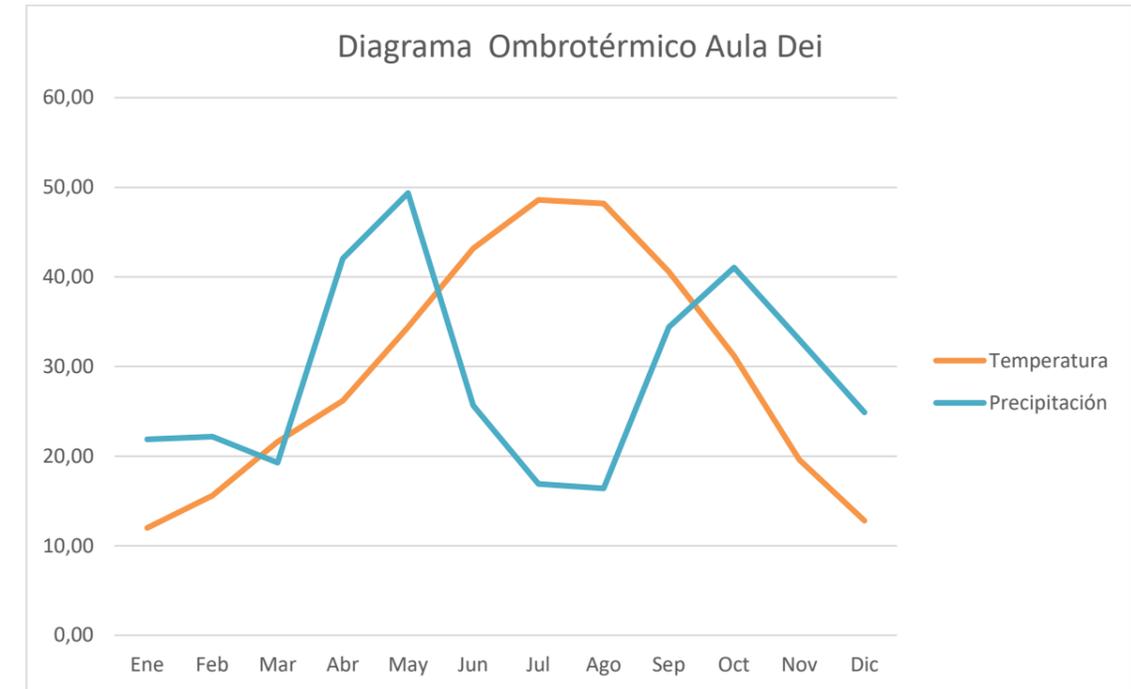
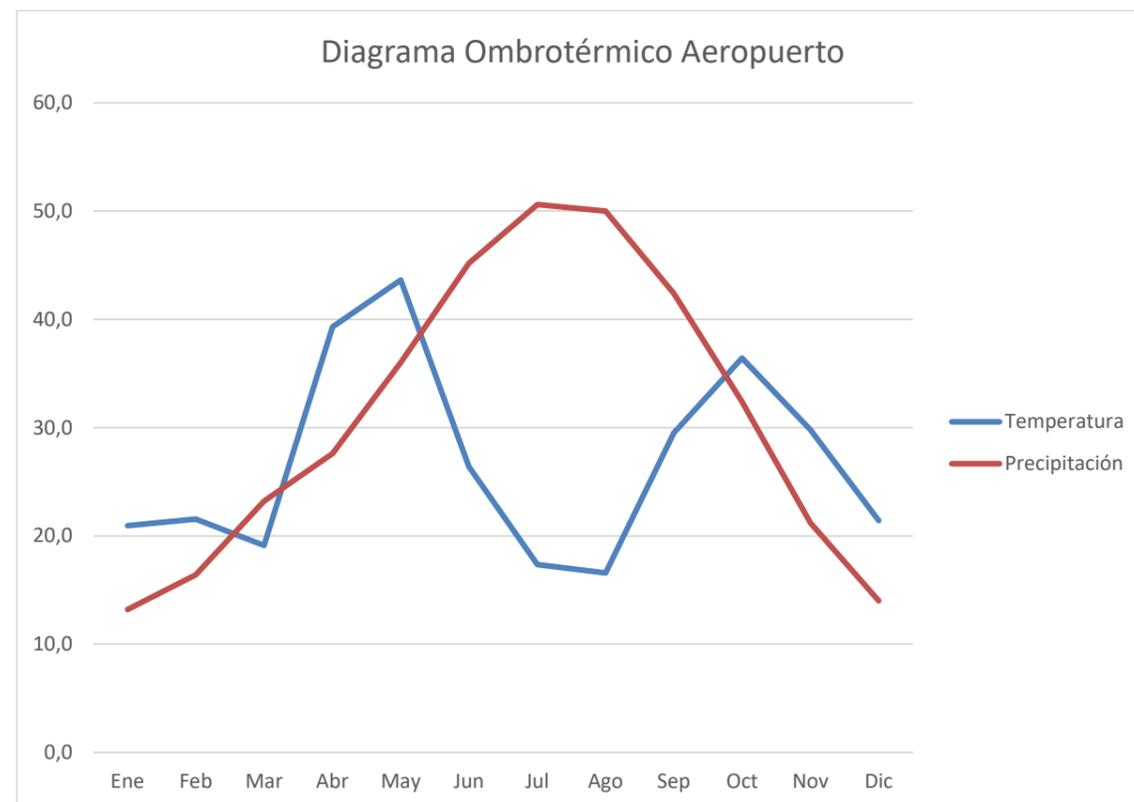
Respecto a alargamiento vertical se podría decir que, al igual que la estación anterior, no es muy acusada y se podría clasificar como una oscilación térmica moderada.

### 3.6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

Se trata de otra clasificación de tipo gráfica y visual de la zona de actuación, que consiste en representar, superpuestas, la media mensual de la precipitación en mm, y de la temperatura en °C. En el diagrama ombrotérmico la escala de precipitación es el doble de la de temperaturas (1 °C equivale a 2 mm de precipitación).

En este diagrama se puede ver gráficamente en qué periodo los climas son secos, en la que la curva de precipitación está por debajo de la curva de temperatura, y cuando son húmedos.

Por otra parte, en el caso de encontrarnos durante todo el año una curva de precipitación por encima de la térmica, se podría definir como "Húmedo". En otras condiciones, las curvas pueden cortarse determinando un clima Húmedo y dos períodos secos o viceversa.



Como se puede observar en las dos estaciones "Aeropuerto" y "Aula Dei" las curvas se cortan mostrando climas muy heterogéneos, en el que se destaca el clima seco en gran parte del año con una clara acentuación en los meses de verano. De la misma manera se puede ver un leve cambio a clima húmedo en los meses de primavera y otoño.

### 3.7. CONCLUSIONES

Como resultado final de este estudio climatológico en el que se ha analizado los datos recogidos por las estaciones de "Aeropuerto Zaragoza 9343" y "Aula Dei 9499" en los cuales se muestra una clara similitud, en cuanto a datos y resultados obtenidos a partir de índices y diagramas, al estar las dos estaciones en la provincia de Zaragoza a una distancia de 17 Km la una de la otra y con una distancia (Puente pòrtico-Aeropuerto) de 4Km, y (Puente pòrtico-Aula Dei) de 21 Km. Dada la cercanía de la estación "Aeropuerto" en algunos datos más detallados solo se recopilaron de ésta estación al ser una estación completa.

Dicho todo lo anterior cabe clasificar la zona de proyecto como un **clima seco**.



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 4 CALCULO DE ESTRUCTURAS**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b>	<b>2</b>		
1.1. Tablero	2		
1.2. Pilas	3		
1.3. Tirantes	3		
1.4. Cimentación	3		
1.5. Estribo	3		
<b>2. BASES DE PROYECTO</b>	<b>4</b>		
2.1. Base de cálculo y dimensionamiento	4		
2.1.1. Estado límite ultimo	4		
2.1.2. Estado límite de servicio	4		
2.2. Normativa empleada	5		
2.3. Acciones a considerar en el cálculo	5		
2.3.1. Acciones permanentes	5		
2.3.2. Acciones variables	5		
2.3.1. Acciones accidentales	12		
2.4. Características de los materiales empleados	14		
2.5. Bases para la combinación de acciones	14		
2.5.1. Valores representativos de las acciones	14		
2.5.2. Valor de cálculo	14		
2.5.3. Combinación de acciones	15		
2.5.4. Programas utilizados en el cálculo	16		
<b>3. DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DEL TABLERO</b>	<b>17</b>		
3.1. Características geométricas	17		
3.2. Acciones en el tablero	18		
3.3. predimensionamiento de pretensado	19		
3.4. Perdida de pretensado	23		
3.5. Modelado de la estructura	25		
3.6. Resultados	26		
3.6.1. Diagrama de momentos y cortante	26		
3.7. Comprobación de los ELS	30		
3.7.1. Estado Límite de deformación	30		
3.8. Comprobación ELU flexión	30		
3.9. Armadura en tablero	32		
3.9.1. Armadura pasiva longitudinal	32		
3.9.2. Armadura a cortante y torsión	33		
3.9.3. Armadura longitudinal a disponer, torsión y flexión.	34		
3.9.1. Armadura transversal a disponer torsión.	35		
3.10. Calculo de neoprenos en estribos	35		
3.11. Anclaje y solape HP-40	36		
<b>4. PILAS Y TIRANTES</b>	<b>37</b>		
4.1. Longitud de pandeo pila	37		
4.2. Dimensionamiento pila	38		
4.3. tirantes	39		
<b>5. CIMENTACIÓN</b>	<b>40</b>		
5.1. comprobaciones	46		
5.2. ARMADO DEL ENCEPADO	51		
5.3. Armado de pilotes	52		
<b>6. ESTRIBOS</b>	<b>54</b>		
6.1. comprobación	55		
6.2. Armado de estribo	55		
6.2.1. VIGA CABEZAL	55		
6.2.2. ZAPATA	57		
6.2.3. DIAFRAGMA	60		
6.2.4. Anclajes y solapes HA-30	61		

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

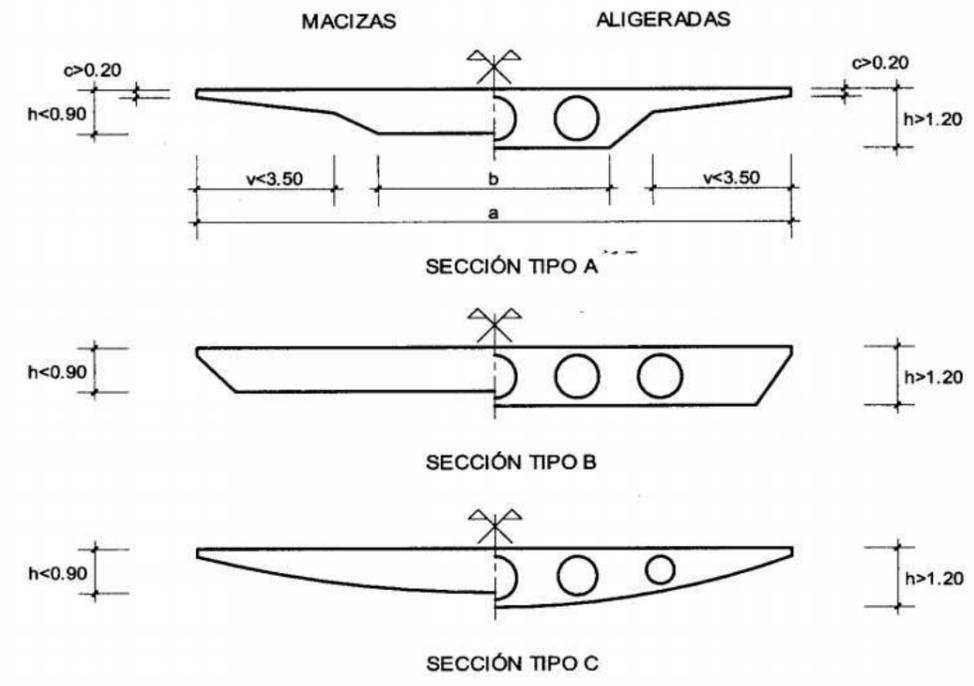
El paso superior que se proyecta sobre la A-2 sobre el PK 310+740, consta de 3 vanos de luces 15,000-42,500-15,000 m. La tipología elegida del mismo, evitando disponer pila en mediana, consiste en un pórtico de células triangulares aprovechando las células laterales como parte del esquema resistente del tablero, consiguiendo de esta manera una estructura esbelta y ligera en concordancia a las limitaciones de gálibo vertical existentes.

### 1.1. TABLERO

La sección del tablero, de hormigón pretensado, presenta una anchura de 18,45m dispuestas con una sección losa que abarca los cuatro carriles y un voladizo de 2,5m; el canto de la sección varía de 1,10 m en zona de estribos y centro del vano central a 1,70 m sobre las pilas. Dicha sección se encuentra aligerada únicamente en el vano central para conseguir disponer el mayor peso posible en los vanos laterales que forman parte de las células triangulares de la estructura y reducir al mínimo el peso propio en el vano central, para garantizar que el movimiento vertical de la estructura en la zona de estribos sea el mínimo posible, consiguiendo de esta manera una distribución inteligente del peso propio de la estructura. El paramento inferior del tablero está formado por parábolas de 2º grado con función estética y estructural, minimizando el peso propio de la estructura en las zonas de centros de vano.

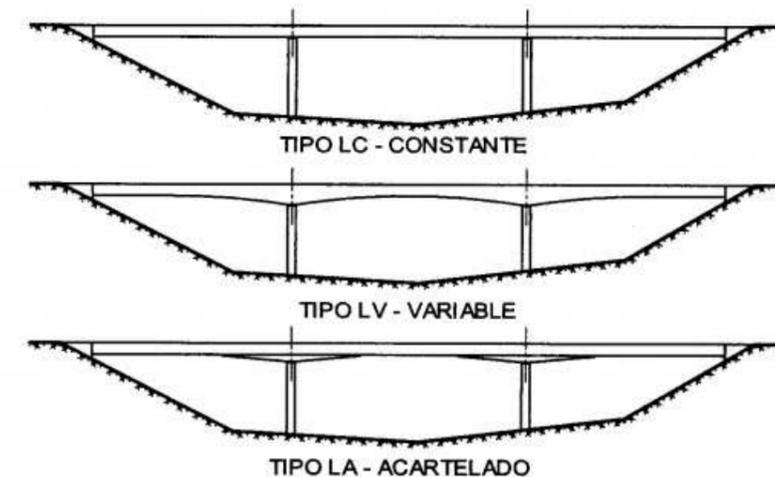
Las células triangulares de la estructura agregan rigidez al esquema estructural de flexión vertical del tablero y a su vez tienen la función de sustento vertical empotrado a la cimentación. Con el empotramiento de las pilas a la cimentación se consigue que los movimientos globales de la estructura sean menores y que se aprovechen las rigideces a flexión del tirante y de la pila inclinada.

Las dimensiones del tablero se predimensionaron siguiendo las recomendaciones de "Obras de paso de nueva construcción" Ministerio de fomento, mayo 2000.



La sección adaptada a nuestro proyecto coincide con la sección "A", en la que la relación núcleo/ancho total, es decir,  $b/a$  no debe ser inferior a 0,35m y en relación al voladizo no ha de superar los 3,50m. En cuanto al aligeramiento que se va a ejecutar será de tipo circular, ya que son los más empleados debido a su facilidad que presenta a la hora del hormigonado.

La relación de esbeltez viene relacionada con la longitud del puente y se establecen los siguientes tipos según las recomendaciones:



MATERIAL	TIPO DE ESTRUCTURA		RELACIÓN CANTO/LUZ TIPO DE SECCIÓN		
			A	B	C
HORMIGÓN ARMADO	LC		1/15-1/20	1/16-1/22	—
HORMIGÓN PRETENSADO	LC		1/22-1/30	1/24-1/32	1/18-1/24
	LV	CENTRO APOYOS	1/35-1/45 1/18-1/22	— —	— —
	LA	CENTRO APOYOS	1/35-1/45 1/18-1/22	— —	1/34-1/38 1/17-1/20

Las dimensiones adoptadas quedan dentro del rango de recomendaciones, ya que en relación al ancho de la losa tenemos dos valores como consecuencia de la variación de cantos:

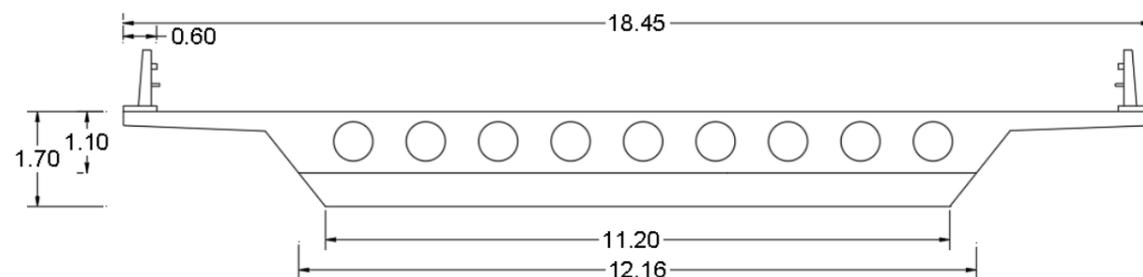
Centro de vano =>  $12,16/18,45 = 0,65 \geq 0,35$

Pilas =>  $11,20/18,45 = 0,60 \geq 0,35$

Para la disposición de cantos disponemos de dos claramente diferenciados que son:

Centro de vano y estribo cargadero => 1,10m - 1/38

Apoyos => 1,70 - 1/25 (no entra dentro de las recomendaciones pero su valor no dista mucho de los recomendados)



## 1.2. PILAS

Las pilas inclinadas están constituidas por una pila por losa de 3,50 m de ancho en zona de empotramiento con tablero a 2,00 m en zona de empotramiento con la cimentación y de canto constante de 0,90 m.

## 1.3. TIRANTES

El tirante de la célula triangular está constituido por dos columnas en cada losa que nacen de la cimentación unidas hasta llegar al empotramiento con el tablero en la riostra del estribo. Tienen una sección de 1,00 m de ancho y 0,80 m canto.

## 1.4. CIMENTACIÓN

La cimentación de las pilas de la célula triangular consiste en una cimentación profunda con un encepado de 9 pilotes de 1500 mm de diámetro. Con estos pilotes se absorben tanto las cargas verticales como las acciones horizontales que aparecen por el esquema de pórtico triangular de la estructura. Las características geométricas de la estructura unidas a la geometría de las células triangulares generan como resultado una acción horizontal no muy elevada en comparación con otras disposiciones de células triangulares y luces de estructuras de esta tipología de manera que dicha acción horizontal se absorbe con la resistencia a cortante de los 9 pilotes de 1500 mm de diámetro adecuadamente.

## 1.5. ESTRIBO

Se añade así mismo un estribo cargadero con tres pilotes de 1000 mm de diámetro para evitar que las flexiones negativas del tablero en la zona de pilas generen estados tensionales que provoquen tracciones excesivas y por otra parte ayudando al tirante de la célula a absorber la carga vertical máxima que se produce en las hipótesis de sobrecarga y carro en los vanos laterales.

## 2. BASES DE PROYECTO

### 2.1. BASE DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de la estructura se ha realizado según los principios de la mecánica racional y teoría de estructuras, adaptadas al diseño estructural. Se han seguido las prescripciones recogidas en la normativa vigente en el territorio español. De acuerdo con lo anterior, el cálculo se ha realizado siguiendo el principio de los Estados Límites, que establece que la seguridad de la estructura en su conjunto, o en cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas.

#### 2.1.1. Estado límite último

En principio, los Estados Límites Últimos están asociados a la rotura de secciones o elementos. Para ellos, se evalúan las sollicitaciones mediante la mayoración de los valores representativos de las acciones (en general característicos), utilizando los oportunos coeficientes parciales que luego se detallan. Las resistencias de las secciones o elementos se estiman mediante las características geométricas, y las resistencias minoradas de los materiales

- **ELU Equilibrio**, por pérdida de estabilidad en la estructura o parte de ella, considerada como un cuerpo rígido.

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$$

Donde

$E_{d,dst}$  valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

$E_{d,stab}$  valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

- **ELU Rotura**, fallo por deformaciones plásticas excesivas.

$$R_d \geq S_d$$

Donde

$R_d$  valor de cálculo de la respuesta estructural

$S_d$  valor de cálculo del efecto de las acciones

- **ELU Fatiga**, fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

$$R_f \geq S_f$$

Donde

$R_f$  valor de cálculo de la resistencia a la fatiga

$S_f$  valor de cálculo del efecto de las acciones de fatiga

#### 2.1.2. Estado límite de servicio

Por el contrario, los Estados Límites de Servicio están asociados a la pérdida de funcionalidad de la estructura. Las sollicitaciones se evalúan mediante sus valores representativos, en general sin mayorar, afectados de los oportunos coeficientes de combinación, para tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea de varias acciones. Las resistencias se estiman a partir de los valores nominales de las dimensiones y resistencias de los elementos o secciones de la estructura, sin minorar.

- **ELS Fisuración**, que afecte a la durabilidad o estética del puente.
- **ELS Deformación**, que afecte a la apariencia o funcionalidad de la obra o que cause daños a elementos no estructurales de la obra.
- **ELS de Vibraciones**, que no sean aceptables para los usuarios del puente o que puedan afectar a su funcionalidad o elementos no estructurales de la obra.
- **ELS de Plastificaciones**, en zonas localizadas de la estructura, que puedan provocar daños o deformaciones irreversibles.
- **ELS de Deslizamiento**, en uniones realizadas con tornillos de alta resistencia.

$$E_d \leq C_d$$

Donde

$E_d$  valor de cálculo del efecto de las acciones

$C_d$  valor límite admisible para el estado límite a comprobar.

## 2.2. NORMATIVA EMPLEADA

- ✓ Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP, 2011).
- ✓ Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- ✓ Recomendación del ministerio de fomento "Obras de paso de nueva construcción", mayo 2000.

## 2.3. ACCIONES A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO

Las cargas aplicadas para el cálculo del tablero en los modelos de cálculo empleados son las siguientes de acuerdo con la IAP-11.

### 2.3.1. Acciones permanentes

#### a) Acciones permanentes de valor constante

Está caracterizado por el peso que componen los distintos elementos del puente, que están directamente ligados a sus respectivos pesos específicos:

Peso específico del hormigón armado o pretensado:	$\gamma_h = 2.50 \text{ Tm/m}^3$
Peso específico de mezcla bituminosa:	$\gamma_a = 2.40 \text{ Tm/m}^3$
Peso barrera y aceras:	$p = 1.50 \text{ Tm/m}$
Peso específico del acero	$\gamma_h = 7.85 \text{ Tm/m}^3$

- Peso propio. El peso propio del tablero de hormigón se introducirá directamente en el programa, al ser el mismo de canto variable.
- Carga muerta. El valor de la carga muerta para el pavimento viene determinado por dos valores:
  - 1- Valor teórico del producto del espesor y el peso específico
  - 2- Valor teórico del producto del espesor y el peso específico aumentado un 50%, es decir, el primer valor  $1 \times 1,5$ .

#### b) Acciones permanentes de valor no constante

### 1- Pretensado

las acciones producidas por el pretensado se valorarán teniendo en cuenta la forma de introducción en las mismas y la posibilidad de deformación de la estructura.

- Tipo p1: Es la introducida por elementos colocados dentro del contorno de la sección estructural. A todos los efectos se tratará con lo especificado con la norma vigente de la instrucción EHE-08
- Tipo P2: Es la introducida a través de elementos diferenciados del esquema estructural (tirantes, péndolas, pretensado exterior fuera del canto, etc.)

En nuestro caso en particular nos encontramos en el primer supuesto en el cual el valor característico de la fuerza de pretensado en una sección y fase cualquiera será:

$$P_k = P_0 - \Delta P_l - \Delta P_{dif}$$

Más adelante se detallará el predimensionamiento del pretensado y los valores tomados.

### 2- Acciones reológicas

El valor característico de las acciones reológicas se obtendrá a partir de las deformaciones provocadas por la retracción y la fluencia, determinadas en el instante t que se evalúe de acuerdo con lo especificado en la instrucción vigente de las EHE-08.

### 2.3.2. Acciones variables

#### 1) SOBRECARGA DE USO

##### a) sobrecargas verticales

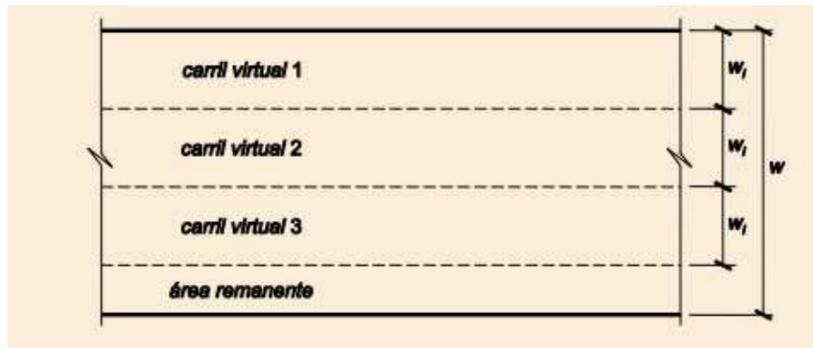
A efectos de aplicación de la instrucción; la plataforma, tablero del puente se dividirá en n carriles virtuales donde se aplicará la sobrecarga de uso, viene determinada por la siguiente tabla:

ANCHURA DE LA PLATAFORMA (w)	NÚMERO DE CARRILES VIRTUALES (n <sub>i</sub> )	ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w <sub>i</sub> )	ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_i = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_i = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$w \geq 6 \text{ m}$	$n_i = \text{ent}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3n_i$

Al encontrarse nuestro tablero a una anchura superior a 6m, entramos en la tercera fila de tabla. Donde nuestro ancho en concreto mide los cuatro carriles añadiendo los 1,50m de arcén a cada lado y la línea divisoria de ambos sentidos de 0,25m nos queda una W de 17,25m.

$$n = \frac{w}{3} = \frac{17,25}{3} = 5 \text{ carriles}$$

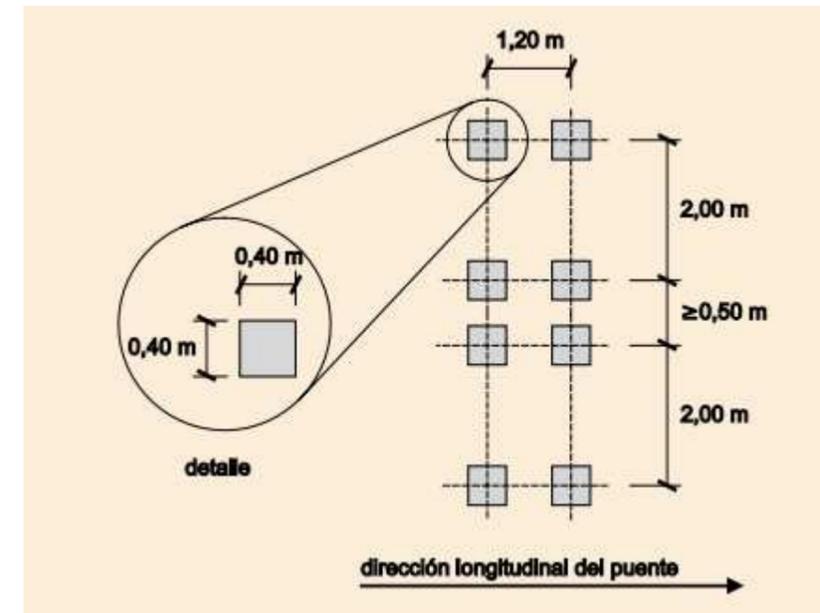
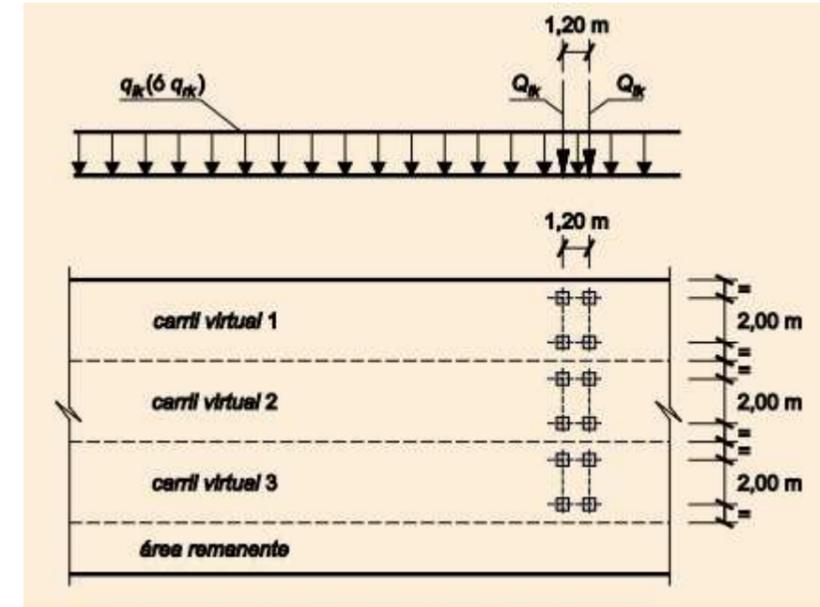
$$\text{área remanente} = 17,25 - 5 \times 3 = 2,25$$



• **Sobrecarga de tráfico de vehículos**

En el caso de cargas de vehículos se considerarán los dos casos simultáneamente, que se muestra a continuación:

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO 2Q <sub>pk</sub> [kN]	SOBRECARGA UNIFORME q <sub>ik</sub> (ó q <sub>rk</sub> ) [kN/m <sup>2</sup> ]
Carril virtual 1	2 · 300	9,0
Carril virtual 2	2 · 200	2,5
Carril virtual 3	2 · 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente (q <sub>rk</sub> )	0	2,5



• **Sobrecarga vertical en zona de uso peatonal**

No se proyecta zona para tránsito de peatones en éste proyecto.

**b) Sobrecargas horizontales**

• **Frenado y arranque**

Es la generada debido al arranque, frenado o cambio de velocidad que provoca una fuerza uniformemente distribuida en dirección longitudinal de la carretera soportada por el puente.

En caso de disponer de doble sentido de circulación se adoptará un único sentido, al ser esta situación la más desfavorable.

El valor característico viene representado por  $Q_{1k}$ , que adopta una fracción del valor de la carga vertical actuando sobre el carril virtual 1, según la siguiente expresión:

$$Q_{1k} = 0,6 \cdot 2Q_{1k} + 0,1 \cdot 2q_{1k} \cdot W1 \cdot L$$

Donde

$Q_{1k}$  representa la carga vertical de un eje sobre el carril 1, que equivale a 300 KN

$q_{1k}$  representa la carga uniformemente distribuida en el carril 1, que equivale a 9 KN/m<sup>2</sup>

$W1$  es el ancho del carril 1 que mide 3m

$L$  es la longitud entre juntas del tablero y en nuestro caso al ser un puente continuo la longitud representa la luz total que es 72,5m.

$$Q_{1k} = 0,6 \cdot 2 \cdot 300 + 0,1 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 72,5 = 751,5 \text{ KN}$$

El resultado debe quedar comprendido entre:

$$180 \leq Q_{1k} \leq 900$$

El valor resultante debido a arranque y frenado queda en 751,5KN

- **Fuerza centrífuga**

La geometría en planta de nuestra obra no presenta curvatura alguna, ya que el tramo ocupado por el puente presenta una alineación recta.

## 2) VIENTO

La acción del viento se asimilará a una fuerza horizontal estática, ya que no reúne las condiciones necesarias para aplicar los efectos aerostáticos que establece la instrucción en el apartado 4.2.9 de la IAP-11.

De acuerdo con estos precedentes se procederá a su cálculo:

- **Empuje del viento**

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} \rho V b^2(T) \right] \cdot C_e(z) \cdot C_f \cdot A_{ref}$$

Donde

$F_w$  empuje del viento (N)

$\rho V b^2(T)$  presión de la velocidad básica del viento (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  densidad del viento

$V_b(T)$  velocidad básica del viento para un periodo T(100 años)

$C_e(z)$  coeficiente de la exposición en función de la altura z

$C_f$  coeficiente de fuerza del elemento considerado

$A_{ref}$  área de referencia expuesta del puente en forma perpendicular al viento (m<sup>2</sup>)

Procedemos al cálculo de los datos de entrada

$$C_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{b,0}$$

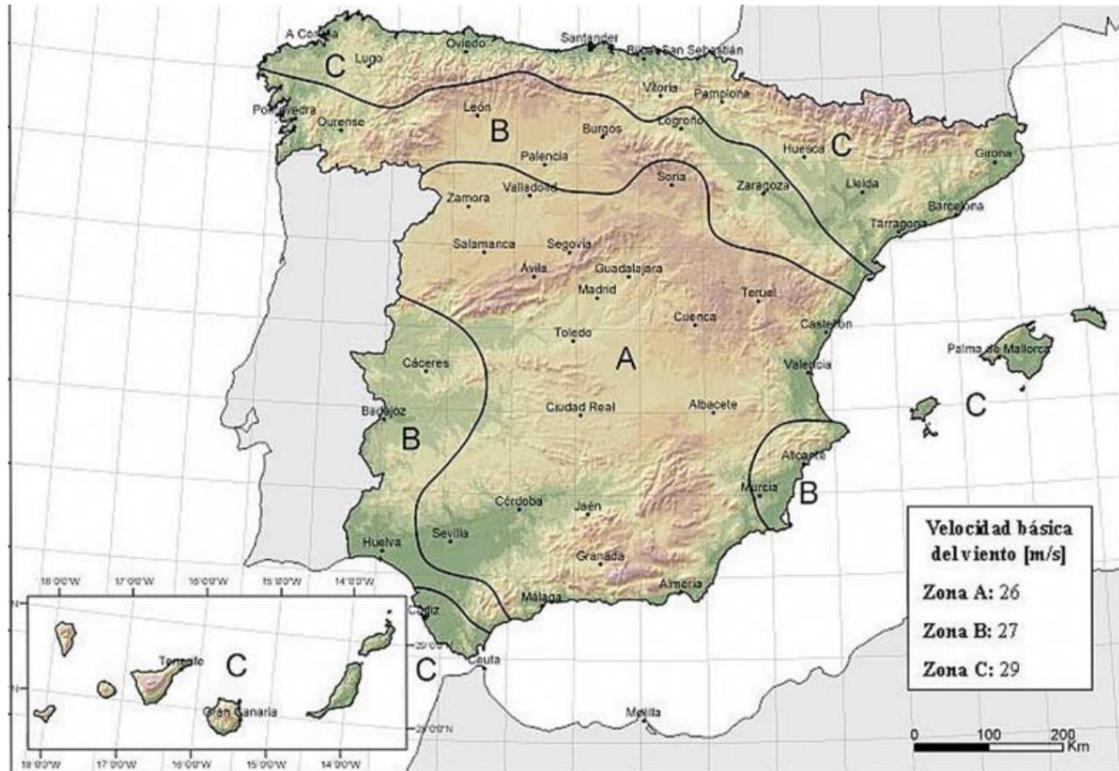
Donde

$C_b$  velocidad básica del viento para un periodo de retorno de 50 años (m/s)

$C_{dir}$  factor direccional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede adoptarse el valor de 1,0

$C_{season}$  factor estacional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede adoptarse el valor de 1,0

$C_{b,0}$  velocidad básica fundamental del viento, que se obtiene según marca la tabla 4.2.a de la presente instrucción



Zona B => 27 (m/s)

La velocidad básica del viento para un periodo de retorno de 50 años nos queda:

$$C_b(T \text{ 50 años}) = 1 \cdot 1 \cdot 27 = 27 \text{ (m/s)}$$

$$C_b(T \text{ 100 años}) = C_b \cdot C_{prob}$$

$C_{prob}$  a falta de datos más precisos 1,04

$$C_b(T \text{ 100 años}) = 27 \cdot 1,04 = 28,08 \text{ (m/s)}$$

$$C_e(z) = K_r^2 \left[ C_0^2 \ln^2 \left( \frac{z}{z_0} \right) + 7 K_t C_0 \ln^2 \left( \frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

Donde

$K_r$  factor del terreno tabla 4.2.b

$C_0^2$  factor de topografía, valor normal 1,0

Z altura del tablero; 7,18m

$Z_0$  longitud de la rugosidad

$K_t$  factor de turbulencia, que se tomara un valor de 1,0

TIPO DE ENTORNO	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0	0,156	0,003	1
I	0,170	0,01	1
II	0,190	0,05	2
III	0,216	0,30	5
IV	0,235	1,00	10

Según la situación actual que presenta el entorno de la obra, nos encontramos en un tipo de entorno II; con un  $k_r=0,190$ ,  $Z_0=0,05m$ ,  $Z_{min}=2m$

$$C_e(z) = 0,19^2 \left[ 1^2 \ln^2 \left( \frac{7,18}{0,05} \right) + 7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \ln^2 \left( \frac{7,18}{0,05} \right) \right] = 2,15$$

• Empuje vertical del viento

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} \rho V b^2(T) \right] \cdot C_e(z) \cdot C_{fz} \cdot A_{ref}$$

$$C_{fz} = 18,45 \cdot 72,5 = 1.337,62 m^2$$

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} 1,25 \cdot 28,08^2(T) \right] \cdot 2,15 \cdot 0,9 \cdot 1337,62 = 1.275 KN$$

$$F_{wk} = 1.275 / 1.337,62 = 0,95 KN/m^2$$

• Empuje horizontal del viento dirección transversal

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} \rho V b^2(T) \right] \cdot C_e(z) \cdot C_{fx} \cdot A_{ref}$$

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} 1,25 \cdot 28,08^2(T) \right] \cdot 2,15 \cdot 1,3 \cdot 268,25 = 369,48 KN$$

$$F_{wx} = 369,48 / 268,25 = 1,377 KN/m^2$$

$$C_{fx} = 2,5 - 0,3 \left( \frac{B}{heq} \right) = 1,004$$

Donde

B anchura total del tablero

H<sub>eq</sub> altura equivalente

$$H_{eq} = \text{canto} + 2 = 1,7 + 2$$

$$A_{ref} = 3,7 \cdot 72,5 = 268,25$$

Dado que el valor  $C_{fx}$  está limitado entre  $1,3 \leq C_{fx} \leq 2,4$

Se toma como valor 1,3

• **Empuje horizontal del viento dirección longitudinal**

para el empuje longitudinal se adoptará el valor del empuje transversal con un porcentaje de reducción y un coeficiente reductor.

El porcentaje de reducción dependerá del tipo de tablero:

-25% tablero tipo cajón, losa o vigas

-50% tableros que presenten huecos, tales como celosía.

En cuanto al coeficiente reductor se calculará mediante la siguiente expresión:

$$1 - \left[ \frac{7}{C_0 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7} \right] \phi[L/L(z)]$$

Donde

L longitud total del puente, 72,5m

L<sub>z</sub> longitud integral de la tubería definida por:

$$L(z) = \begin{cases} 300(z_{min}/200)^{\alpha} & \text{para } z < z_{min} \\ 300(z/200)^{\alpha} & \text{para } z_{min} \leq z \leq 200 \\ 300 & \text{para } z > 200 \end{cases}$$

Nuestro caso =>  $300(z_{min}/200)^{\alpha} = 27,36m$

TIPO DE ENTORNO	$\alpha$
0	0,38
I	0,44
II	0,52
III	0,61
IV	0,67

Tipo de entorno II ,  $\alpha = 0,52$

$$\phi[L/L(z)] = 0,23 + 0,182 \ln\left(\frac{L}{L_z}\right) = 0,40$$

$$0 \leq \phi\left(\frac{L}{L_z}\right) \leq 1$$

$$1 - \left[ \frac{7}{1 \ln\left(\frac{7,18}{0,05}\right) + 7} \right] \cdot 0,4 = 0,76$$

Como valor final nos quedara un empuje longitudinal:

$$F_{wx} = 369,48 \cdot 0,25 \cdot 0,76 = 70,75KN$$

• **Empuje del viento sobre las pilas**

El empuje se obtendrá en función del área de referencia y el coeficiente de fuerza adecuado a la forma de su sección transversal en la siguiente imagen se obtienen las formas geométricas más destacadas:

	$\frac{B}{h}$							
	$\leq 0,2$	0,4	0,6	0,7	1,0	2,0	5,0	$\geq 10,0$
$c_f$	2,0	2,2	2,35	2,4	2,1	1,65	1,0	0,9
	$c_f = 1,4$		sección circular con superficie lisa y tal que: $\phi v_b(T) \sqrt{c_p(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 0,7$				sección circular con superficie rugosa <sup>1)</sup> , o lisa tal que: $\phi v_b(T) \sqrt{c_p(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 1,2$	
	$c_f = 1,8$		$c_f = 1,6$		$c_f = 1,45$		$c_f = 1,3$	
	$c_f = 1,6$		$c_f = 2,2$					$c_f = 2,0$

Nuestra sección es de tipo rectangular por lo que adoptaremos las siguientes medidas:

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} \rho V b^2(T) \right] \cdot C_e(z) \cdot C_d \cdot A_{ref}$$

Puesto que el ancho de la pila es variable se tomará un valor medio entre (3,5-2) con un valor medio de 2,75.

$$B/h = 2,75/0,9=3$$

Para el empuje transversal, interpolando el este valor para obtener el coeficiente nos da un  $C_d=1,42$ ,  $A_{ref}=14,58m^2$

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} 1,25 \cdot 28,08^2(T) \right] \cdot 2,15 \cdot 1,42 \cdot 14,58 = 21,93KN$$

$$F_{wp}=21,93/14,58=1,5KN/m^2$$

En el sentido longitudinal:

$$B/h = 0,9/2,75=0,32$$

Interpolando nos queda un valor  $C_d=2,1$ ,  $A_{ref}=22,27m^2$

$$F_w = \left[ \frac{1}{2} 1,25 \cdot 28,08^2(T) \right] \cdot 2,15 \cdot 2,1 \cdot 22,27 = 49,55KN$$

$$F_{wp}=49,55/22,27=2,22KN/m^2$$

### 3) ACCION TERMICA

En este apartado se van a evaluar las acciones térmicas y para ello se ha de clasificar, según el tipo de tablero que se trate el puente, tal como marca la instrucción.

- Tipo III tablero de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones.

Para los valores representativos de la acción térmica se evaluarán considerando la componente uniforme de temperatura y la componente de diferencia de temperatura.

- **Componente uniforme de temperatura**

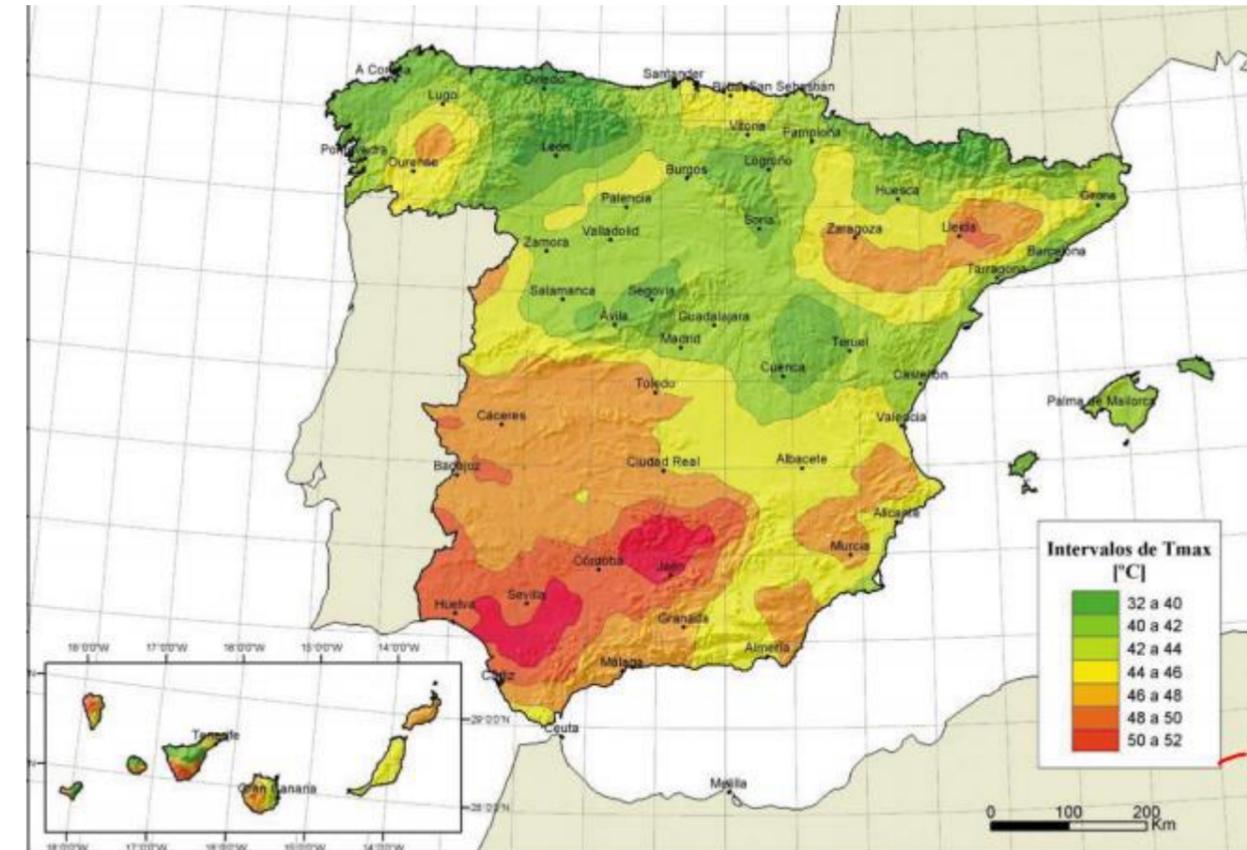
La instrucción marca que para situaciones persistentes se ha de adoptar periodos de retorno de 100 años ( $p=0,01$ ), que se calcularan mediante la siguiente expresión:

$$T_{max,p} = T_{max}\{K1 - K2 \ln[-\ln(1 - p)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min}\{K3 + K4 \ln[-\ln(1 - p)]\}$$

Considerando los siguientes valores:  $K1=0,781$ ,  $K2=0,056$ ,  $K3=0,393$ ,  $K4=-0,156$

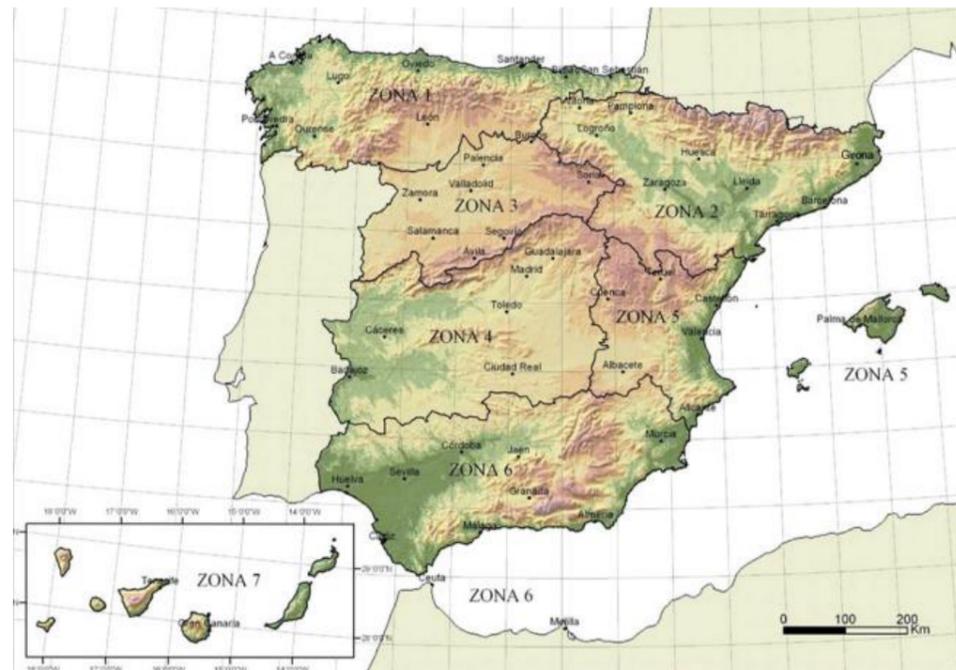
$T_{max}$  se obtiene de la siguiente figura de 4.4.a de la IAP-11



Según el mapa de isotermas adoptamos una  $T_{max}=46C$ .

La  $T_{min}$ , se obtiene de a partir de la tabla 4.3.a en función de la zona en que nos encontremos según la figura 4.3.b de la IAP-11 y la altitud, que presenta 280nm.

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10



Extrapolando la temperatura mínima nos queda un valor de  $-13,80^{\circ}\text{C} \approx -14^{\circ}\text{C}$

De esta manera obtenemos los resultados:

$$T_{max,p} = 46\{0,781 - 0,056 \cdot \ln[-\ln(1 - 0,01)]\} = 47,76^{\circ}\text{C}$$

$$T_{min,p} = -14\{0,393 + (-0,156) \cdot \ln[-\ln(1 - 0,01)]\} = -15,54^{\circ}\text{C}$$

La componente uniforme de temperatura, también denominada temperatura efectiva, tendrá dos valores que se determina a partir de la temperatura del aire:

$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

Los valores  $+\Delta T_{e,min}$ ,  $\Delta T_{e,max}$  se obtienen de la siguiente tabla:

TIPO DE TABLERO	$\Delta T_{e,min}$ [°C]	$\Delta T_{e,max}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

$$+\Delta T_{e,min} = 8, \Delta T_{e,max} = 2$$

$$T_{e,min} = -15,54 + 8 = -7,54^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,max} = 47,76 + 2 = 49,76^{\circ}\text{C}$$

La variación de la componente uniforme de temperatura, en una estructura sin coacción al movimiento, un cambio de longitud del elemento. El rango de variación de la componente uniforme de temperatura será:

$$\Delta TN = T_{e,max} - T_{e,min}$$

$$\Delta TN = 49,76 - (-7,54) = 57,30^{\circ}\text{C}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en dilatación será:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$$

A falta de datos más precisos se podrá adoptar un valor de  $T_0 = 15^{\circ}\text{C}$

$$\Delta T_{N,con} = 15 - (-7,54) = 22,54^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,exp} = 49,76 - 15 = 34,76^{\circ}\text{C}$$

El dimensionamiento de los aparatos de apoyo y de las juntas de dilatación, considerando como máxima variación de contracción ( $\Delta T_{N,con} + 5 = 27,54^{\circ}C$ ); y como máxima variación de dilatación ( $\Delta T_{N,exp} + 5 = 44,76^{\circ}C$ )

• **Componente de la diferencia de temperatura**

A lo largo de un periodo de tiempo determinado, el calentamiento y enfriamiento de la cara superior del tablero dará lugar a una variación de temperatura, que tendrán un valor máximo de calentamiento y un valor máximo de enfriamiento  $\Delta T_{M,heat}$ ,  $\Delta T_{M,cool}$ . tabla 4.3.d IAP-11

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

Los valores mostrados en la tabla anterior son valores para un espesor de pavimento de 50mm.

Para la adecuación a otros espesores se deberá aplicar un coeficiente corrector dado por la siguiente tabla 4.3.e IAP-11.

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$	$k_{sur}$
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento <sup>(1)</sup>	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

Dado que nuestro pavimento está compuesto de un espesor de 60mm hacemos una interpolación para obtener el coeficiente corrector y obtenemos:

$$K_{sur} = 0,97$$

$$\Delta T_{M,heat} = 15 \cdot 0,97 = 14,55^{\circ}C$$

$$\Delta T_{M,cool} = 8 \cdot 1 = -8^{\circ}C$$

Por último se obtiene el coeficiente de dilatación del hormigón y acero.

MATERIAL	$\alpha_T$ ( $\times 10^{-6} \text{ }^{\circ}C^{-1}$ )
Acero inoxidable	16
Acero estructural, hierro dulce o fundición <sup>(1)</sup>	12
Hormigón <sup>(2)</sup>	10

**4) NIEVE**

Según la instrucción solo será necesario considerar la sobrecarga de nieve en zonas de alta montaña o durante la construcción.

Debido a la localización de la obra con una cota de 280msnm y sin datos específicos obtenidos, no se va a considerar la sobrecarga de nieve.

**2.3.1. Acciones accidentales**

**1) IMPACTO**

A efectos de la aplicación de la instrucción, el impacto de un vehículo contra pilas o elemento de sustentación del puente, se asimilará a la fuerza estática ubicada a una distancia más desfavorable entre 0,50m y 1,50m sobre la superficie del pavimento. Esta fuerza actuante se aplicará a una superficie de 0,50m de alto y 1,50m de ancho, o la anchura del propio elemento.

El valor de la fuerza estática horizontal equivaldrá a:

- En la dirección del tráfico 1000KN
- En la perpendicular a la dirección del tráfico 500KN

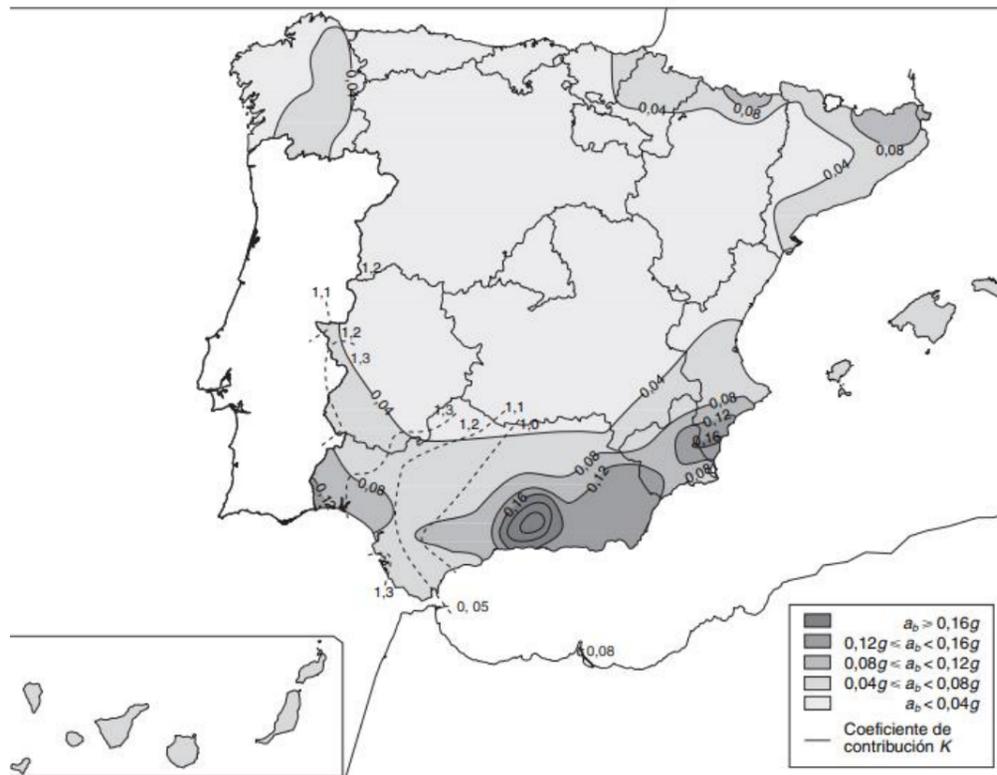
También se considerará que ambas acciones no actúan de forma simultánea.

Por último, el impacto sobre el tablero se asimilará a una fuerza estática de 500KN en dirección del tráfico.

## 2) ACCION SISMICA

No se tienen en cuenta al ser la aceleración de cálculo en la zona de estudio inferior a 0,04 g, según la norma NCSP-07

MAPA SÍSMICO DE LA NORMA SISMORRESISTENTE NCSE-02



	Topo de acción			Valor característico
G	Peso propio	tablero		2,5 tm3
	Carga muerta	pavimento	calzada	2,4 t/m3
		Barrera	Acera	1,5 t/m
Q	Sobrecarga	Carro	Carril 1	60t 0,9t/m2
			Carril 2	40t 0,25t/m2
			Carril 3	20
			Carril 4	
			Carril 5	
	Acciones climáticas	Térmicas	tablero	$\Delta T_{N,con} = 22,54^{\circ}C$ $\Delta T_{N,exp} = 34,76^{\circ}C$
			Tablero horizontal transversal	0,134tm2
		viento	Tablero vertical	0,095t/m2

## 2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

- Hormigones:

- Tablero: HP-40/B/20/I Ib
- Alzados de pilas y estribos: HA-30/B/20/I Ib
- Cimentación: HA-25/F/20/I Ib

- Aceros:

- Acero activo  
1860 S7
- Acero pasivo  
B 500 SD

## 2.5. BASES PARA LA COMBINACIÓN DE ACCIONES

### 2.5.1. Valores representativos de las acciones

El valor representativo de una acción es el valor de la misma utilizado para a verificación de los estados límite último.

- Acciones permanentes**

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico  $G_k$  o  $G^*k$ .

en el caso del pavimento hay dos valores posibles definidos en el apartado 5.1.1, dependiendo de si su efecto es favorable o desfavorable. Estos valores son  $G_{k,sup}$  y  $G_{k,inf}$ .

- Acciones variables**

Acción			$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<b>Sobrecarga de uso</b>	Cargas verticales	Vehículos pesados	0,75	0,75	0
		Sobrecarga uniforme	0,40	0,40	0
<b>viento</b>	Fwk	En situación persistente	0.60	0,20	0
<b>térmica</b>	Tk		0,60	0,60	0,50

### 2.5.2. Valor de cálculo

- Valor de cálculo para comprobaciones en ELU**

Acción		efecto	
		favorable	desfavorable
<b>Permanente de valor constante (G)</b>	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35

<b>Permanente de valor no constante (G*)</b>	Reolçógica	1,0	1,35
	<b>Variable (Q)</b>		
	Sobrecarga	0	1,35
	Acciones climáticas	0	1,50

• **Valor de cálculo para comprobaciones en EIS**

<b>Acción</b>		<b>efecto</b>	
		<b>favorable</b>	<b>desfavorable</b>
<b>Permanente de valor constante (G)</b>	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
<b>Permanente de valor no constante (G*)</b>	Reolçógica	1,0	1,0
<b>Variable (Q)</b>	Sobrecarga	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0

**2.5.3. Combinación de acciones**

• **Estado límite último**

- Situaciones persistentes

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• **Estado límite de servicio**

- Combinación poco probable

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_p P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_p P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

#### **2.5.4. Programas utilizados en el cálculo**

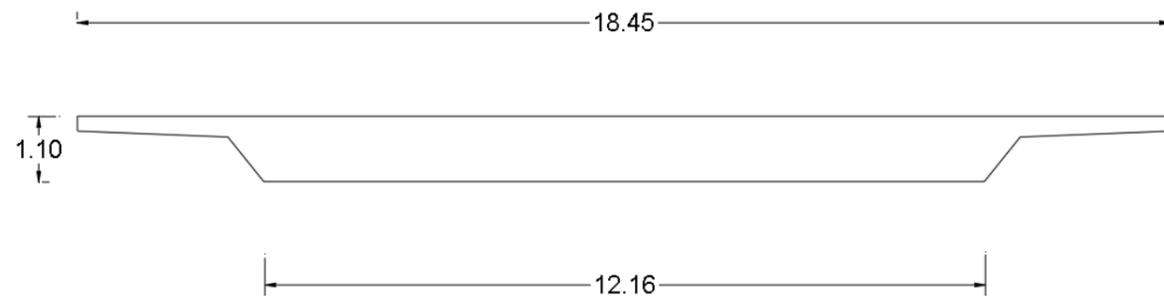
- Sap 2000 v22, utilizado para introducir los diferentes modelos de emparrillados espaciales, realizados de acuerdo a las diversas partes en que se puede considerar dividida la estructura real.
- Autocad 2018, se ha utilizado como herramienta para el conocimiento del área e inercias correspondientes a la sección del puente, losa con alveolos aligerantes circulares
- Csibridge
- Exel, Se utiliza para ordenar datos, hacer cálculos sencillos.
- Prontuario informático del hormigón estructural 3.1.9

### 3. DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DEL TABLERO

Dado que el trazado y la cuantía del pretensado están directamente relacionados con cargas verticales de peso propio, cargas permanentes y sobrecargas que actúan sobre el mismo, se realizara el cálculo longitudinal mediante un modelo de viga continua de canto variable de 3 vanos. Con ello se obtiene una aproximación a la cuantía de pretensado necesario.

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

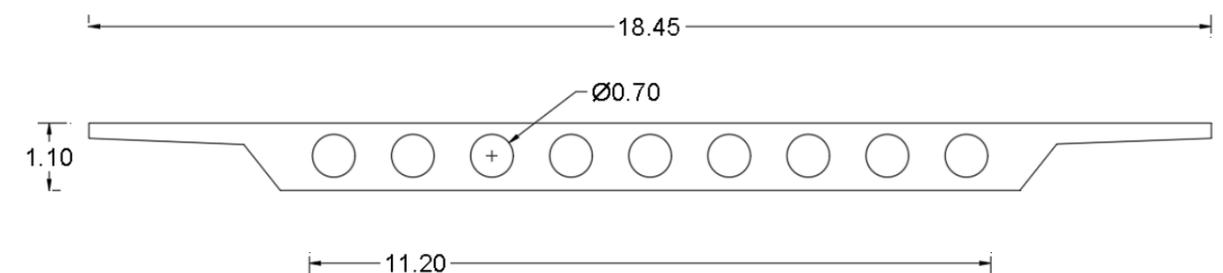
- Zona de estribo sección maciza



```

----- REGIONES -----
Área:                22.7832
Perímetro:           38.6937
Cuadro delimitador:  X: -9.2250 -- 9.2250
                    Y: -1.7000 -- 0.0000
Centro de gravedad:  X: 0.0000
                    Y: -0.7774
Momentos de inercia: X: 19.4959
                    Y: 375.2944
Producto de inercia: XY: 0.0000
Radios de giro:     X: 0.9250
                    Y: 4.0586
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:
                    I: 5.7256 a lo largo de [1.0000 0.0000]
                    J: 375.2944 a lo largo de [0.0000 1.0000]
    
```

- Zona centro de vano-sección aligerada



```

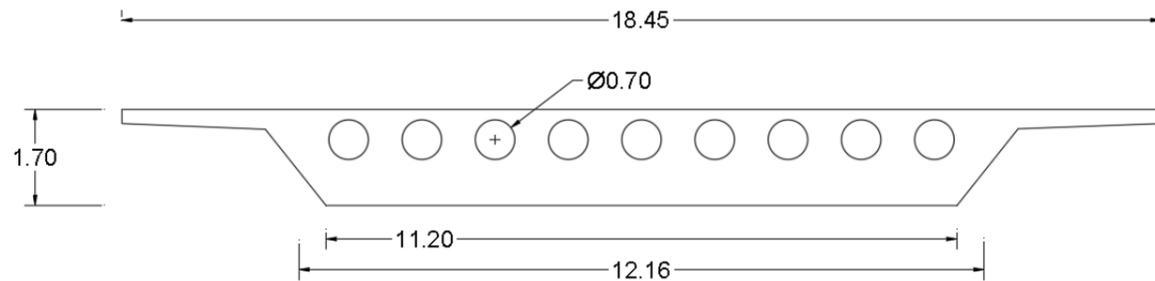
----- REGIONES -----
Área:                15.7780
Perímetro:           38.1205
Cuadro delimitador:  X: -9.2250 -- 9.2250
                    Y: -1.1000 -- 0.0000
Centro de gravedad:  X: 0.0000
                    Y: -0.5029
Momentos de inercia: X: 5.6371
                    Y: 295.5828
Producto de inercia: XY: -0.0001
Radios de giro:     X: 0.5977
                    Y: 4.3283
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:
                    I: 1.6471 a lo largo de [1.0000 0.0000]
                    J: 295.5828 a lo largo de [0.0000 1.0000]
    
```

- Sección de apoyo-pilar sección maciza

```

----- REGIONES -----
Área: 12.3144
Perímetro: 57.9125
Cuadro delimitador: X: -9.2250 -- 9.2250
                    Y: -1.1000 -- 0.0000
Centro de gravedad: X: 0.0000
                   Y: -0.4896
Momentos de inercia: X: 4.4833
                   Y: 256.4534
Producto de inercia: XY: -0.0001
Radios de giro: X: 0.6034
                Y: 4.5635
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:
I: 1.5312 a lo largo de [1.0000 0.0000]
J: 256.4534 a lo largo de [0.0000 1.0000]
    
```

- Sección de apoyo-pilar sección aligerada



```

Área: 19.3196
Perímetro: 58.4857
Cuadro delimitador: X: -9.2250 -- 9.2250
                    Y: -1.7000 -- 0.0000
Centro de gravedad: X: 0.0000
                   Y: -0.8182
Momentos de inercia: X: 18.3421
                   Y: 336.1650
Producto de inercia: XY: 0.0000
Radios de giro: X: 0.9744
                Y: 4.1714
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:
I: 5.4083 a lo largo de [1.0000 0.0000]
J: 336.1650 a lo largo de [0.0000 1.0000]
    
```

### 3.2. ACCIONES EN EL TABLERO

#### ACCIONES PERMANENTES G

- **Peso propio**

$$G_{1,k} = \text{variable}$$

- **Cargas muertas**

Mezcla bituminosa

$$G_{2,k} = A \cdot \gamma = 0,06 \cdot 17,25 \cdot 2,4 = 2,484 \text{ t/m}$$

Acera

$$G_{3,k} = A \cdot \gamma = 0,6 \cdot 0,2 \cdot 2,5 = 0,3 \text{ t/m} > \times 2 \text{ } 0,6 \text{ t/m}$$

Barandilla

$$G_{3,k} = 1,5 \cdot 0,6 = 0,9 \text{ t/m} > \times 2 \text{ } 1,8 \text{ t/m}$$

#### ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE G\*

- Pretensado

Se predimensionará mediante el programa sap 2000.V21

- Reológicas

en esta carga se incluye la temperatura, la retracción y la fluencia.

#### ACCIONES VARIABLES Q

- tren de carros

carril 1 - carro 60t, 0,9t/m<sup>2</sup>

carril2 - carro 40t, 0,25t/m<sup>2</sup>

carril3 - carro 20t, 0,25t/m<sup>2</sup>

carril4 - 0,25t/m<sup>2</sup>

carril5 - 0,25t/m<sup>2</sup>

área remanente - 0,25t/m<sup>2</sup>

se cargan todas las acciones en el programa de sap 2000 v21, que se muestra a continuación.

$$ELU1=1,35(PP+CM)+1,35(2Q_{ik}+q_{ik})+1,5*0,6F_{w,k}$$

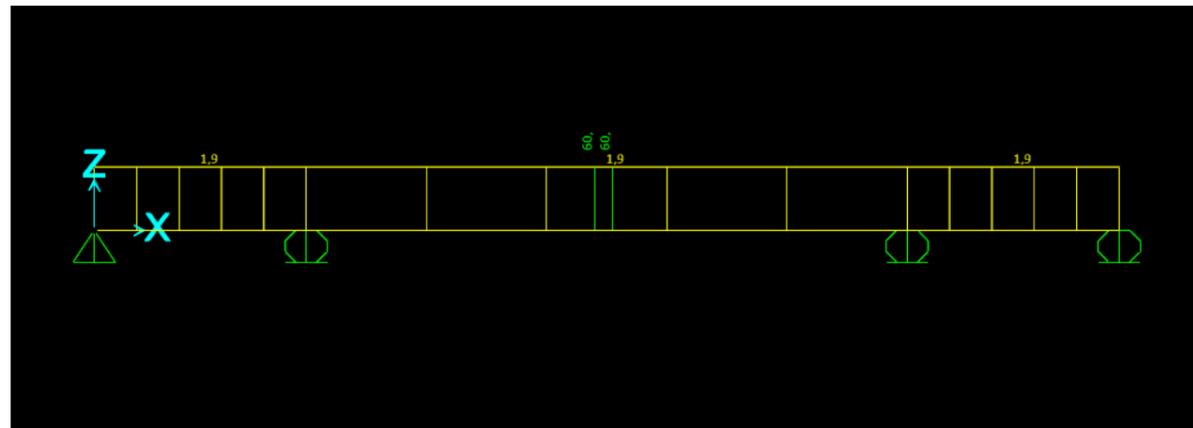
$$ELU2=1,35(PP+CM)+1,35(0,75Q_{ik}+0,4q_{ik})+1,5*0,6F_{w,k}$$

$$ELU3=1,35(PP+CM)+1,35(0,75*2Q_{ik}+0,4q_{ik})+1,5F_{w,k}$$

$$ELS1=1*(PP+CM)+1*(0,75Q_{ik}+0,4q_{ik})+1*0*F_{w,k}$$

$$ELS2=1*(PP+CM)+1*(0,75Q_{ik}+0,4q_{ik})+1*0*F_{w,k}$$

$$ELS3=1*(PP+CM)+1*(0Q_{ik}+0q_{ik})+1*0,2*F_{w,k}$$



### 3.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE PRETENSADO

Previamente a la realización del dimensionamiento se definen unas hipótesis iniciales, debido al desconocimiento de datos suficientes para realizar cálculos con precisión, como las pérdidas totales o momento hiperestático de pretensado. Una vez dimensionado a partir de dichas hipótesis, se calculan las pérdidas, tanto instantáneas como diferidas, y se verificarán los estados límite de fisuración.

Hipótesis iniciales:

- Aproximación de las pérdidas totales a largo plazo a un 25% de la fuerza inicial de pretensado en anclaje activo.
- Estimación del número de vainas a utilizar, con sus correspondientes cordones.
- Aproximación de la sección neta y homogeneizada a la sección bruta.

Para estimar el posible diámetro de las vainas a colocar, se considera que el pretensado produce una presión media en el hormigón de 3 a 5 MPa, por lo que se adopta un valor medio de 4 MPa.

$$\sigma = 4Mp = 400t/m^2$$

$$P = \sigma \cdot A(\text{zona mas desfavorable}) = 400 \cdot 12,52 = 5008 \text{ t}$$

Puesto que el acero es Y1860-S7, se calcula la tensión inicial y el área:

$$\sigma = 0,75 \cdot f_{p,max,k} = 0,75 \cdot 1860 = 1.395Mp$$

$$Ap = \frac{P}{\sigma} = 50080 \cdot \frac{10^3}{1.395} = 35.899,6mm^2$$

Adoptamos cordones de 0.6" de 150 mm<sup>2</sup>, 239,33 = 240 cordones. Se colocarán 10 tendones de 30 cordones en el plano horizontal con un diámetro de vainas de 90mm diámetro interior.

Para el recubrimiento nos basaremos en la instrucción EHE, 37.2.4.2 Recubrimientos de armaduras activas postesas.

$$R_{min}=80mm$$

$$R_p = R_{min} + \Phi_{vaina}/2 = 80 + 45 = 125mm \text{ valor medio}$$

Excentricidad máxima y mínima en el centro de vano al ser esta zona la más sensible:

Centro de vano y estribos

apoyos con pilas

$$e_{inf}^{max} = v' - R_p = 0,51 - 0,12 = 0,39m$$

$$e_{inf}^{max} = v' - R_p = 0,77 - 0,12 = 0,65m$$

$$e_{inf}^{max} = v - R_p = 0,59 - 0,12 = 0,47m$$

$$e_{inf}^{max} = v - R_p = 0,93 - 0,12 = 0,81m$$

A continuación, se calculará el pretensado necesario para soportar las cargas a las que está sometida.

Características mecánicas del hormigón (edad 7 días) etapa constructiva		Características mecánicas del hormigón (Edad 28 días) etapa de servicio	
-Resistencia característica $F_{ck}$ a 28 días	40Mp	-Resistencia característica $F_{ck}$ a 28 días	40Mp
-Resistencia media a 28 días $F_{cm}$	48Mp	-Resistencia media a 28 días $F_{cm}$	48Mp
-Resistencia a compresión $F_{ck,j}$ a 7 días	32,7Mp	-Resistencia a compresión $F_{ck,j}$ a 28 días	40Mp
-Resistencia compresión media a 7 días $F_{cm,j}$	39,3Mp	-Resistencia compresión media a 28 días $F_{cm,j}$	48Mp
-Resistencia a tracción media 7 días	2,9Mp	-Resistencia a tracción media 28 días	3,5Mp
-Modulo elástico $E_{cm,j}$	29088Mp	-Modulo elástico $E_{cm,j}$	30887Mp

**INECUACIONES DE MAGNEL**

**1. APOYO EN PILAS**

• **Etapla constructiva**

$\gamma_p$  desfavorable  $\gamma_p=1,1$

I.  $\sigma_{c,sup} \leq 0,6f_{ck,7} = 0,6 \cdot 32,7 = 19,62Mp$

$$\sigma_{c,sup} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v}{I} + \frac{M_s \cdot v}{I} + \frac{M_{hip} \cdot v}{I} \leq 19,62$$

$$\sigma_{c,sup} = 1,1 \cdot \frac{P}{19,31} + 1,1 \cdot \frac{P \cdot e \cdot 0,81}{18,34} + \frac{59522,4 \cdot 0,81}{18,34} + \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,7 \cdot 0,81}{18,34}$$

$$1,1 \cdot \frac{P}{19,31} + 1,1 \cdot \frac{P \cdot e \cdot 0,81}{18,34} + \frac{-46791,5 \cdot 0,81}{18,34} + \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,7 \cdot 0,81}{18,34}$$

$$0,0485eP + 0,0719P - 2066,58 \leq 19620$$

**Inecuación 1      0,0485eP + 0,0719P ≤ 21686,6**

II.  $\sigma_{c,inf} \geq \sigma_{t,adm} = 0$

$$\sigma_{c,inf} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v'}{I} + \frac{M_s \cdot v'}{I} + \gamma_p \frac{M_{hip} \cdot v'}{I} \geq 0$$

$$\sigma_{c,inf} = 1,1 \cdot \frac{P}{19,31} + 1,1 \cdot \frac{P \cdot e \cdot -0,89}{18,34} + \frac{-46791,5 \cdot -0,89}{18,34} + \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,7 \cdot -0,89}{18,34}$$

$$-0,0533eP + 0,040P + 2270,69 \geq 0$$

**Inecuación 2      -0,0533eP + 0,040P ≥ -2270,69**

• **Etapla de servicio**

$\gamma_p$  favorable  $\gamma_p=0,9$

III.  $\sigma_{c,sup} \geq \sigma_{t,adm} = 0$

$$\sigma_{c,sup} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v}{I} + \frac{M_s \cdot v}{I} + \frac{\gamma_p M_{hip} \cdot v}{I} \leq 19,62$$

$$\sigma_{c,sup} = 0,9 \cdot \frac{P}{19,31} + 0,9 \cdot \frac{P \cdot e \cdot 0,81}{18,34} + \frac{-59522,4 \cdot 0,81}{18,34} + 0,9 \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,7 \cdot 0,81}{18,34}$$

$$0,039eP + 0,046P - 2628,87 \geq 0$$

**Inecuación 3      0,039eP + 0,046P ≥ 2628,87**

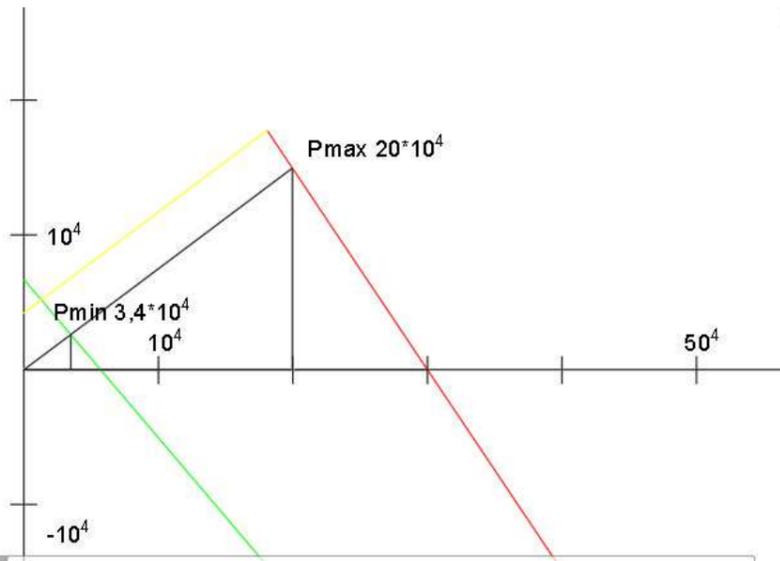
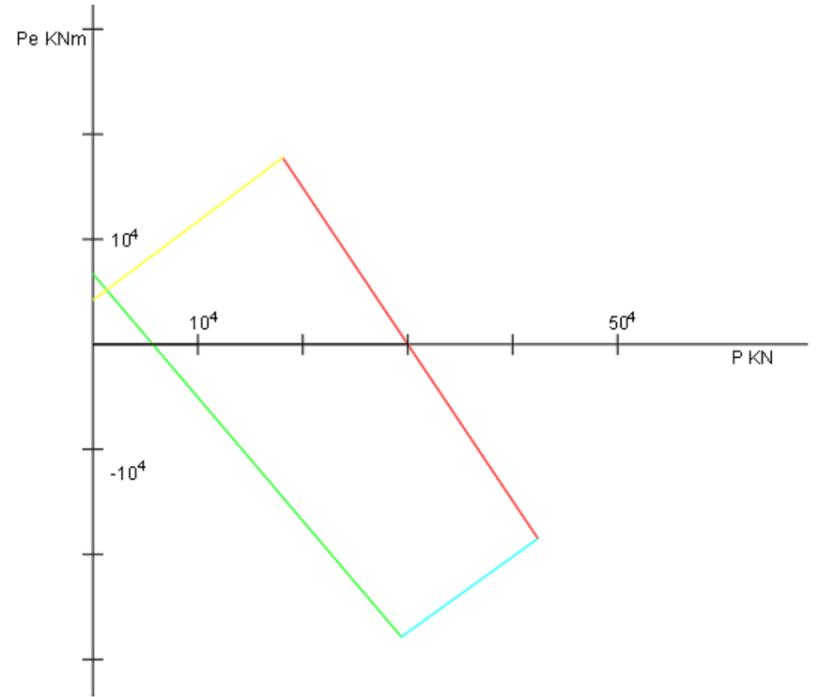
IV.  $\sigma_{c,inf} \leq 0,6f_{c,adm,28} = 0,6 \cdot 40 = 24Mp$

$$\sigma_{c,inf} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v'}{I} + \frac{M_p \cdot v'}{I} + \gamma_p \frac{M_{hip} \cdot v'}{I}$$

$$\sigma_{c,inf} = 0,9 \cdot \frac{P}{19,31} + 0,9 \cdot \frac{P \cdot e \cdot -0,89}{18,34} + \frac{-59522,4 \cdot -0,89}{18,34} + 0,9 \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,7 \cdot -0,89}{18,34}$$

$$-0,043Pe + 0,031P + 2888,49 \leq 24000$$

**Inecuación 4      -0,043Pe + 0,031P ≤ 21111,5**



Vemos que nos resulta para una excentricidad de 0,75m:

$P_{max} = 200.000 \text{ KN}$

$P_{min} = 34.000 \text{ KN}$

Como hemos mencionado anteriormente se supone una pérdida del 25% del pretensado con lo cual dimensionamos la  $P_{min}$  con ese incremento:

$$P_0 = 34.000 \cdot 1,33 = 45.220 \text{ KN}$$

## 2. CENTRO DE VANO

- **Etapla constructiva**

$\gamma_p$  desfavorable  $\gamma_p = 1,1$

$$\sigma_{c,sup} \geq \sigma_{t,adm}$$

$$\sigma_{c,sup} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v}{I} + \frac{M_s \cdot v}{I} + \frac{M_{hip \cdot v}}{I}$$

$$\sigma_{c,sup} = 1,1 \cdot \frac{P}{12,34} + 1,1 \cdot \frac{P \cdot e \cdot 0,48}{4,48} + \frac{33360,3 \cdot 0,48}{4,48} + 1,1 \cdot \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,1 \cdot 0,48}{4,48}$$

$$0,117eP + 0,089P + 3574,34 \geq 0$$

$$\text{Inecuación 1} \quad \mathbf{0,117eP + 0,089P \leq -3574,34}$$

$$\sigma_{c,inf} \leq 0,6f_{ck,7} = 0,6 \cdot 32,7 = 19,62 \text{ Mp}$$

$$\sigma_{c,inf} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v'}{I} + \frac{M_s \cdot v'}{I} + \gamma_p \frac{M_{hip \cdot v'}}{I} \geq 0$$

$$\sigma_{c,inf} = 1,1 \cdot \frac{P}{12,34} + 1,1 \cdot \frac{P \cdot e \cdot -0,62}{4,48} + \frac{33360,3 \cdot -0,62}{4,48} + 1,1 \cdot \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,1 \cdot -0,62}{4,48}$$

$$-0,152eP + 0,055P - 4616,86 \leq 19620$$

$$\text{Inecuación 2} \quad \mathbf{-0,152eP + 0,055P \leq 24236,89}$$

- **Etapla de servicio**

$\gamma_p$  favorable  $\gamma_p = 0,9$

$$V. \quad \sigma_{c,sup} \leq \sigma_{t,adm28} = 0,6 \cdot 40 = 24000 \text{ Kpa}$$

$$\sigma_{c,sup} = \gamma_p \cdot \frac{P}{A} + \gamma_p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v}{I} + \frac{M_s \cdot v}{I} + \frac{\gamma_p M_{hip \cdot v}}{I} \leq 19,62$$

$$\sigma_{c,sup} = 0,9 \cdot \frac{P}{12,34} + 0,9 \cdot \frac{P \cdot e \cdot 0,48}{4,48} + \frac{46421,6 \cdot 0,48}{4,48} + 0,9 \cdot \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,1 \cdot 0,48}{4,48}$$

$$0,096eP + 0,094P + 4973,74 \leq 24000$$

$$\text{Inecuación 3} \quad \mathbf{0,096eP + 0,094P \leq 19026}$$

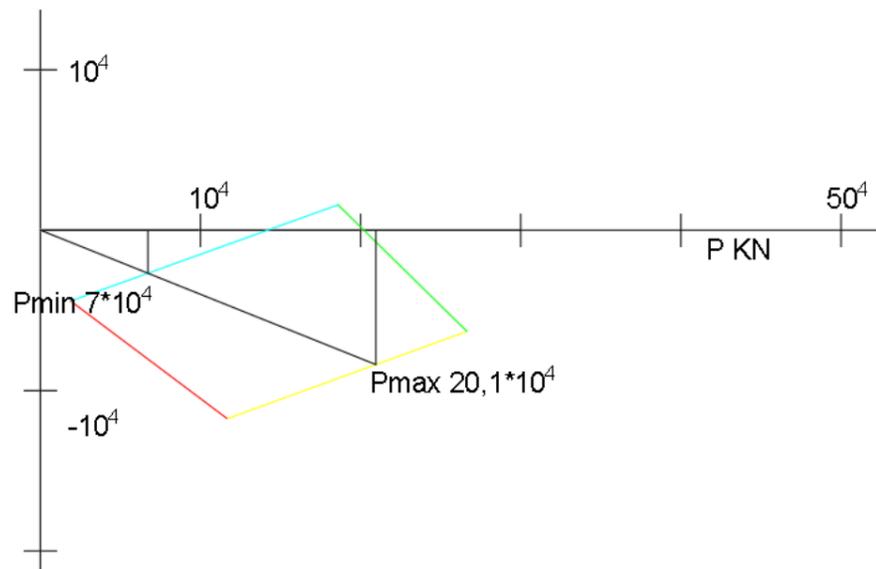
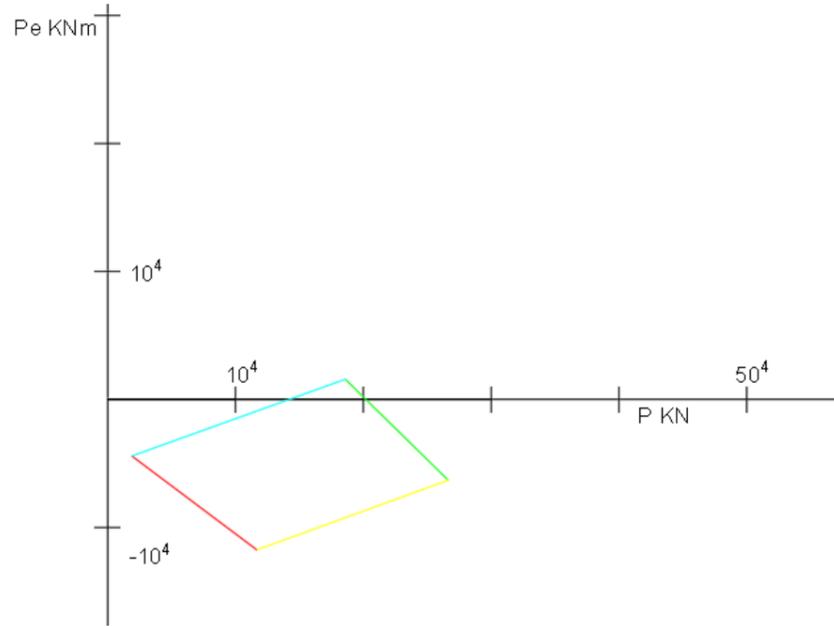
$$\sigma_{c,inf} \geq \sigma_{t,adm} = 0$$

$$\sigma_{c,inf} = \gamma p \cdot \frac{P}{A} + \gamma p \cdot \frac{P \cdot e \cdot v'}{I} + \frac{M_p \cdot v'}{I} + \gamma p \frac{M_{hip} \cdot v'}{I}$$

$$\sigma_{c,sup} = 0,9 \cdot \frac{P}{12,34} + 0,9 \cdot \frac{P \cdot e \cdot -0,62}{4,48} + \frac{46421,6 \cdot -0,62}{4,48} + 0,9 \frac{0,2 \cdot P \cdot 1,1 \cdot -0,62}{4,48}$$

$$-0,124Pe + 0,045P - 6424 \geq 0$$

**inecuación 4 -0,124Pe + 0,045P ≤ 6424**



Con esta segunda ronda obtenemos con un e=0,40m:

$$P_{min} = 70.000KN$$

$$P_{max} = 200.000KN$$

Comprobamos que existe margen suficiente para las pérdidas de pretensado que se

Producirán, que son 25% del total del pretensado inicial. Con lo cual aumentamos la siguiente proporción:

$$P_0 = 70000 \cdot 1,33 = 93.100KN \approx 94.000KN$$

Se comprueba como la fuerza de pretensado necesaria es mayor en el centro de vano del puente, por ello, se procede a dimensionar para esa misma.

$$P_0 = 94.000KN$$

Encontrada la fuerza de pretensado, el área necesaria para el pretensado será:

$$\sigma_{p0} = \min \left\{ \frac{0,75 f_{p,max,k} = 1395Mp}{0,95 f_{p,k} = 1502Mp} \right\}$$

$$A_p = \frac{94.000 \cdot 10^3}{1395} = 67.383,5mm^2$$

Con cordones de 0,6"(150mm<sup>2</sup>), nos quedan 449,2≈450 cordones y disponiendo un total de 20 tendones en el plano horizontal nos quedan 23 cordones por cada tendón.

$$A_p = 69.000mm^2$$

Tabla 1 parábola de la curva

	z(m)	x(m)
1	-0,409	0
2	-0,4173	0,5
3	-0,42	1
4	-0,427	3,5
5	-0,448	6
6	-0,3504	7,875
7	-0,2808	9,75
8	-0,2389	11,625
9	-0,225	13,5
10	-0,2188	14,25
11	-0,2	15
12	-0,2218	15,75
13	-0,229	16,5
14	-0,2398	18,9688

15	-0,2722	21,4375
16	-0,3262	23,9063
17	-0,4018	26,375
18	-0,4989	28,8438
19	-0,6177	31,3125
20	-0,758	33,7813
21	-0,92	36,25
22	-0,758	38,7188
23	-0,6177	41,1875
24	-0,4989	43,6563
25	-0,4018	46,125
26	-0,3262	48,5938
27	-0,2722	51,0625
28	-0,2398	53,5313
29	-0,229	56
30	-0,2218	56,75
31	-0,2	57,5
32	-0,2187	58,25
33	-0,225	59
34	-0,2389	60,875
35	-0,2808	62,75
36	-0,3504	64,625
37	-0,448	66,5
38	-0,427	69
39	-0,42	71,5
40	-0,4172	72
41	-0,409	72,5

### 3.4. PERDIDA DE PRETENSADO

Las pérdidas instantáneas de fuerza son aquellas que se producen durante la operación de tesado y en el momento del anclaje de las armaduras activas, y dependen de las características del elemento estructural en estudio.

$$\Delta P_i = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

- **ROZAMIENTO**

Se tomarán los siguientes coeficientes para la evaluación de las pérdidas según la fórmula de la EHE 20.2.2

$$\Delta P_1 = P_0(1 - e^{-(\mu\alpha + kx)})$$

$P_0$  fuerza de pretensado transmitida por los gatos

$\mu$  coeficiente de rozamiento en curva = 0,21

$k/\mu$  coeficiente de rozamiento parásito = 0,006;  $k=0,0011$

- **PENETRACIÓN DE CUÑAS**

$$\Delta P_2 = \frac{a}{L} * E_p * A_p$$

$a$  penetración de cuñas.

$L$  longitud total del tendón recto.

$E_p$  módulo de deformación longitudinal de la armadura activa.  $1,9 \cdot 10^7$ t/m<sup>2</sup>

$A_p$  sección de la armadura activa.

- **ACORTAMIENTO ELASTICO DEL HORMIGON**

$$\Delta P_2 = \frac{\sigma_{cp} E_p A_p}{E_{cj}} * \frac{n-1}{2n}$$

$A_p$  sección de la armadura activa.

$E_p$  módulo de deformación longitudinal de la armadura activa.  $1,9 \cdot 10^7$ t/m<sup>2</sup>

$\sigma_{cp}$  tensión de compresión media a nivel de centro de gravedad

$E_{cj}$  módulo de deformación longitudinal del hormigón a la edad de  $j$  días. 29088Mp

- **PERDIDA DIFERIDAS**

Para el cálculo de pérdidas por fluencia y retracción del hormigón y relajación del acero se obtienen en primer lugar los coeficientes de retracción y fluencia  $\varepsilon_{cs}(t, t_j)$ ,  $\varphi(t, t_j)$ , según las formulas de la EHE-08.

Las pérdidas diferidas de pretensado se evaluarán según el artículo 20.2.2.2 de la instrucción EHE.

$$\Delta P_{dif} = \frac{n\varphi(t, t_j)\sigma_{cp} + E_p\varepsilon_{cs}(t, t_j) + 0,8\Delta\sigma_{pr}}{1 + n \cdot A_p/A_c(1 + AcYp^2/Ic)(1 + X\varphi(t, t_j))} A_p$$

donde

$n = E_p/E_c$  coeficiente de equivalencia

$\varphi(t, t_j)$ , coeficiente de fluencia a tiempo infinito

$\varepsilon_{cs}(t, t_j)$  deformación de retracción que se produce tras el teso

$\sigma_{cp}$  tensión que se produce en la fibra de centro de gravedad en las armaduras activas debido a la acción de pretensado

$\Delta\sigma_{pr}$  perdida por relajación a longitud constante

$A_c$  área del hormigón

$A_p$  Área de armadura activa

X Coeficiente de envejecimiento. Simplificadamente, y para evaluaciones a tiempo infinito, se adoptará 0,80

$I_c$  : Inercia de la sección de hormigón

### **RESULTADOS**

$\% \Delta P_i = 9,11\%$        $\% \Delta P_i = 8.554 \text{KN}$

Edad del hormigón a tesar 7 dias

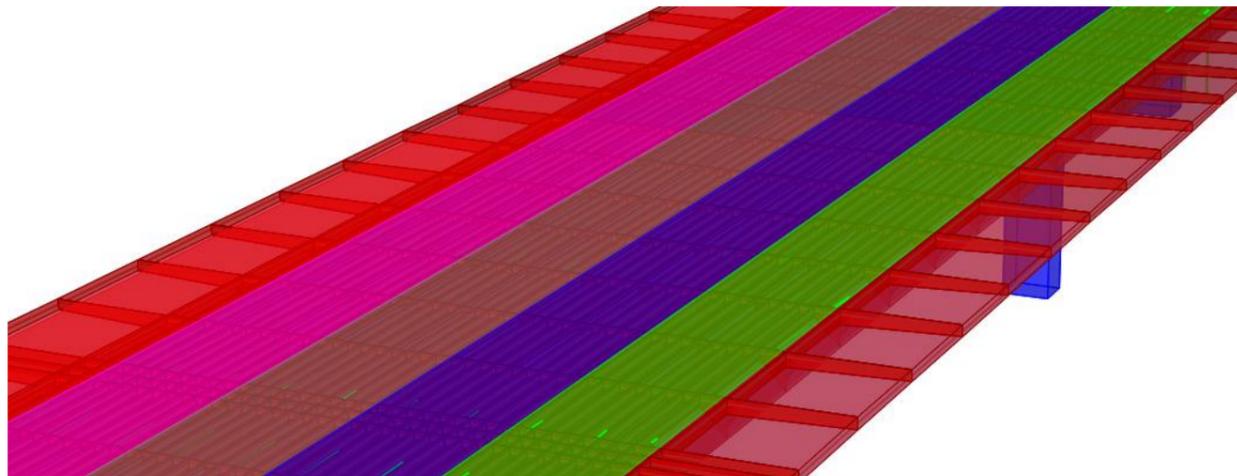
$\% \Delta P_{dif} = 14,85\%$        $\% \Delta P_{dif} = 13.959 \text{KN}$

$\% \Delta P_{total} = 23,96\%$        $\% \Delta P_{total} = 22.522 \text{KN}$

### 3.5. MODELADO DE LA ESTRUCTURA

Para la introducción de cargas, como el pretensado y la posterior obtención de los esfuerzos en los diferentes elementos que conforman la estructura, se ha modelado tridimensionalmente con el programa especializado en el modelado y cálculo de puentes CSIBRIDGE.v21.1.0, el cual nos permite modelar los elementos tipo Shell al tener un interfaz más potente.

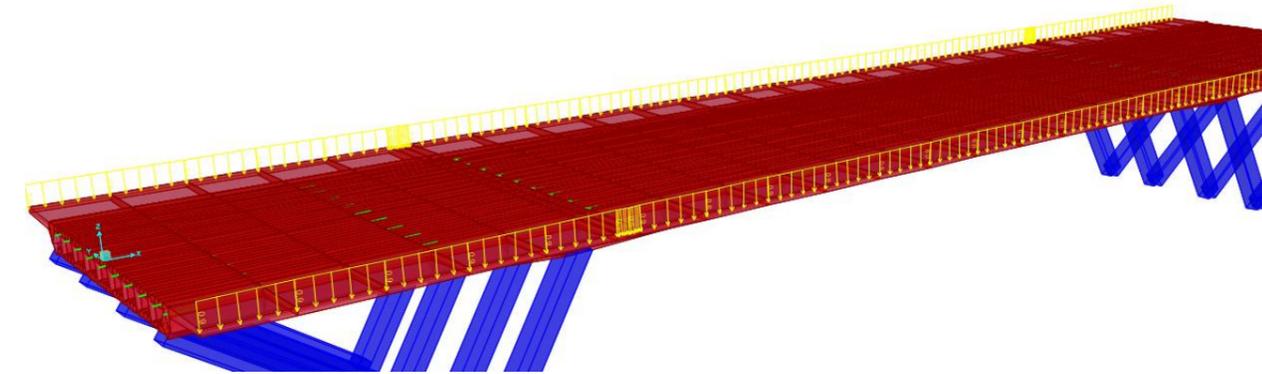
*carriles*



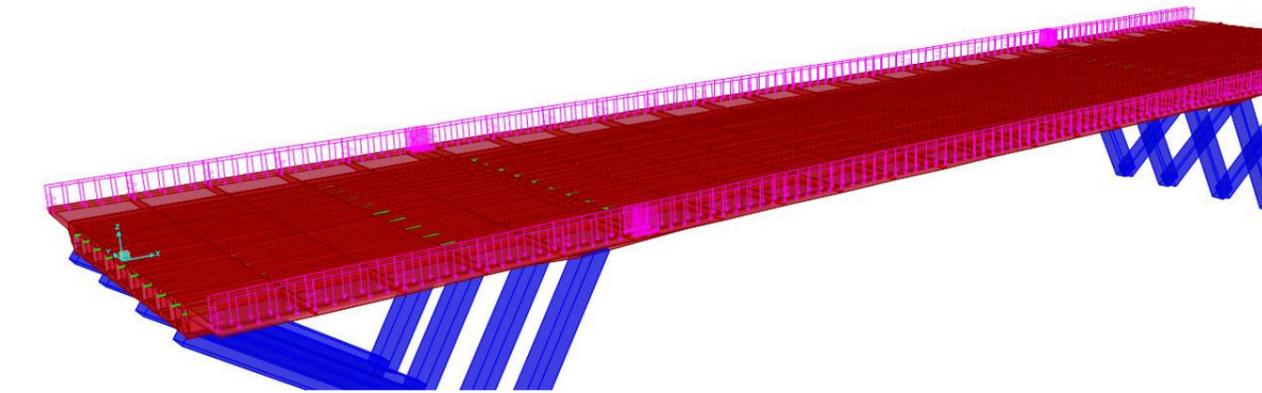
*Sección de tablero*

Item	Value
<b>General Data</b>	
Bridge Section Name	losa
Material Property	HA-40
Number of Interior Girders	8
Total Width	18,45
Total Depth	1,1
Left Exterior Girder Bottom Offset (L3)	0,6
Right Exterior Girder Bottom Offset (L4)	0,6
Keep Girders Vertical When Superelevate? (Area & Solid Mode...)	No
<b>Slab and Girder Thickness</b>	
Top Slab Thickness (t1)	0,25
Bottom Slab Thickness (t2)	0,23
Exterior Girder Thickness (t3)	0,8
Interior Girder Thickness (t4)	0,66
<b>Fillet Horizontal Dimension Data</b>	
f1 Horizontal Dimension	2,54
f2 Horizontal Dimension	2,54
f3 Horizontal Dimension	0,
f4 Horizontal Dimension	0,

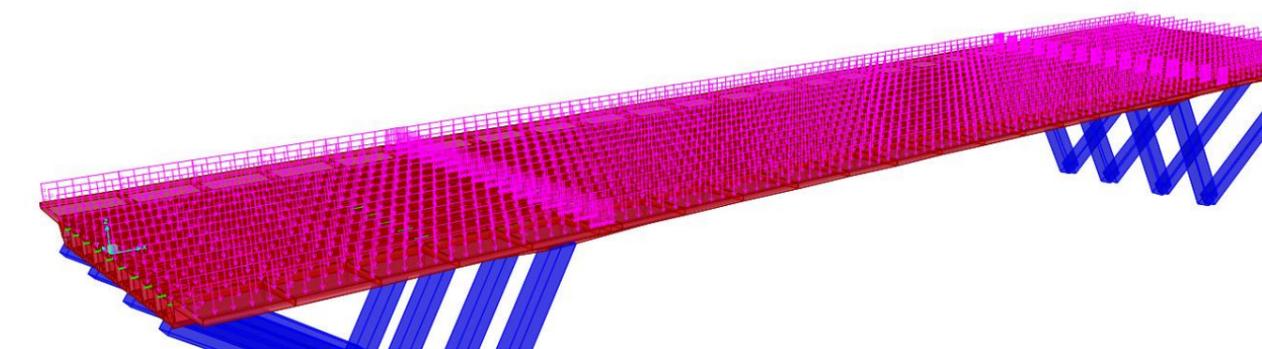
*Barreras*



*Acera*



*Asfalto*



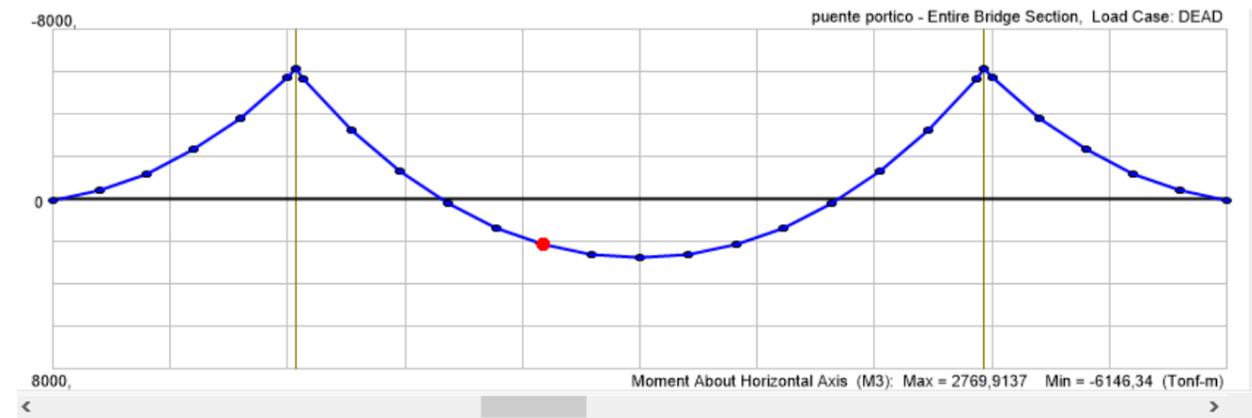
accion del viento

<b>Structure Type/National Annex</b> <input checked="" type="radio"/> Bridge <input type="radio"/> Building National Annex: CEN Default		<b>Loads to Consider</b> <input checked="" type="checkbox"/> Wind on Superstructure <input checked="" type="checkbox"/> Vertical Wind <input checked="" type="checkbox"/> Wind on Substructure	
<b>Wind Angle</b> Modify/Show Angles...		<b>Parameters</b> Basic Wind Speed, Vb: 28,08 m/s Terrain Category: II Orography Factor, Co(z): 1, Turbulence Factor, k1: 1, Air Density, rho: 1,25 kg/m <sup>3</sup> Force Coefficient, Cf,x: 1,3 Force Coefficient, Cf,z_up: 0,9	
<b>Heights</b> Ground Elevation: 7, m <input checked="" type="checkbox"/> Superstructure Height Program Calculated Superstructure Height, Z: 10, m <input type="checkbox"/> Substructure Height Program Calculated Substructure Height, Z: 7, m			
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>			

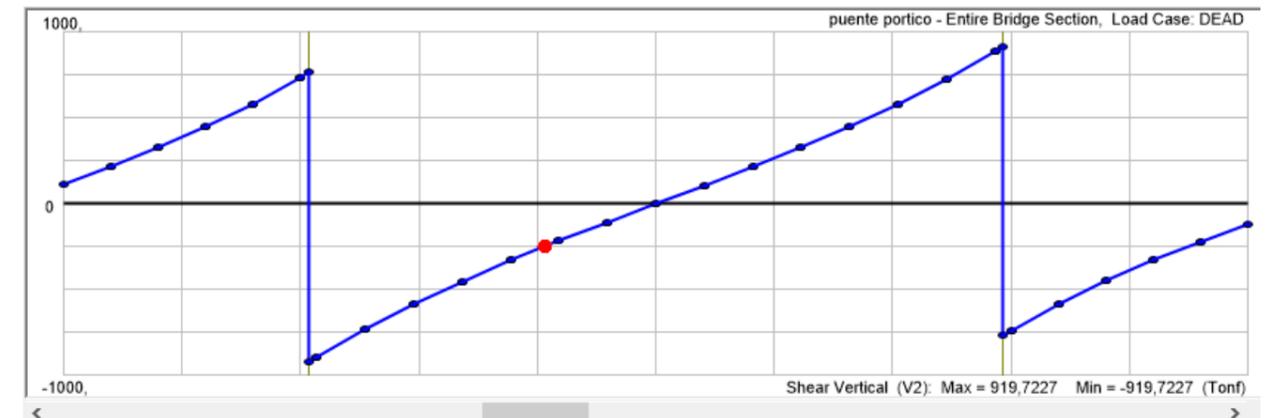
### 3.6. RESULTADOS

#### 3.6.1. Diagrama de momentos y cortante

peso propio Momento flector



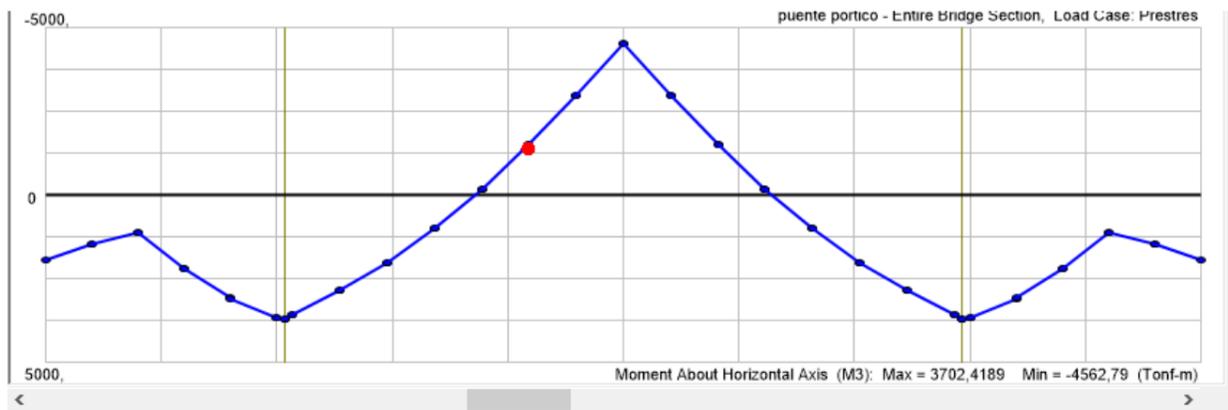
Peso propio cortante



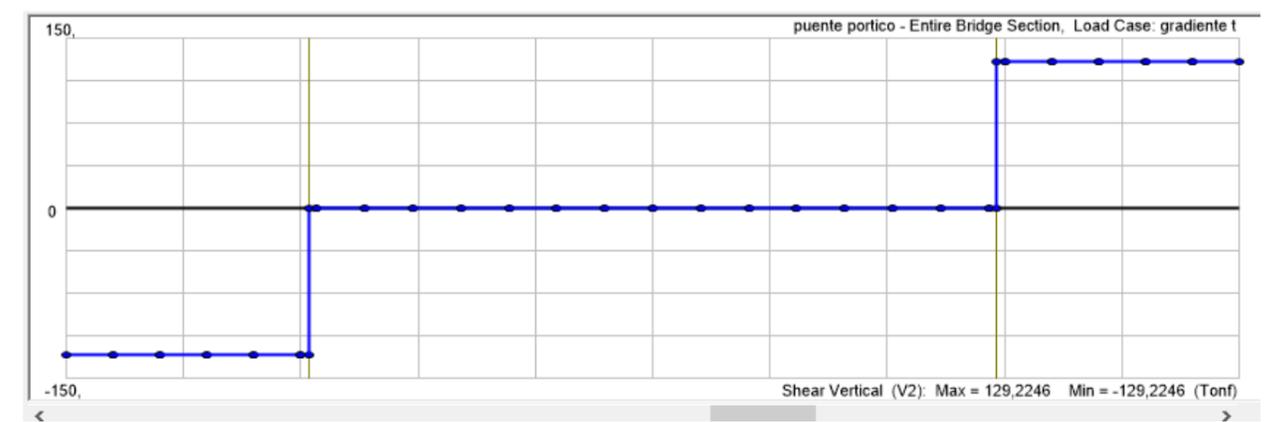
ubicación de tendones

Elevation: Zoom Full S Z Plan: Zoom Full X Y Section: Zoom Full X' 13,4936 Y' -3,3483	Units: Tonf, m, C Coordinate System: GLOBAL Snap To This Item: <input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> Reference Line <input type="radio"/> Tendon Snap To This Span Location: <input checked="" type="radio"/> Anywhere Along Span <input type="radio"/> Every 1/ of Span Mouse Pointer Location: Span: Span 2, Span Dist: 21,25
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

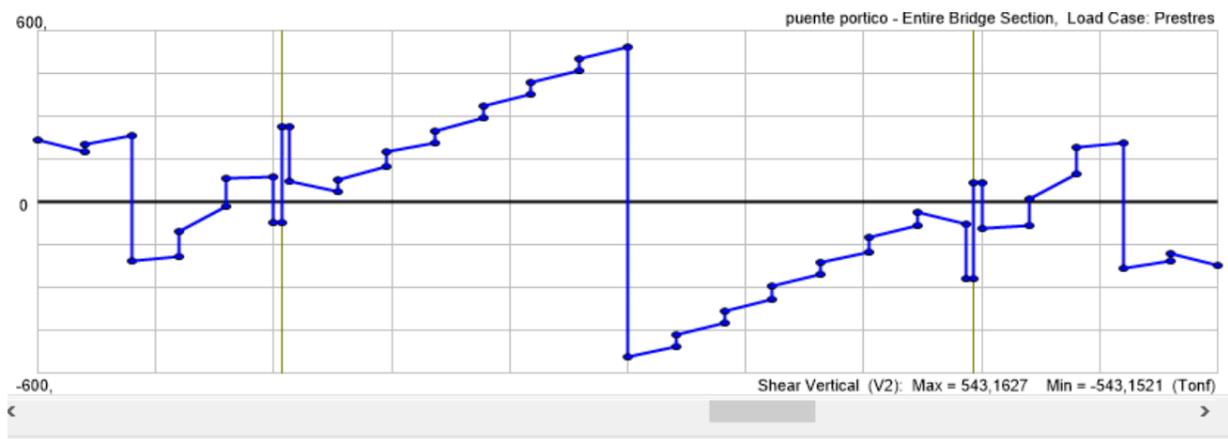
pretensado



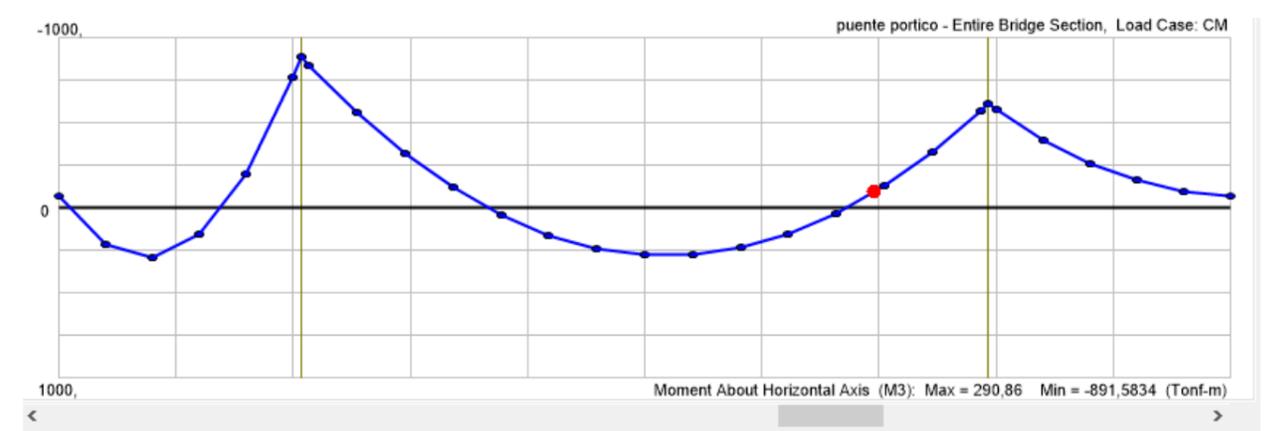
Temperatura Cortante



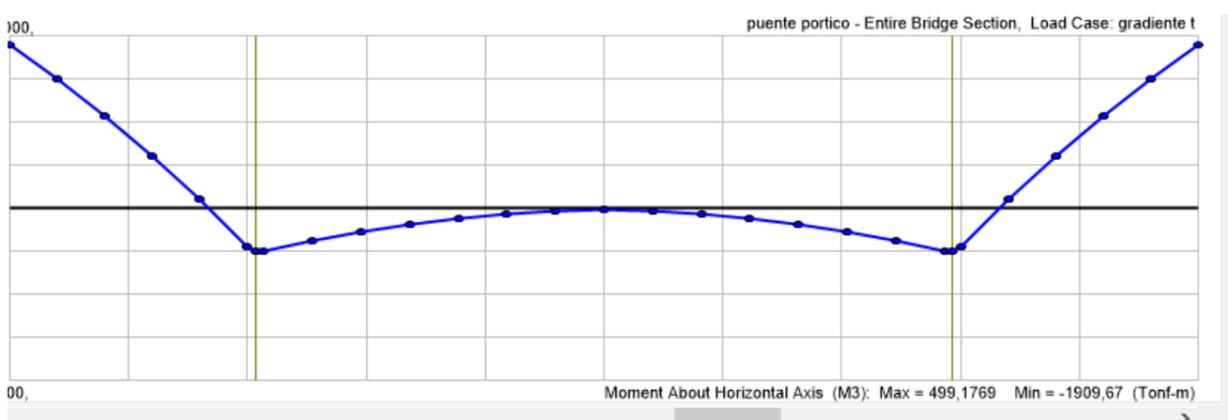
Pretensado cortante



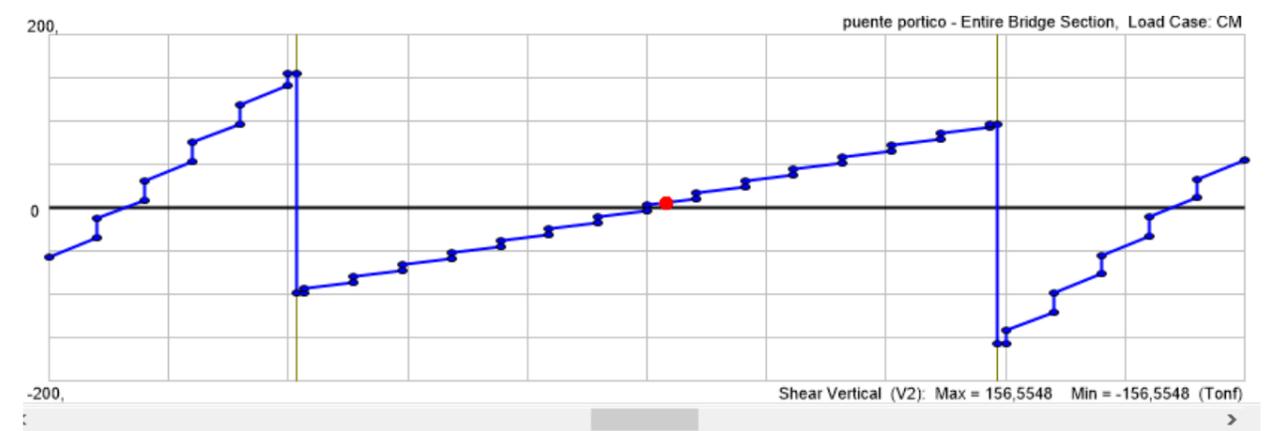
Carga muerta



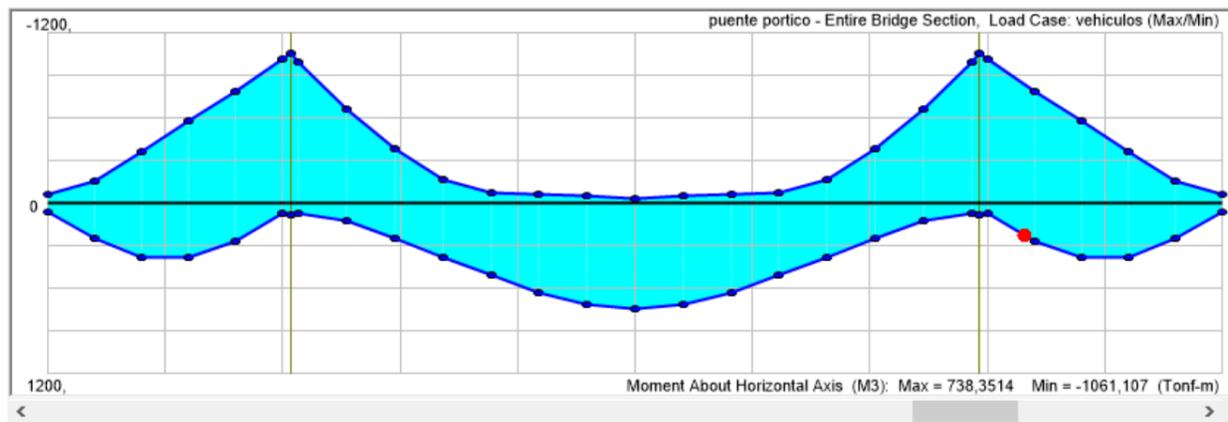
Temperatura momento flector



CM cortante



Carros de carga máximos y mínimos



carros cortente

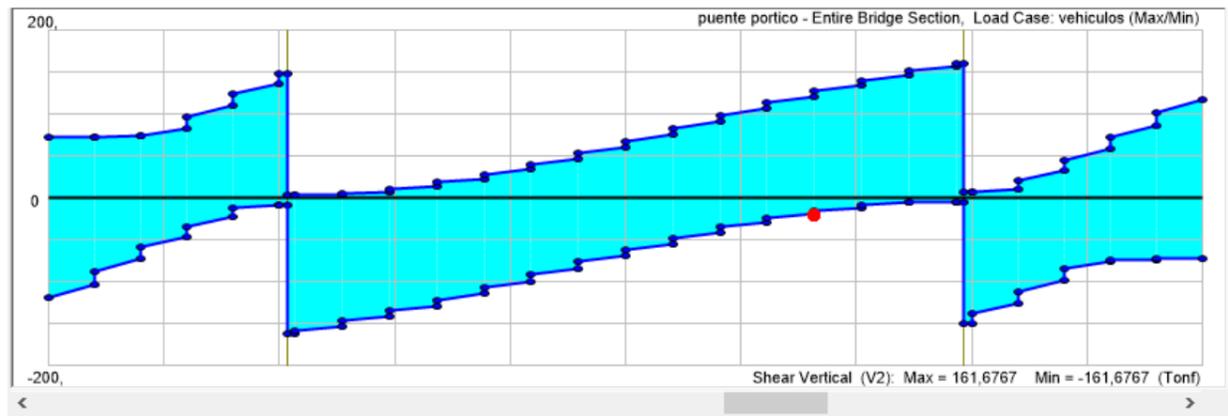


TABLE: Combination Definitions					
ComboName	Combo-Type	AutoDe-sign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
ELU-PERS-SC	Linear Add	No	Linear Direct Hist	camiones movil	1,35
ELU-PERS-SC			Linear Static	CM	1,35
ELU-PERS-SC			Linear Static	Prestres	1
ELU-PERS-SC			Linear Static	DEAD	1,35
ELU-PERS-SC			Linear Static	reologica	1,5
ELU-PERS-SC			Linear Static	viento	0,9
ELS-PP-SC	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-PP-SC			Linear Static	Prestres	1
ELS-PP-SC			Moving Load	SC camiones	1
ELS-PP-SC			Linear Static	CM	1
ELS-PP-SC			Linear Static	reologica	1
ELS-PP-SC			Linear Static	viento	0,6
envolvente carros	Envelope	No	Moving Load	SC camiones	1
envolvente carros			Linear Direct Hist	camiones movil	1
ELS-PP-V	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-PP-V			Linear Static	CM	1
ELS-PP-V			Linear Static	reologica	1
ELS-PP-V			Moving Load	SC camiones	0,6
ELS-PP-V			Linear Static	viento	0,6
ELS-PP-V			Linear Static	Prestres	1
ELS-FREEC-SC	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-FREEC-SC			Linear Static	CM	1
ELS-FREEC-SC			Linear Static	reologica	1
ELS-FREEC-SC			Moving Load	SC camiones	0,5
ELS-FREEC-SC			Linear Static	viento	0,2
ELS-FREEC-SC			Linear Static	Prestres	1
ELS-FREC-V	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-FREC-V			Linear Static	CM	1
ELS-FREC-V			Linear Static	reologica	1
ELS-FREC-V			Moving Load	SC camiones	0,2
ELS-FREC-V			Linear Static	viento	0,5
ELS-FREC-V			Linear Static	Prestres	0,5
ELS-CUASI	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-CUASI			Linear Static	CM	1
ELS-CUASI			Linear Static	reologica	1
ELS-CUASI			Moving Load	SC camiones	0,2
ELS-CUASI			Linear Static	viento	0,2
ELS-CUASI			Linear Static	Prestres	1

ELU-PERS-V	Linear Add	No	Moving Load	SC camiones	0,9
ELU-PERS-V			Linear Static	CM	1,35
ELU-PERS-V			Linear Static	Prestres	1
ELU-PERS-V			Linear Static	DEAD	1,35
ELU-PERS-V			Linear Static	reologica	1,5
ELU-PERS-V			Linear Static	viento	1,5
ELS-FREC	Envelope	No	Response Combo	ELS-FREC-V	1
ELS-FREC			Response Combo	ELS-FREEC-SC	1
ELS-PP	Envelope	No	Response Combo	ELS-PP-SC	1
ELS-PP			Response Combo	ELS-PP-V	1
ELU	Envelope	No			
ELS-DEFORMAION	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS-DEFORMAION			Linear Static	CM	1
ELS-DEFORMAION			Linear Static	Prestres	1
ELS-DEFORMAION			Linear Static	viento	0,6
ELS-DEFORMAION			Moving Load	SC camiones	1

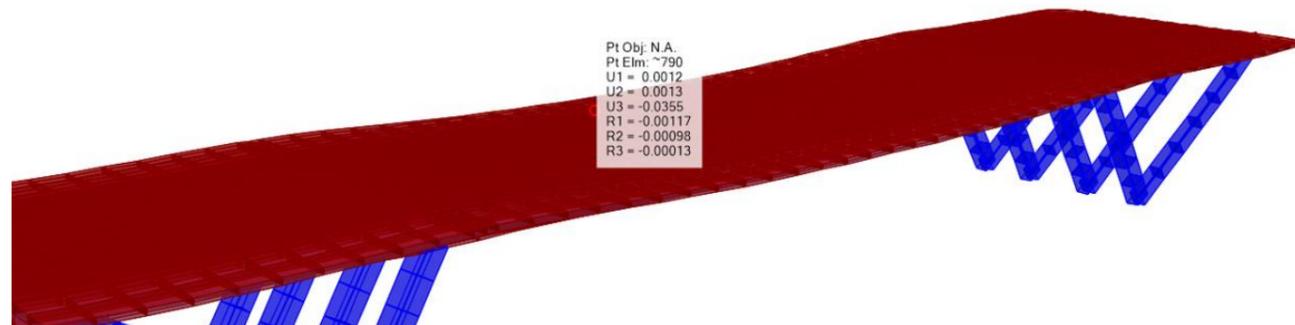
### 3.7. COMPROBACIÓN DE LOS ELS

#### 3.7.1. Estado Límite de deformación

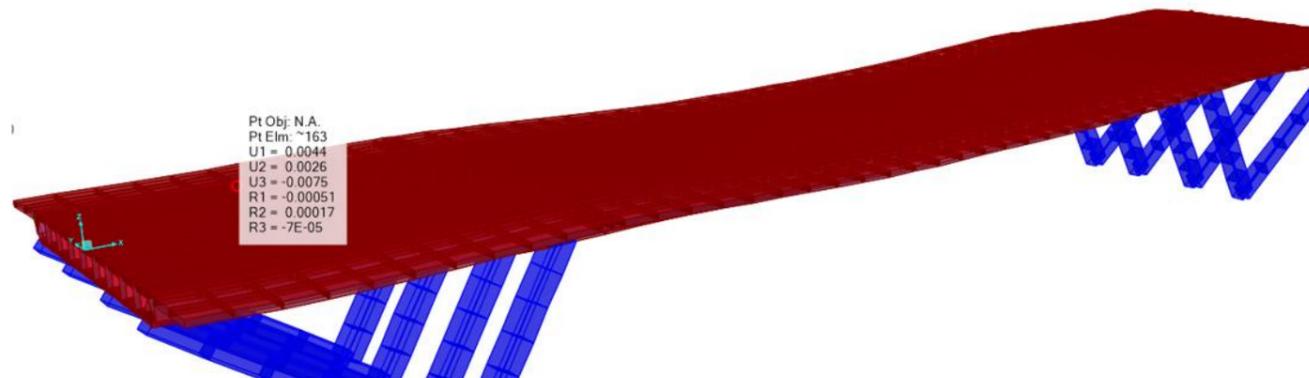
Para realizar las comprobaciones de ELS de fisuración, se procede a efectuar un estudio de las tensiones que se producen a lo largo de la longitud del puente y en este sentido el valor más exigente es la expresión  $L/1000$ , siendo L la longitud del vano de análisis.

En la tipología que estamos analizando nos encontramos con dos tipos de vanos, una lateral y un vano central de 15 y 42,5m respectivamente.

Para el vano central analizando el carril 1, siendo este el más cargado y en el centro de vano encontramos un desplazamiento vertical de 0,035, siendo el límite  $42,5/1000$ , con 0,045 máximo.



Para los vanos laterales nos encontramos con un desplazamiento de 0,0075m, siendo el máximo  $15/1000$  con 0,015m



### 3.8. COMPROBACIÓN ELU FLEXIÓN

En comprobación ELU se debe cumplir:

$$M_u \geq M_d$$

La comprobación de ELU Flexión se realiza en las zonas más desfavorables, es decir, la zona de centro vano y la zona de apoyo central; zonas donde se encuentran los mayores momentos flectores. Una vez realizada la verificación, se procede al dimensionamiento de las armaduras pasivas necesarias.

- ZONA DE APOYO CON PILARES

Para calcular el valor de momento último obtenemos la fibra neutra:

$$M_d = 7.342,26 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$y = \frac{A_p \cdot f_{pyd}}{f_{cd} \cdot d}$$

$$B = 12,16 \text{ m}$$

$$F_{pyd} = 1470 \text{ Mpa}$$

$$F_{cd} = 40/1,5 = 26,66 \text{ Mpa}$$

$$A_p = 69.000 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{69000 \cdot 1470}{26,66 \cdot 12160} = 435.49 \text{ mm}$$

$$M_u = A_p \cdot f_{pyd} \cdot \left( d_p - \frac{y}{2} \right)$$

$$M_u = 11.204,9 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Comprobamos que  $M_u \geq M_d$

$$-11.204,9 \text{ T}\cdot\text{m} \geq -7.342,26 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Verificamos que exista rotura dúctil

$$\epsilon_{p0} + \Delta\epsilon_p \geq \epsilon_{py}$$

$$\frac{\Delta\epsilon_p}{d_p - 0} = \frac{0,0035}{x}$$

$$\Delta\varepsilon_p = 0,0078$$

$$\varepsilon_{p0} = \frac{Pdif}{A_p \cdot E_p} = 0,0060$$

$$\varepsilon_p = 0,0061 + 0,017 = 0,0138$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_{pyd}}{E_p} = \frac{1470}{190} = 0,0077$$

$$\varepsilon_p \geq \varepsilon_y$$

$$0,0138 \geq 0,0077$$

$$\frac{\Delta\varepsilon_p}{dp - 0} = \frac{0,0035}{x}$$

$$\Delta\varepsilon_p = 0,017$$

$$\varepsilon_{p0} = \frac{Pdif}{A_p \cdot E_p} = 0,0061$$

$$\varepsilon_p = 0,0061 + 0,017 = 0,0231$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_{pyd}}{E_p} = \frac{1470}{190} = 0,0077$$

$$\varepsilon_p \geq \varepsilon_y$$

$$0,0231 \geq 0,0077$$

• **ZONA DE CENTRO DE VANO**

$$M_d = 4.557,0 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$y = \frac{A_p \cdot f_{pyd}}{f_{cd} \cdot d}$$

$$B = 11,20 \text{ m}$$

$$f_{pyd} = 1470 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = 40/1,5 = 26,66 \text{ Mpa}$$

$$A_p = 69.000 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{69000 \cdot 1470}{26,66 \cdot 11200} = 472,49 \text{ mm}$$

$$M_u = A_p \cdot f_{pyd} \cdot \left(dp - \frac{y}{2}\right)$$

$$M_u = 9.412,7 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Comprobamos que  $M_u \geq M_d$

$$9.412 \text{ T}\cdot\text{m} \geq 4.557 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Verificamos que exista rotura dúctil

$$\varepsilon_{p0} + \Delta\varepsilon_p \geq \varepsilon_{py}$$

### 3.9. ARMADURA EN TABLERO

#### 3.9.1. Armadura pasiva longitudinal

Para la obtención de la armadura pasiva longitudinal se obtienen de los siguientes artículos de la norma EHE-08

- 42.3.5 **cuantía mínima geométrica**

As=1,8\*Área de hormigón

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 <sup>(1)</sup>		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios <sup>(2)</sup>	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios <sup>(3)</sup>	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios <sup>(3)</sup>	0,7	0,6
Vigas <sup>(4)</sup>		3,3	2,8
Muros <sup>(5)</sup>	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

	x(m)	Ac(m2)	As(cm2)
1	0	15,77	283,86
2	2,5	16,93	304,74
3	5	18,09	325,62
4	7,5	19,25	346,5
5	10	20,41	367,38
6	12,5	21,57	388,26
7	15	22,78	410,04
8	17,5	21,29	383,22
9	20	19,8	356,4
10	22,5	18,31	329,58
11	25	16,82	302,76
12	27,5	15,33	275,94
13	30	13,84	249,12
14	32,5	12,35	222,3

15	35	12,31	221,58
16	37,5	12,31	221,58
17	40	12,35	222,3
18	42,5	13,84	249,12
19	45	15,33	275,94
20	47,5	16,82	302,76
21	50	18,31	329,58
22	52,5	19,8	356,4
23	55	21,29	383,22
24	57,5	22,78	410,04
25	60	21,57	388,26
26	62,5	20,41	367,38
27	65	19,25	346,5
28	67,5	18,09	325,62
29	70	16,93	304,74
30	72,5	15,77	283,86

- 42.3.2 **cuantía mecánica flexión simple o compuesta**

#### APOYO CON PILARES

$$A_p f_{pd} \cdot \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W1}{z} \cdot f_{ct,m,ft} + \frac{p}{z} \cdot \left( \frac{W1}{A_s} + e \right)$$

A<sub>p</sub>=área de armadura activa 69.000mm<sup>2</sup>

f<sub>pd</sub>=resistencia de cálculo de armadura activa adherente 1470Mpa

A<sub>s</sub> =armadura pasiva ¿?

f<sub>yd</sub>=resistencia de cálculo de armadura pasiva adherente 434,77Mpa

f<sub>ct,m,ft</sub>= resistencia media a flexotracción del hormigón 3,51Mpa

W1= modulo resistente de la sección bruta relativo a la sección más traicionada. 25,31 m<sup>3</sup>

d<sub>p</sub>=profundidad de la armadura activa desde la fibra más comprimida 1,30m

d<sub>s</sub>=profundidad de la armadura pasiva desde la fibra más comprimida 1,50m

P= fuerza del pretensado descontadas las pérdidas de pretensado 91.325KN

A= área de la sección bruta del hormigón 22,78m<sup>2</sup>

e= excentricidad del pretensado 0,51m

z=brazo mecánico del hormigón =0,8h 1,36m

Asmec=67,50cm<sup>2</sup>

**CENTRO DE VANO**

$$A_p f_{pd} \cdot \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W1}{z} \cdot f_{ct,m,fl} + \frac{p}{z} \cdot \left( \frac{W1}{A_s} + e \right)$$

A<sub>p</sub> ≥ 69.000mm<sup>2</sup>

f<sub>pd</sub> = 1470Mpa

A<sub>s</sub> = ¿?

f<sub>yd</sub> = 434,77Mpa

f<sub>ct,m,fl</sub> = 3,51Mpa

W1 = 9,33 m<sup>3</sup>

d<sub>p</sub> = 1,00m

d<sub>s</sub> = 0,90m

P = 91.325KN

A = 12,31 m<sup>2</sup>

e = 0,47m

z = 0,8h = 1,36m

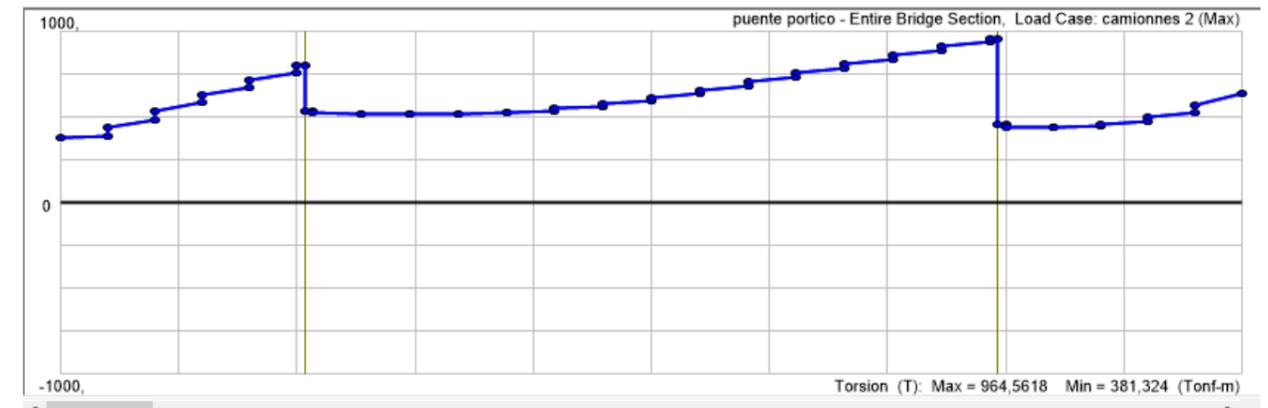
Asmec ≥ -0,126cm<sup>2</sup>

No es requerida armadura pasiva adicional.

**3.9.2. Armadura a cortante y torsión**

Los esfuerzos torsores provocados por la sobrecarga repartida y cargas puntuales de los carros de carga de 60t vienen en el siguiente diagrama:

Momentos torsores de carros de carga



X(m)	Tonf-m	X(m)	Tonf-m
0,00	381,3240	36,25	618,0725
2,90	392,5637	39,21	639,5706
2,90	438,8673	39,21	662,6059
5,80	488,8376	42,18	686,8351
5,80	538,9520	42,18	711,9793
8,70	587,7108	45,14	737,6916
8,70	634,5072	45,14	763,7627
11,60	679,0258	48,11	789,9329
11,60	721,3777	48,11	816,0848
14,50	761,9499	51,07	842,0526
14,50	801,7280	51,07	867,8072
15,00	801,7280	54,04	893,2690
15,00	540,6926	54,04	918,4807
15,50	540,6926	57,00	943,4919
15,50	530,9096	57,00	964,5618
18,46	524,1360	57,50	964,5618
18,46	519,5867	57,50	460,5616
21,43	517,1202	58,00	460,5616
21,43	516,3609	58,00	443,9643
24,39	517,4782	60,90	441,4217
24,39	520,3397	60,90	444,2532
27,36	525,1688	63,80	451,8524
27,36	531,9238	63,80	464,0773
30,32	540,8230	66,70	481,2147
30,32	551,8541	66,70	503,7910
33,29	565,1539	69,60	532,7368
33,29	580,6739	69,60	570,4167
36,25	598,3685	72,50	641,9867

A continuación, vamos a realizar tres comprobaciones a torsión según la EHE 45.2.2.

- $T_d \leq T_{u1}$  Máximo momento torsor que pueden resistir las bielas comprimidas de Hormigón
- $T_d \leq T_{u2}$  Máximo momento torsor que pueden resistir las armaduras transversales.
- $T_d \leq T_{u3}$  Máximo momento torsor que pueden resistir las armaduras longitudinales.

El máximo momento torsor que se ha obtenido según el software CSIBRIDE es de:

$$T_d = 964,56 T \cdot m$$

### **Definición de la sección de cálculo**

La resistencia a torsión de las secciones se calcula utilizando una sección cerrada de pared delgada. Así, las secciones macizas se sustituyen por secciones equivalentes de pared delgada.

El espesor eficaz de la pared de la sección de cálculo será:

$$h_e = \frac{A}{u} \left( \begin{array}{l} \leq h_0 \\ \geq 2c \end{array} \right) = \frac{19,31}{58,48} = 0,33$$

siendo  $h_0 = 0,2$

$$2c = 2(35 + 10) = 90 \text{ mm}$$

No cumpliendo la primera condición  $h_e = h_0 = 0,2$

- Primera comprobación:

$$T_d \leq T_u = 2k\alpha f_{1cd} A_e h_e \frac{\cotg \phi}{1 + \cotg^2 \phi}$$

$$f_{1cd} = 16 \text{ Mpa}$$

$$K = 1,165$$

$$\alpha = 0,6$$

$$\phi = 1,4$$

$$A_e = 10,65$$

Sustituyendo los valores expresados anteriormente obtenemos:

$$T_u = 27.557 T \cdot m$$

$$\text{Siendo } T_d \leq T_u \quad 964,56 T \cdot m \leq 2.557 T \cdot m$$

- Segunda comprobación:

$$T_d \leq T_{u2} = \frac{2A_e A_t}{s_t} \cdot f_{ytd} \cotg \phi$$

$$f_{ytd} = 400 \text{ Mpa}$$

Con separaciones de  $s_t = 25 \text{ cm}$

$$\frac{A_t}{s_t} = \frac{T_d / 2}{2A_e f_{ytd} \cotg \phi}$$

$$T_{u2} = 3.745 T \cdot m$$

$$\text{Siendo } T_d \leq T_u \quad 964,56 T \cdot m \leq 3.745 T \cdot m$$

- Tercera comprobación

$$T_d \leq T_{u3} = \frac{2A_e}{U_e} \cdot A_t f_{ytd} \text{tg} \phi$$

$$U_e = 30,54 \text{ m}$$

$$A_t = 34.178,5 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_e}{U_e} = \frac{34.535,5}{35,54} = \frac{971,63 \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

### **3.9.3. Armadura longitudinal a disponer, torsión y flexión.**

Armadura a disponer en la parte inferior.

Se dispondrá la armadura longitudinal a flexión más la correspondiente a torsión:

$$A_{sfl} = \frac{17.397 \text{ mm}^2}{12,16} = \frac{1429,3 \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

Y utilizando diámetros de  $\Phi 20$ , la separación de barras será:

$$s_l = \frac{A_s \phi 20}{A_{sfl} + A_{st}} = \frac{314,16}{1429,3 + 971,63} = 0,1311 \text{ m}$$

Por lo tanto dispondremos de barras de  $\phi 20 \text{ c}/15 \text{ cm}$

Armadura a disponer en laterales de sección eficaz

Disponiendo diámetros de  $\phi 16/20$

#### Armadura en la parte superior

Se dispondrá la armadura longitudinal a flexión más la correspondiente a torsión:

$$As_{fl} = \frac{17.397 \text{ mm}^2}{18,45} = \frac{943 \text{ mm}}{m}$$

En los voladizos se colocará la necesaria para la flexión.

$$A_{stot} = 943 + 971,63 = 1914,56 \text{ mm}^2/m$$

$$Sl = \frac{As_{\phi 20}}{Asl + A_{st}} = \frac{314,16}{1914,56} = 0,17 \text{ m}$$

Disponiendo diámetros de  $\phi 20/20$

En los VOLADIZOS se colocaran  $\phi 16$  ya que al disponer diámetros de  $\phi 20$  la separación excede los 50cm por lo tanto:

$$Sl = \frac{As_{\phi 16}}{Asl} = \frac{201,062}{934} = 0,21 \text{ m}$$

Disponiendo diámetros de  $\phi 16/22$

#### 3.9.1. Armadura transversal a disponer torsión.

Según la segunda comprobación realizada en el apartado anterior referente a torsión se dispondrán:

Disposición de  $\phi 12/20$

### 3.10. CALCULO DE NEOPRENOS EN ESTRIBOS

CARGAS Y DEFORMACIONES IMPUESTAS:

$$F_{wz} = 15.640,0 \text{ KN}$$

$$F_{wx} = 741,5 \text{ KN}$$

$$P_0 = 94.000 \text{ KN}$$

Área sección transversal apoyo = 22,78m<sup>2</sup>, resto variable

DEFORMACIONES LINEALES:

- Deformación inicial  $\epsilon_{ci} = \frac{P_0}{AcEc} = \frac{94.000}{22,75 \cdot 30887} = 1,34 \cdot 10^{-4}$
- Deformación por fluencia  $\epsilon_{c\phi} = \phi \epsilon_{ci} = 1,7 \cdot 3,4 \cdot 10^{-4} = 5,7810^{-4}$
- Deformación por retracción  $\epsilon_{cs} = 2,1 \cdot 10^{-4}$
- Deformación por temperatura  $\epsilon_{ct} = 3,4 \cdot 10^{-4}$

$$\text{Sumatorio} = \epsilon = 12,62 \cdot 10^{-4}$$

Se han elegido para su dimensionamiento Neoprenos zunchados de 400x500x100(4 cada estribo)

Rigidez del neopreno

$$Ke_1 = Ke_2 = \frac{AG}{ne} N = \frac{400 \cdot 500 \cdot 0,9}{100} 4 = 7,2 \text{ MN}$$

Deformaciones lineales

$$\text{Estribo 1 } \epsilon \cdot X_0 = 12,62 \cdot 104 \cdot 15 = 0,0183 \text{ m}$$

$$\text{Estribo 2 } \epsilon \cdot X_0 = 12,62 \cdot 104 \cdot 15 = 0,0183 \text{ m}$$

$$F_{xkei} = x \cdot Ke_i = 7,2 \cdot 0,0183 = 0,1317 \text{ MN}$$

Deformación debida a compresión

$$\epsilon_z = \frac{1,5 F_{zmax}}{GAS} = 1,5 \cdot \frac{15640}{0,9 \cdot 0,2 \cdot 11,2} = 5,3$$

$$\epsilon_z \leq \epsilon_d$$

**JUNTA DE DILATACION**

ACCIONES	CONTRACCIONES	EXPANSION
Fluencia	$6,7810^{-3}$	
Retracción	$5,1 \cdot 10^{-3}$	
Temperatura	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
frenado	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-3}$
SUMA	0,022	0,01

Desplazamiento total y de la junta = 0,0322m  $\approx$  32,2mm

**3.11. ANCLAJE Y SOLAPE HP-40**

Anclaje posición recta

$\phi$	Longitud neta de anclaje b,neta [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.21	0.15	0.21
8	0.20	0.29	0.20	0.29
10	0.25	0.36	0.25	0.36
12	0.30	0.43	0.30	0.43
14	0.35	0.50	0.35	0.50
16	0.40	0.57	0.40	0.57
20	0.50	0.71	0.50	0.71
25	0.69	0.96	0.69	0.96
32	1.13	1.58	1.13	1.58
40	1.76	2.46	1.76	2.46

Anclaje Patilla

$\phi$	Longitud neta de anclaje b,neta [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.15	0.15	0.21
8	0.15	0.20	0.20	0.29
10	0.17	0.25	0.25	0.36
12	0.21	0.30	0.30	0.43
14	0.24	0.35	0.35	0.50
16	0.28	0.40	0.40	0.57
20	0.35	0.50	0.50	0.71
25	0.48	0.67	0.69	0.96
32	0.79	1.10	1.13	1.58
40	1.23	1.72	1.76	2.46

Anclaje posición Gancho

$\phi$	Longitud neta de anclaje b,neta [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.15	0.15	0.21
8	0.15	0.20	0.20	0.29
10	0.17	0.25	0.25	0.36
12	0.21	0.30	0.30	0.43
14	0.24	0.35	0.35	0.50
16	0.28	0.40	0.40	0.57
20	0.35	0.50	0.50	0.71
25	0.48	0.67	0.69	0.96
32	0.79	1.10	1.13	1.58
40	1.23	1.72	1.76	2.46

Solape posición recta

$\phi$	Longitud de solapo ls [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.27	0.39	0.15	0.21
8	0.36	0.51	0.20	0.29
10	0.45	0.64	0.25	0.36
12	0.54	0.77	0.30	0.43
14	0.63	0.90	0.35	0.50
16	0.72	1.03	0.40	0.57
20	0.90	1.29	0.50	0.71
25	1.24	1.73	0.69	0.96
32	2.03	2.84	1.13	1.58
40	3.17	4.44	1.76	2.46

Solape Patilla

$\phi$	Longitud de solapo ls [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.27	0.27	0.15	0.21
8	0.27	0.36	0.20	0.29
10	0.32	0.45	0.25	0.36
12	0.38	0.54	0.30	0.43
14	0.44	0.63	0.35	0.50
16	0.50	0.72	0.40	0.57
20	0.63	0.90	0.50	0.71
25	0.87	1.21	0.69	0.96
32	1.42	1.99	1.13	1.58
40	2.22	3.10	1.76	2.46

Solape posición Gancho

$\phi$	Longitud de solapo ls [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.27	0.27	0.15	0.21
8	0.27	0.36	0.20	0.29
10	0.32	0.45	0.25	0.36
12	0.38	0.54	0.30	0.43
14	0.44	0.63	0.35	0.50
16	0.50	0.72	0.40	0.57
20	0.63	0.90	0.50	0.71
25	0.87	1.21	0.69	0.96
32	1.42	1.99	1.13	1.58
40	2.22	3.10	1.76	2.46

## 4. PILAS Y TIRANTES

Como se ha explicado anteriormente en el pre dimensionamiento, el conjunto de pilas estará constituido por cuatro pilares empotrados al tablero, que llevarán los esfuerzos recogidos por el tablero a la cimentación. Las dimensiones de cada pila constan de una sección rectangular de 1,00x0,90m.

El primer análisis que se procederá a calcular será la longitud de pandeo:

### 4.1. LONGITUD DE PANDEO PILA

La longitud de pandeo viene dada por la siguiente expresión:

$$H_0 = \beta \cdot H$$

Donde  $\beta$  es la solución de la siguiente ecuación trascendente.

$$C^* \cdot \left(\frac{\pi}{\beta}\right)^3 - \frac{\pi}{\beta} + \tan\left(\frac{\pi}{\beta}\right) = 0$$

$$C^* = \frac{EI}{K_e H^3}$$

$$K_e = \frac{1}{\frac{1}{K_e} + \frac{1}{Kn}}$$

$K_e$  rigidez de la pila que se considera

$Kn$  rigidez del conjunto de la estructura sin considerar la pila ni apoyo.

	Longitudinal			Transversal		
	$K_e$	$C^*$	$\beta$	$K_e$	$C^*$	$\beta$
Pila	1332	4,039	1,92	749	5,525	1,94
H(7,2m)						
Longitud de pandeo	13,824			13,968		

**SOLICITACION DE ESFUERZOS MÁXIMOS:**

N(T)	MI(Tm)
580	270

**4.2. DIMENSIONAMIENTO PILA**

El dimensionamiento de la pila se realizará con el programa "prontuario informático del hormigón estructural 3.1.9"

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08  
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: puente pòrtico  
Fecha: 09/08/2020  
Hora: 20:08:06

**Cálculo de secciones a flexión compuesta esviada**

**1 Datos**

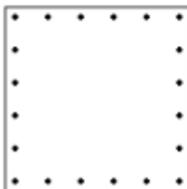
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
Tipo de acero : B-500-S  
fck [MPa] = 30.00  
fyk [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

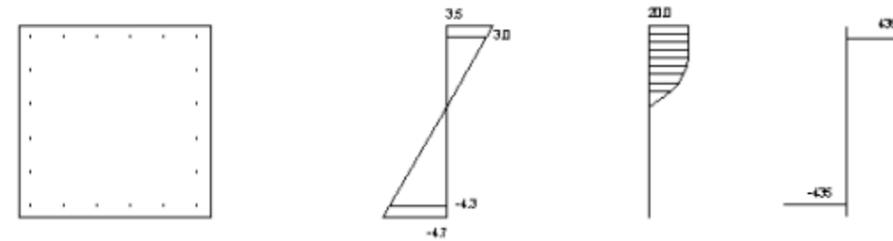
Sección : PILAR  
b [m] = 1.00  
h [m] = 1.00  
x [m] = 0.060

nº barras horizontales = 6  
nº barras verticales = 6



**2 Dimensionamiento**

Nd [kN] = 5800  
Md [kN·m] = 2700



Plano de deformación de agotamiento

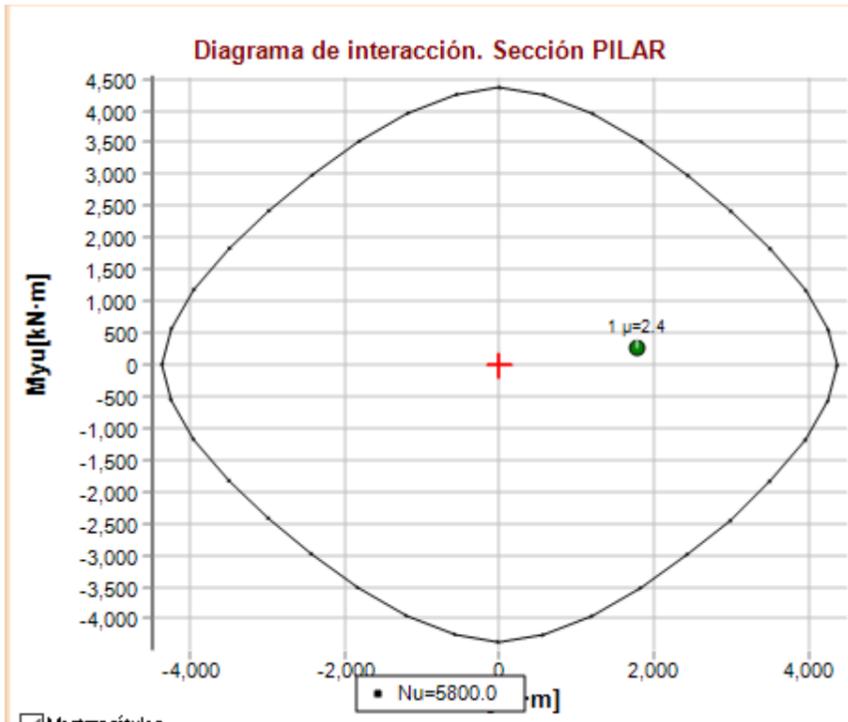
x [m] = 0.424  
1/r [1/m] · 1.E-3 = 8.2  
 $\epsilon_s$  · 1.E-3 = 3.5  
 $\epsilon_s$  · 1.E-3 = -4.7

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	3.0	-434.8
0.940	-4.3	434.8

Propuesta armadura dimensionamiento

Aest [cm²]	$\phi_{est}$ [mm]	A [cm²]	$\phi$ [mm]	Nu [kN]	Mu [kN·m]
44.8	16.9	62.8	20.00	6617.0	3080.4



**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08**  
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: estribo  
Fecha: 09/06/2020  
Hora: 19:38:15

**Cálculo de secciones a flexión compuesta recta**

**1 Datos**

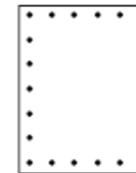
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
Tipo de acero : B-500-S  
fck [MPa] = 30.00  
fyk [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

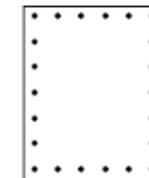
Sección : TIRANTE  
b [m] = 0.80  
h [m] = 1.00  
r [m] = 0.060

nº barras horizontales = 6  
nº barras verticales = 7



**2 Dimensionamiento**

Nd [kN] = -4700  
Md [kN·m] = 380



Con un área de 62,8cm<sup>2</sup> y con Ø25 disponemos de 13 barras longitudinales, pero debido a la separación mínima que exige la norma de no mayor de 30cm disponemos de 20 barras totales

En cuanto al armado transversal dispondremos de cercos de Ø16 a 20 cm.

**4.3. TIRANTES**

SOLICITACION DE ESFUERZOS MÁXIMOS:

	N(T)	MI(TN)
	-470	38

Plano de deformación de agotamiento

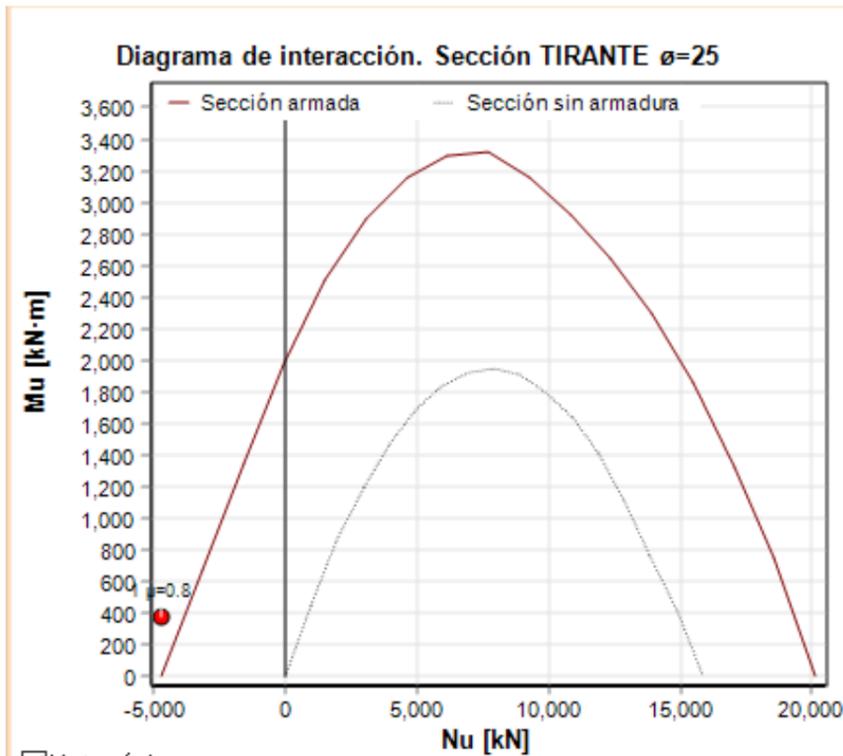
$x$  [m] = -0.031  
 $1/x$  [1/m] · 1.E-3 = 10.3  
 $\epsilon_x$  · 1.E-3 = -0.3  
 $\epsilon_y$  · 1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad [m]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.060	-0.9	186.8
0.940	-10.0	434.8

Propuesta armadura dimensionamiento

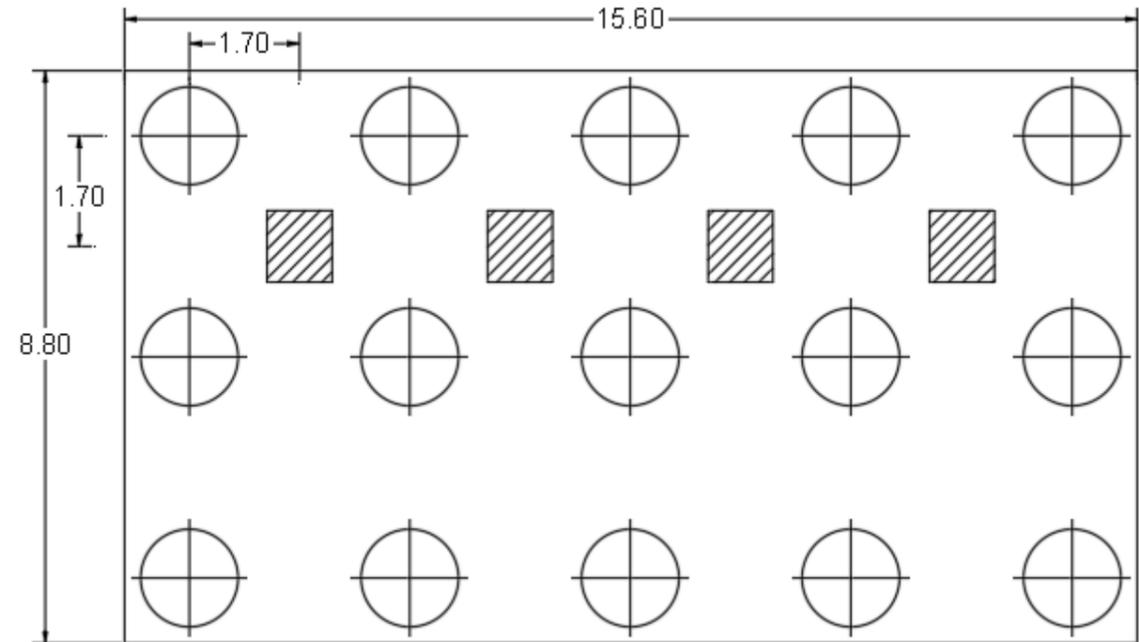
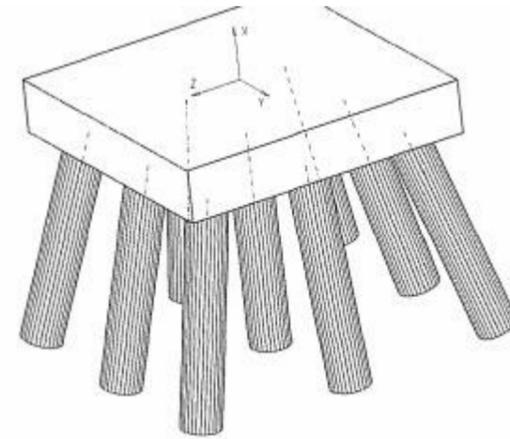
Rest [cm <sup>2</sup> ]	φ <sub>est</sub> [mm]	A [cm <sup>2</sup> ]	φ [mm]	Nu [kN]	Mu [kN·m]
127.9	27.2	176.9	32.00	-6498.1	525.5

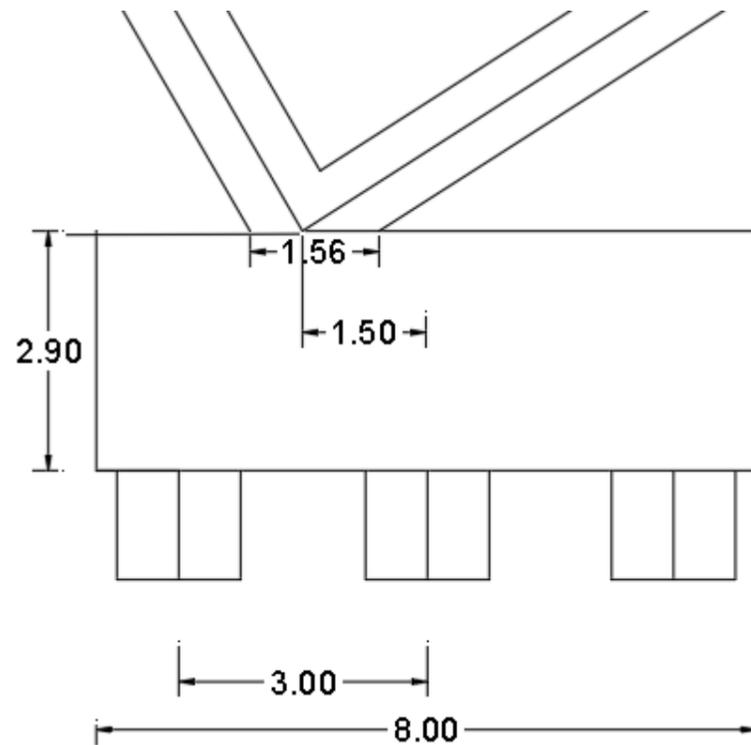


Con un área de 127,9cm<sup>2</sup> y con Ø25 disponemos de 24 barras longitudinales

En cuanto al armado transversal dispondremos de cercos de Ø16 a 20 cm.

### 5. CIMENTACIÓN





En cuanto a la cimentación existen tres modelos de caracterización del suelo que nos permitirán analizar la estructura de una forma u otra.

- El sólido elástico lineal
- El sólido plástico
- El modelo de winkler

En el modelo de sólido elástico lineal nos permite utilizar diversas soluciones del semiespacio elástico conocidas, permitiéndose estudiar con facilidad la influencia de cimentaciones adyacentes. Este tipo de modelo es especialmente apto para estudiar la respuesta en niveles bajos de carga y la comprobación de estados límite de servicios.

El modelo plástico, es especialmente apto para estudiar la respuesta en niveles altos de carga y la comprobación de estados límite de últimos, según el cual los estados posibles de tensión quedan acotados por la superficie de rotura del sólido suelo considerada.

El modelo de winkler, también denominado como el método del coeficiente de balasto o el modelo de viga flotante. Este modelo considera que la presión ejercida en un punto es directamente proporcional al desplazamiento en dicho punto. La constante de proporcionalidad se denomina módulo

de balasto  $k$ . en el caso de cimentaciones por pilotes el modelo permite evaluar de forma sencilla los efectos de coacción lateral del terreno cuando estos están sometidos a acciones horizontales.

Si bien en el apartado de estudio geotécnico se recomienda una cimentación profunda debido a las solicitaciones a que está sometida, se desarrollara un el modelo de winkler, ya que es el más idóneo en cuanto a sencillez y aplicación práctica.

Existen dos tipos de modelos para representar el pilote aislado que son:

- Modelo de barra
- Modelo de ménsula de longitud equivalente.

El método que se va a desarrollar será el modelo de ménsula de longitud equivalente y una matriz de rigidez de los pilotes en suelo homogéneo con un coeficiente de balasto de  $5\text{kg/cm}^3$ .

Los cálculos que se desarrollarán a continuación se van a seguir de acuerdo a las recomendaciones de "Apuntes para su diseño, cálculo y construcción" Javier manterola en el apartado 13.4 Pila, apoyos y cimentaciones.

El análisis sugiere una matriz de la siguiente manera:

$$P = \begin{Bmatrix} N \\ Fy \\ Fz \\ Mt \\ My \\ Mz \end{Bmatrix}, d = \begin{Bmatrix} us \\ uy \\ uz \\ \theta x \\ \theta y \\ \theta z \end{Bmatrix}, P = Kd$$

Datos de partida:

- Profundidad de sustrato estable (10-15m)
- El terreno considerado en el cálculo se ha estimado con una capacidad portante equivalente a  $5\text{ Kg/cm}^2$
- Tensión admisible  $\sigma_{adm} = 5\text{ kg/cm}^2$
- Diámetro de los pilotes =  $1,5\text{m}$
- Hormigón HA-25

### Caracterización del suelo

Para la obtención del módulo de balasto lo obtenemos de la siguiente tabla:

$$Ks = n_n \cdot \frac{z}{D}$$

Compacidad	SPT(N)	Situación respecto al nivel freático	
		Por encima	Por debajo
Floja	4-10	200	120
Media	10-30	500	300
Compacta	30-50	1000	600
Densa	>50	2000	1200

Con una compacidad media y por encima del nivel freático  $n_h=500T/m^3$

$$K_s = 500 \cdot \frac{15}{1,5} = 5000T/m^3$$

**Modelo de ménsula de longitud equivalente**

Rigidez del conjunto frente a acciones horizontales.

$$I_p = \frac{\pi D^4}{64} = 0,249m^4$$

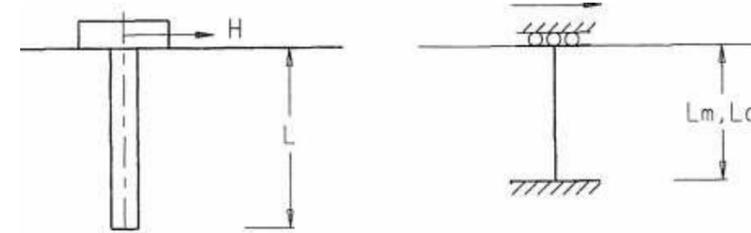
$$E_p = 9,5(25 + 8)^{\frac{1}{3}} = 30,471GPa$$

$$E_p \cdot I_p = 3,047 \cdot 10^6 \cdot 0,249 = 758703Tm^2$$

$$L_e = \sqrt[5]{E_p \cdot \frac{I_p}{n_h}} = \sqrt[5]{\frac{758703}{500}} = 4,3273m$$

Si se considera el pilote empotrado en cabecera:

Tipo de suelo	Tipo de pilote	$L_{aj}$	$L_{aj}$
cohesivo $L_e = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{K_s}}$	Libre	1.4 $L_e$ si $\frac{a}{L_e} \geq 2$ 1.6 $L_e$ si $\frac{a}{L_e} < 2$	0.5 $L_e$
	Empotrado	2.2 $L_e$	1.5 $L_e$
granular $L_e = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}}$	Libre	1.8 $L_e$ si $\frac{a}{L_e} \geq 1$ 2.2 $L_e$ si $\frac{a}{L_e} < 1$	0.8 $L_e$
	Empotrado	2.5 $L_e$	2.0 $L_e$



$$L_d = 2,5 \cdot L_e = 2,5 \cdot 4,327 = 10,81m$$

$$L_m = 2 \cdot L_e = 2 \cdot 4,327 = 8,65m$$

La rigidez de un pilote frente a una acción horizontal será:

$$K = 12 \cdot \frac{E_p I_p}{L_e^3} = 12 \cdot \frac{758703}{10,81^3} = 600,61 T/m$$

**Cálculo de la matriz de rigidez del pilote**

Al considerarse un estrato homogéneo, en el que se cumple la condición de pieza larga:

$$L_y=2,026, L_z=1,81, L_x=4,327m, L=15m$$

Podemos obtener la matriz de rigidez de forma analítica:

$$E_p A_p = 5384493T$$

$$E_p I_{py} = 758703Tm^2$$

$$G_p I_{px} = \frac{3,0471}{2(1+0,2)} \pi \cdot \frac{1,5^2}{32} = 280442 Tm^2$$

La constante k se obtiene de la siguiente expresión:

$$K = \frac{L + a}{E_p A_p} \cdot \frac{1}{\frac{D}{40Qh} + \frac{a + \alpha L}{E_p A_p}} = \frac{1}{\frac{E_p A_p D}{40Qh(L + a)} + \frac{a + \alpha L}{a + L}}$$

La carga de hundimiento de pilote, considerando un tope estructural de 40Kp/cm2 y un coeficiente de seguridad de 3.

$$Qh = 400 \cdot \frac{1,5^2}{4} \cdot 3 = 2121T$$

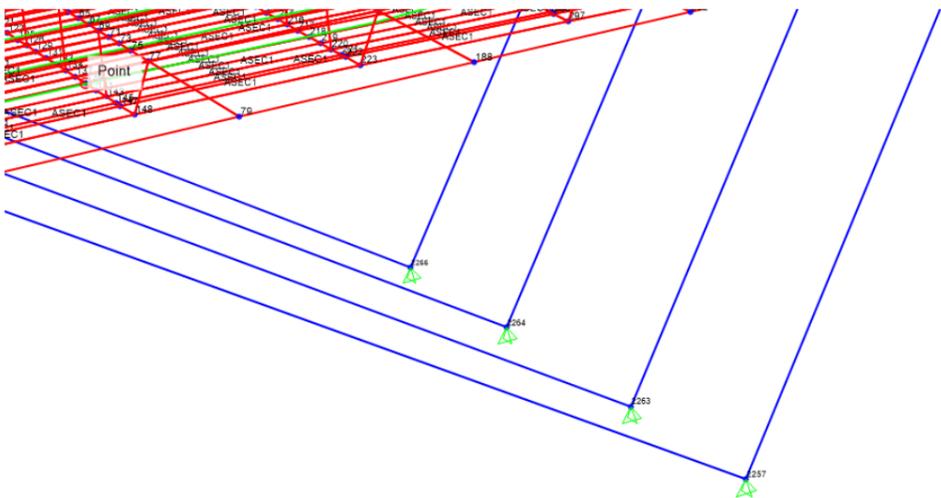
$$K = \frac{1}{\frac{5384493 \cdot 1,5}{40 \cdot 2121(15 + 0)} + 0,75} = 0,1409$$

$$\mathbf{K} = \begin{pmatrix} k \frac{E_p A_p}{L+a} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{2} E_p I_{pc}}{L_z^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{E_p I_{pc}}{L_z^2} \\ 0 & 0 & \frac{\sqrt{2} E_p I_{pc}}{L_y^3} & 0 & \frac{E_p I_{pc}}{L_y^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{G_p I_{pc}}{L+a} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{E_p I_{pc}}{L_y^3} & 0 & \frac{\sqrt{2} E_p I_{pc}}{L_y} & 0 \\ 0 & -\frac{E_p I_{pc}}{L_z^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{\sqrt{2} E_p I_{pc}}{L_z} \end{pmatrix}$$

La matriz de rigidez de un pilote se muestra en la siguiente matriz elaborada en excel.

50578,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	179085,57	0,00	0,00	0,00	-225845,27
0,00	0,00	128572,01	0,00	166297,10	0,00
0,00	0,00	0,00	18696,13	0,00	0,00
0,00	0,00	166297,10	0,00	527929,70	0,00
0,00	-225845,27	0,00	0,00	0,00	589586,42

Reacciones en cabecera de encepado:



Para realizar la operación de matrices y obtener los desplazamientos del encepado y pilotes obtenemos la traspuesta de la matriz de rigidez:  $K^t$

1,64761E-	0	0	0	0	0
06	0	0	0	0	0
0	9,00181E-07	0	0	0	3,44821E-07
0	0	1,0938E-06	0	-3,4454E-07	0
0	0	0	4,4572E-06	0	0
0	0	-3,4454E-07	0	2,6638E-07	0
0	3,44821E-07	0	0	0	2,73428E-07

P

2772
631
15
13,5
16
9,55

Tras realizar varias pruebas con distintos números de pilotes y considerar la cimentación como inamovible, imponemos unos desplazamientos mínimos y llegamos a la conclusión de un dimensionamiento de 18 pilotes de 3 en el eje paralelo al eje del tablero y 9 en la dirección perpendicular del eje del tablero.

0,004567173
0,000571307
1,0894E-05
6,01729E-05
-9,06016E-07
0,000220193

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
2257	DEAD	LinStatic		212,4407	1,8162	361,8765	0	0,37898	1,61798
2257	viento	LinStatic		4,7373	-1,3099	12,9743	0	-1,08205	0,96184
2257	Prestres	LinStatic		418,3629	-8,6021	375,5584	0	-4,77062	46,5864
2257	CM	LinStatic		47,2335	0,1376	60,7931	0	-0,59765	1,60578



2263	ELS-FREC-V	Combination	Min	611,3633	-0,58	342,0803	0	-0,7753	8,16381	-	2264	ELS-PP-SC	Combination	Max	550,0729	1,3358	850,3542	0	1,64314	2,83945	-
2263	ELS-CUASI	Combination	Max	396,9965	0,8892	570,6621	0	0,43065	17,1963	-	2264	ELS-PP-SC	Combination	Min	347,1496	-4,3175	460,1002	0	-3,47518	42,7935	-
2263	ELS-CUASI	Combination	Min	360,7773	-0,2875	503,6818	0	-0,63358	25,7005	-	2264	envolvente ca-	Combination	Max	180,0068	2,7934	328,2679	0	2,48283	4	-
2263	ELU-PERS-V	Combination	Max	900,3592	1,4275	795,8145	0	1,0266	7,24107	-	2264	rros	Combination	Min	-22,9164	-2,8598	-61,9861	0	-2,63549	21,1855	-
2263	ELU-PERS-V	Combination	Min	737,373	-3,8678	494,4031	0	-3,76245	31,0279	-	2264	envolvente ca-	Combination	Max	478,0701	0,2185	719,047	0	0,65	6,93953	-
2263	ELS-FREC	Combination	Max	647,5824	1,7497	655,0629	0	1,22486	0,34041	-	2264	rros	Combination	Min	356,3162	-3,1735	484,8946	0	-2,42099	34,3193	-
2263	ELS-FREC	Combination	Min	354,2417	-1,1921	342,0803	0	-1,43572	31,2963	-	2264	ELS-FREEC-SC	Combination	Max	455,198	0,5122	678,7686	0	0,87082	9,75009	-
2263	ELS-PP	Combination	Max	529,1958	2,6194	802,704	0	2,07889	2,27186	-	2264	ELS-FREEC-SC	Combination	Min	353,7364	-2,3144	483,6416	0	-1,68834	32,5665	-
2263	ELS-PP	Combination	Min	348,1001	-3,2643	467,8026	0	-3,24227	40,2492	-	2264	ELS-FREC-V	Combination	Max	651,8722	-0,8866	419,0455	0	-0,43636	0,44675	-
2263	ELU	Combination	Max	964,9222	3,5651	911,9558	0	2,92238	8	-	2264	ELS-FREC-V	Combination	Min	611,2875	-2,0172	340,9947	0	-1,46003	8,67983	-
2263	ELU	Combination	Min	720,4429	-4,3779	459,8388	0	-4,26119	39,9815	-	2264	ELS-CUASI	Combination	Max	401,196	-0,3258	580,2883	0	0,12597	17,0843	-
2263	ELS-DEFOR-					1179,248				-	2264	ELS-CUASI	Combination	Min	360,6113	-1,4564	502,2375	0	-0,89769	26,2109	-
2263	MAION	Combination	Max	19,0425	2,1909	1	0	1,58434	12,3367	-	2264	ELU-PERS-V	Combination	Max	919,4373	-0,5983	839,848	0	0,07022	7,73392	-
2263	ELS-DEFOR-									-	2264	ELU-PERS-V	Combination	Min	736,8064	-5,6862	488,6194	0	-4,53626	33,3357	-
2263	MAION	Combination	Min	162,0532	-3,6927	844,3466	0	-3,73681	54,8578	-	2264	ELS-FREC	Combination	Max	651,8722	0,5122	678,7686	0	0,87082	0,44675	-
2264	DEAD	LinStatic		306,6623	-0,5236	494,6985	0	-0,20637	1,94677	-	2264	ELS-FREC	Combination	Min	353,7364	-2,3144	340,9947	0	-1,68834	32,5665	-
2264	viento	LinStatic		12,1786	-1,4329	18,629	0	-1,17275	0,91454	-	2264	ELS-PP	Combination	Max	550,0729	1,3358	850,3542	0	1,64314	2,83945	-
2264	Prestres	LinStatic		494,0453	0,2618	333,6629	0	0,42102	34,5134	-	2264	ELS-PP	Combination	Min	347,1496	-4,3175	460,1002	0	-3,47518	42,7935	-
2264	CM	LinStatic		39,9886	0,0924	59,0915	0	0,14385	0,30507	-	2264	camiones movil	LinDirHist	Max	21,8313	0,8984	38,908	0	0,78119	3,04475	-
2264	camiones movil	LinDirHist	Max	21,8313	0,8984	38,908	0	0,78119	3,04475	-	2264	camiones movil	LinDirHist	Min	-16,4705	-0,905	-25,6472	0	-0,76431	2,59795	-
2264	camiones movil	LinDirHist	Min	-16,4705	-0,905	-25,6472	0	-0,76431	2,59795	-	2264	Gradiente	LinStatic		55,8955	0,6211	143,0118	0	0,50563	8,27221	-
2264	Gradiente	LinStatic		55,8955	0,6211	143,0118	0	0,50563	8,27221	-	2264	reologica	LinStatic		510,1533	-0,4285	-376,544	0	-0,49455	4	-
2264	reologica	LinStatic		510,1533	-0,4285	-376,544	0	-0,49455	4	-	2264	Freno	LinStatic		11,8572	0,265	-7,1969	0	0,22045	0,65718	-
2264	Freno	LinStatic		11,8572	0,265	-7,1969	0	0,22045	0,65718	-	2264	SC camiones	LinMoving	Max	180,0068	2,7934	328,2679	0	2,48283	4	-
2264	SC camiones	LinMoving	Max	180,0068	2,7934	328,2679	0	2,48283	4	-	2264	SC camiones	LinMoving	Min	-22,9164	-2,8598	-61,9861	0	-2,63549	21,1855	-
2264	SC camiones	LinMoving	Min	-22,9164	-2,8598	-61,9861	0	-2,63549	21,1855	-	2264	ELU-PERS-SC	Combination	Max	993,1333	1,5185	976,3911	0	1,89115	4	-
2264	ELU-PERS-SC	Combination	Max	993,1333	1,5185	976,3911	0	1,89115	4	-	2264	ELU-PERS-SC	Combination	Min	719,1869	-6,1134	449,5483	0	-5,01858	43,4179	-
2264	ELU-PERS-SC	Combination	Min	719,1869	-6,1134	449,5483	0	-5,01858	43,4179	-	2264	ELS-DEFOR-	Combination	Max	39,9196	1,7643	2	0	2,13769	11,7691	-
										-	2264	MAION	Combination	Min	163,0037	-3,889	836,6442	0	-2,98063	-57,402	-
										-	2266	DEAD	LinStatic		212,4407	-1,8162	361,8765	0	-0,37898	1,61798	-
										-	2266	viento	LinStatic		13,651	-1,4284	15,2899	0	-1,08955	0,95863	-
										-	2266	Prestres	LinStatic		418,3629	8,6021	375,5584	0	4,77062	46,5864	-
										-	2266	CM	LinStatic		47,2342	-0,1374	60,7941	0	0,5985	1,60589	-
										-	2266	camiones movil	LinDirHist	Max	27,9474	0,6708	63,9535	0	1,2895	3,5633	-



2266	camiones movil	LinDirHist	Min	-21,7606	-0,6114	-26,8445	0	-0,76169	5,21722	-
2266	Gradiente	LinStatic		136,0448	-0,5697	-26,9611	0	1,78613	7,21429	-
					-	-			18,2168	-
2266	reologica	LinStatic		499,2705	12,1874	359,3025	0	-1,34594	4	-
2266	Freno	LinStatic		13,9456	-0,0634	-9,2664	0	0,18201	0,96608	-
									28,9814	-
2266	SC camiones	LinMoving	Max	140,6581	1,7062	347,1026	0	5,18199	9	-
2266	SC camiones	LinMoving	Min	-26,1497	-2,2554	-78,148	0	-2,93476	30,2131	-
									20,7429	-
2266	ELU-PERS-SC	Combination	Max	883,2784	11,2984	889,5594	0	9,06315	7	-
2266	ELU-PERS-SC	Combination	Min	658,0879	16,6466	315,471	0	-1,89446	59,1697	-
2266	ELS-PP-SC	Combination	Max	489,4313	-4,6896	795,203	0	8,17246	1,19921	-
2266	ELS-PP-SC	Combination	Min	322,6235	-8,6512	369,9524	0	0,05571	57,9954	-
	envolvente ca-								28,9814	-
2266	rros	Combination	Max	140,6581	1,7062	347,1026	0	5,18199	9	-
	envolvente ca-								-	-
2266	rros	Combination	Min	-26,1497	-2,2554	-78,148	0	-2,93476	30,2131	-
2266	ELS-PP-V	Combination	Max	433,168	-5,3721	656,362	0	6,09966	10,3934	-
2266	ELS-PP-V	Combination	Min	333,0833	-7,7491	401,2116	0	1,22961	45,9101	-
2266	ELS-FREEC-SC	Combination	Max	413,6418	-4,9714	615,5358	0	6,01728	-13,675	-
2266	ELS-FREEC-SC	Combination	Min	330,2379	-6,9522	402,9105	0	1,95891	43,2723	-
2266	ELS-FREC-V	Combination	Max	584,7211	10,2128	328,2128	0	1,75051	1,21135	-
2266	ELS-FREC-V	Combination	Min	551,3596	11,0052	243,1626	0	0,12716	10,6276	-
2266	ELS-CUASI	Combination	Max	371,4444	-5,4833	511,405	0	4,46269	22,3694	-
2266	ELS-CUASI	Combination	Min	338,0828	-6,2756	426,3549	0	2,83934	34,2084	-
2266	ELU-PERS-V	Combination	Max	828,1728	12,9232	742,5371	0	6,07753	8,27648	-
2266	ELU-PERS-V	Combination	Min	678,0458	16,4887	359,8116	0	-1,22754	44,9986	-
2266	ELS-FREC	Combination	Max	584,7211	-4,9714	615,5358	0	6,01728	1,21135	-
2266	ELS-FREC	Combination	Min	330,2379	11,0052	243,1626	0	0,12716	43,2723	-
2266	ELS-PP	Combination	Max	489,4313	-4,6896	795,203	0	8,17246	1,19921	-
2266	ELS-PP	Combination	Min	322,6235	-8,6512	369,9524	0	0,05571	57,9954	-

2266	ELU	Combination	Max	883,2784	11,2984	889,5594	0	9,06315	7	20,7429
2266	ELU	Combination	Min	658,0879	16,6466	315,471	0	-1,89446	59,1697	-
	ELS-DEFOR-					1154,505			-	-
2266	MAION	Combination	Max	-9,8393	7,4978	5	0	9,5184	17,0176	-
	ELS-DEFOR-					-			-	-
2266	MAION	Combination	Min	176,6471	3,5362	729,2549	0	1,40165	76,2122	-

### 5.1. COMPROBACIONES

las comprobaciones que marca la "Guía de cimentaciones de obras de carretera" se realizaron con el programa "CPILOTE" en que lleva incorporado la normativa de carreteras GCOC son las siguientes:

#### - CARGA DE HUNDIMIENTO

**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambroner I.I.

Obra: portico

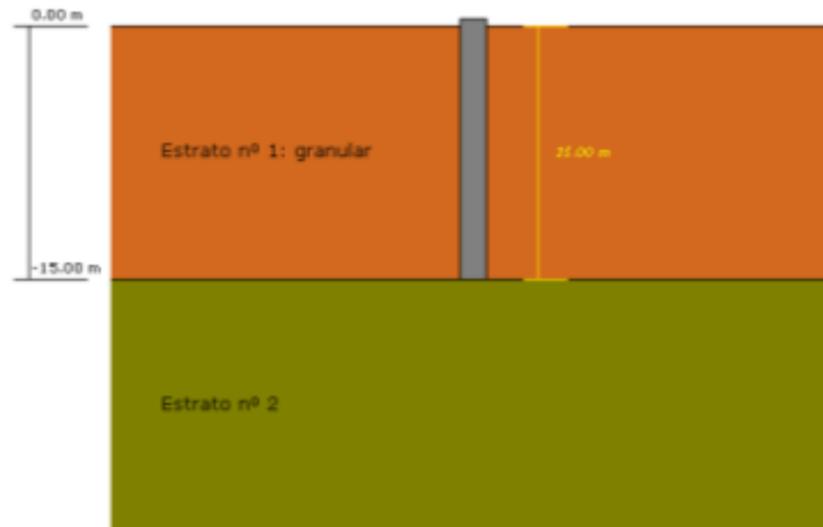
Fecha: 04-15-2020

Hora: 01:01

**Listado: cálculo de carga admisible al hundimiento.**

**1. Estratos**

1.1. Estratigrafía definida:



1.2. Características de cada estrato:

Estrato	Descripción	CI	CF	RF	GRF	RFmax	RP	GRP	RPmax
1	granular	0	-15	30.00	-	-	800.00	-	-
2		-15	-∞	50.00	-	-	2000.00	-	-

CI=Cota Inicial CF=Cota Final RF=Resistencia por Fuste [KN/m<sup>2</sup>] GRF=Gradiente de la Resistencia por Fuste [KN/m<sup>2</sup>/m]

RFmax=Resistencia por Fuste máxima [KN/m<sup>2</sup>] RP=Resistencia por Punta [KN/m<sup>2</sup>]

GRP=Gradiente de la Resistencia por Punta [KN/m<sup>2</sup>/m] RPmax=Resistencia por Punta Máxima [KN/m<sup>2</sup>]

**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambroner I.I.

Obra: portico

Fecha: 04-15-2020

Hora: 01:01

**Listado: cálculo de carga admisible al hundimiento.**

1.3. Distribución de las resistencias unitarias:



**2. Características de la cimentación**

Tipo de sección: Circular

Diámetro: 1.50 m

Longitud: 15.00 m

Área de punta: 1.767 m<sup>2</sup>

Área de fuste: 4.71 m<sup>2</sup>

Tipo de pilote: Con lodos

Tensión admisible del pilote: 4000 KN/m<sup>2</sup>

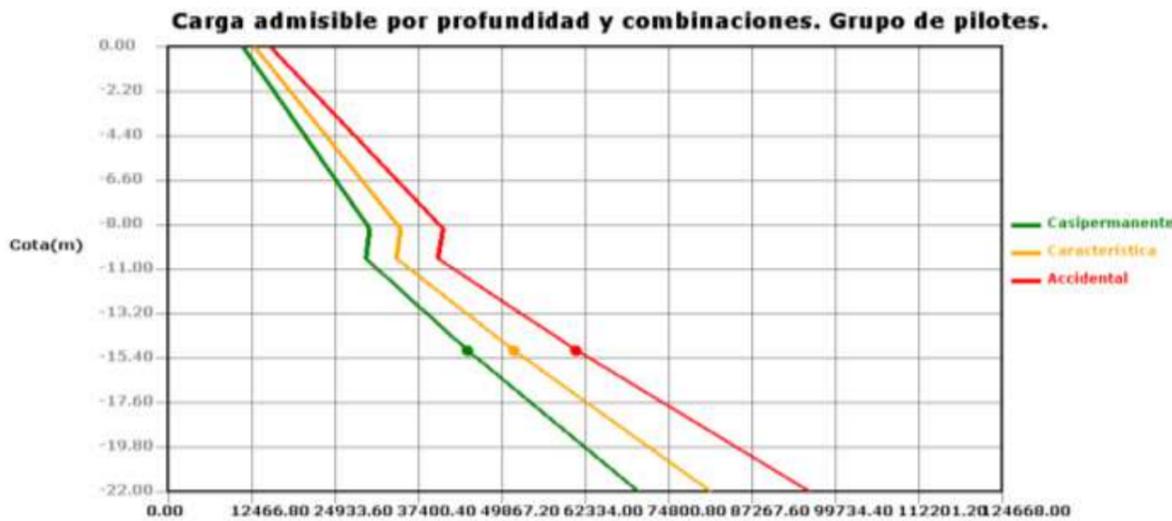
Tope estructural del pilote: 7068.60 KN

**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata, I.C.C.P. y David Boixader Cambroner I.I.

Obra: portico  
 Fecha: 04-15-2020  
 Hora: 01:01

Listado: cálculo de carga admisible al hundimiento.



4.2. Carga admisible según combinación para grupo de pilotes

Carga de hundimiento  $Q_h=115595.19$  KN  
 Carga de hundimiento por fuste  $Q_f=2120.58$  KN  
 Carga de hundimiento por punta  $Q_p=151274.61$  KN  
 Peso del grupo de pilotes= $37800.00$  KN  
 Carga admisible según combinación:

Combinación	Qadm [KN]
Casipermanente	44724.87
Característica	51605.62
Accidental	60988.46

- SEGURIDAD FRENTE AL ARRANQUE

**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata, I.C.C.P. y David Boixader Cambroner I.I.

Obra: portico  
 Fecha: 04-15-2020  
 Hora: 01:13

Listado: cálculo de carga admisible al arrancamiento.



4.2. Carga admisible según combinación para grupo de pilotes

Carga de arrancamiento  $T_r=-39284.40$  KN  
 Carga de hundimiento por fuste  $Q_f=2120.58$  KN  
 Peso del grupo de pilotes= $37800.00$  KN  
 Carga admisible según combinación:

Combinación	Qadm [KN]
Casipermanente	-13094.80
Característica	-15109.39
Accidental	-17856.55

- EMPUJE HORIZONTAL



**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambroneró I.I.

Obra: portico

Fecha: 04-16-2020

Hora: 09:30

Listado: cálculo de resistencia horizontal.

3. Esfuerzos y terreno que no contribuye

Fuerza horizontal F: 6130.00 KN

Altura de aplicación de la fuerza e: 0.00 m

Los primeros 2.25 m (1.50\*D) no contribuyen en la resistencia horizontal

4. Resultados

Reacción R=12106.87 KN

Profundidad Reacción ZR=6.74 m

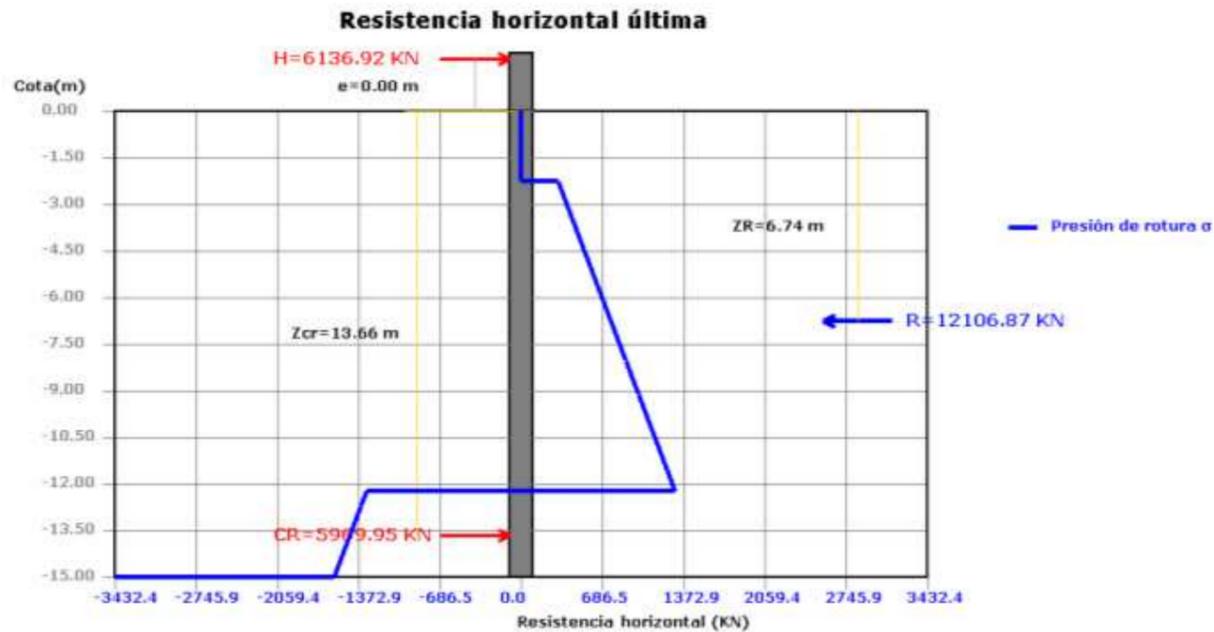
Contrareacción CR=5969.95 KN

Profundidad de contrareacción ZCR=13.66 m

Profundidad cambio de signo en  $\sigma$ : 12.24 m

Resistencia Horizontal Máxima H:6136.92 KN

C.S. Resistencia horizontal:1.00



**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambroneró I.I.

Obra: portico

Fecha: 04-16-2020

Hora: 09:41

Listado: cálculo de esfuerzos laterales.

3. Resultados

Cota [m]	Desplazamiento[m]	Cortante[KN]	Momento[KN]
0.00	45.46	-6130.00	-21708.88
-1.50	42.50	-5659.73	-12731.22
-3.00	35.48	-4494.29	-4963.31
-4.50	26.83	-2972.97	763.93
-6.00	18.36	-1450.71	4174.13
-7.50	11.15	-191.57	5449.67
-9.00	5.63	667.33	5102.02
-10.50	1.70	1091.18	3759.74
-12.00	-1.05	1104.54	2064.92
-13.50	-3.14	727.99	616.16
-15.00	-5.01	0.00	0.00

Desplazamiento máximo: 45.46 m en la cota: 0.00

Desplazamiento mínimo: -5.01 m en la cota: 15.00

Cortante máximo: 1147.69 m en la cota: 11.29

Cortante mínimo: -6130.00 m en la cota: 0.00

Momento máximo: 5493.10 m en la cota: 7.86

Momento mínimo: -21708.88 m en la cota: 0.00

Características de la cimentación

Tipo de sección: Circular

Diametro [m]: 1.50 m

Área sección: 1.767 m<sup>2</sup>

Área lateral: 4.712 m<sup>2</sup>/m

Inercia: 0.24850489 m<sup>4</sup>

Tipo de pilote: Hormigón armado

Módulo de deformación E: 28576791 KN/m<sup>2</sup>

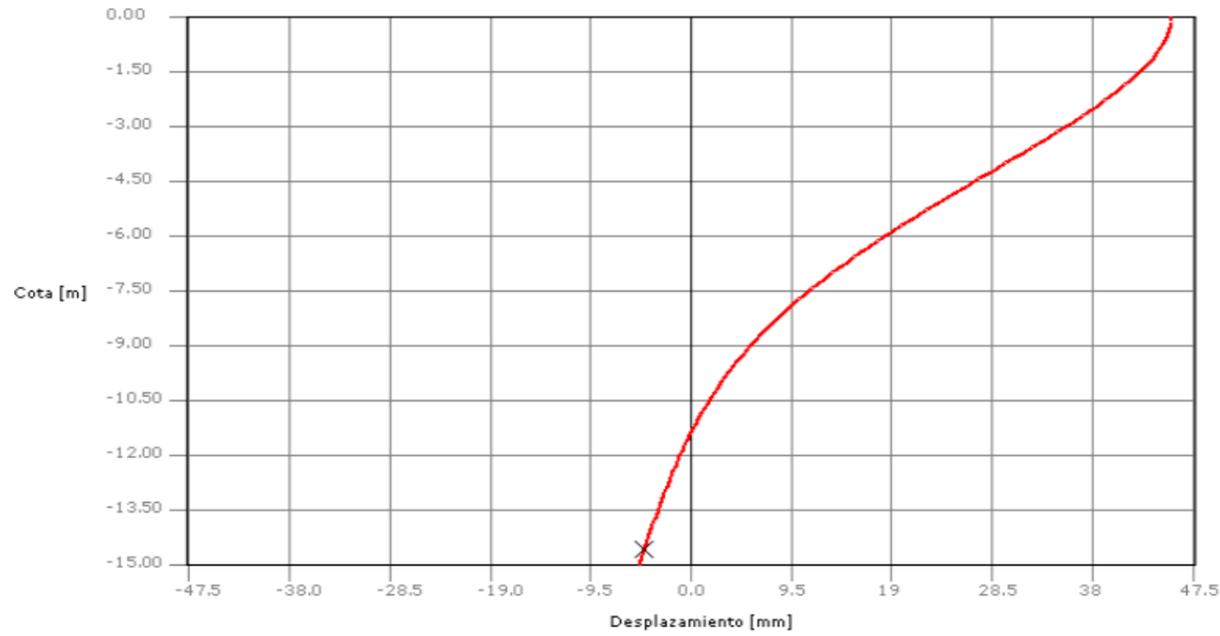
Condiciones de contorno: Cabeza del pilote empotrada

Acciones en cabeza del pilote:

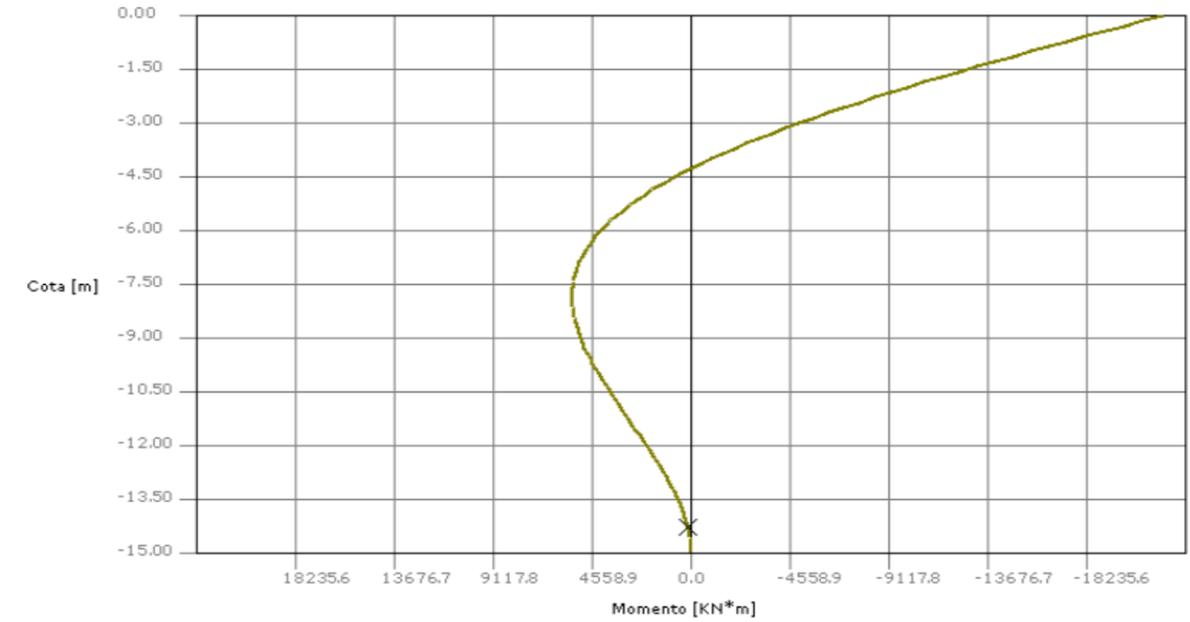
Fuerza horizontal: 6130 KN

Momento: 0 KN\*m

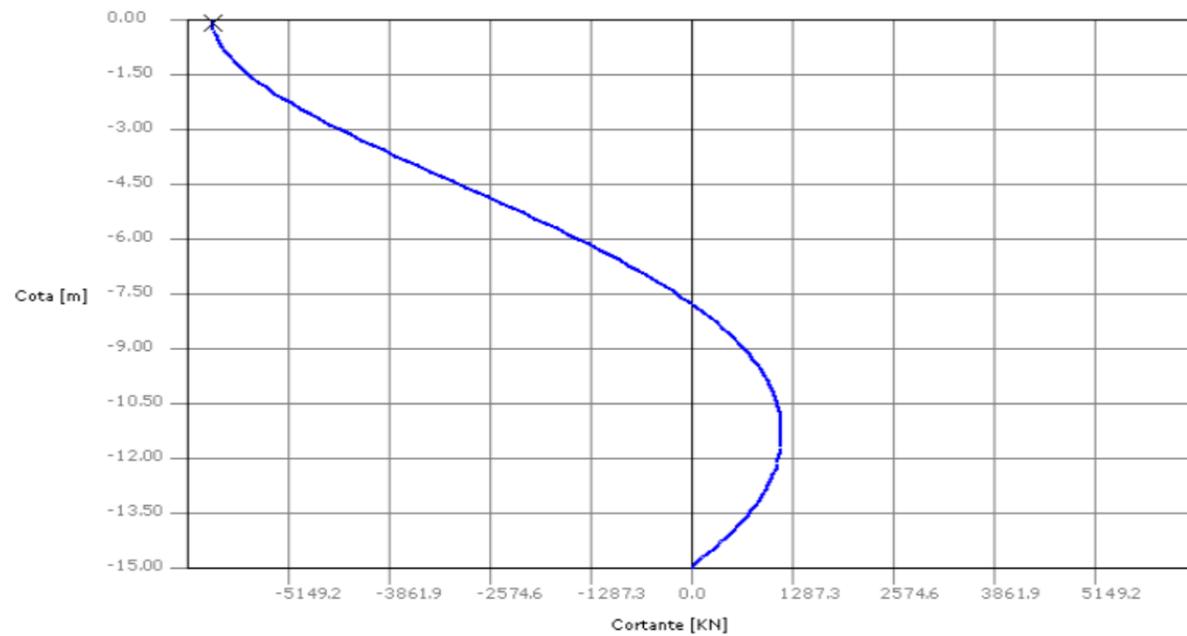
Desplazamiento del pilote



Ley de momentos flectores



Ley de cortantes



- ASIENTO



**CPilote. Cálculo de Pilotes. V1.0**

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambronero I.I.

Obra: portico

Fecha: 04-16-2020

Hora: 12:42

Listado: cálculo de asiento.

4.2. Asiento grupo de pilotes

Asiento pilote aislado con carga media  $S_o = 17.33$  mm

Dimensión menor del grupo  $B_g = 8.30$  m

Dimensión mayor del grupo  $L_g = 11.70$  m

Asiento del grupo  $S_g = 26.20$  mm

Rigidez vertical de:

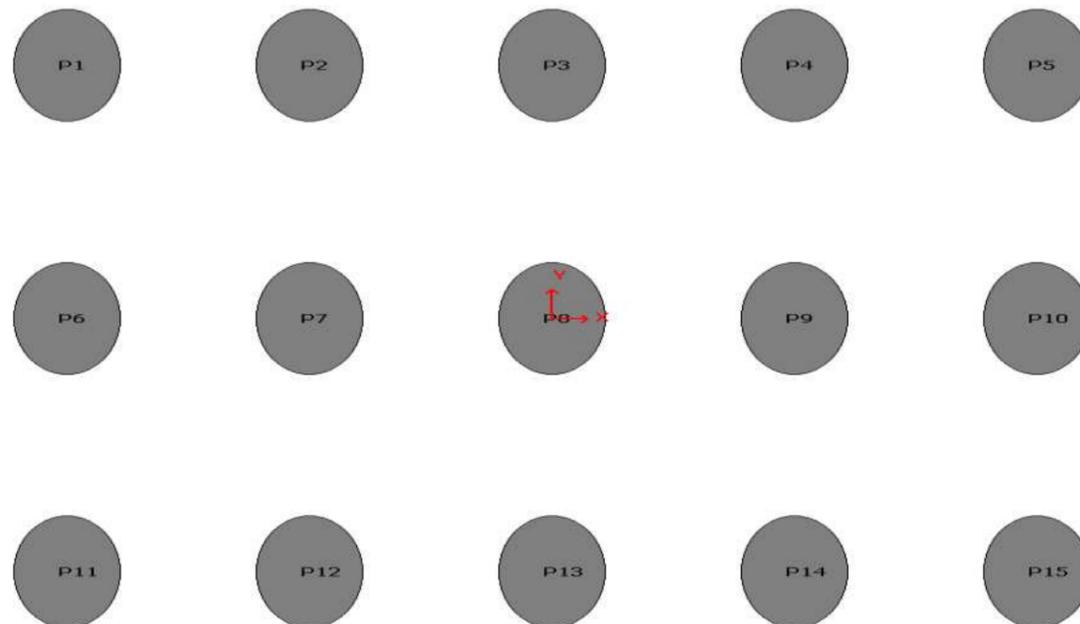
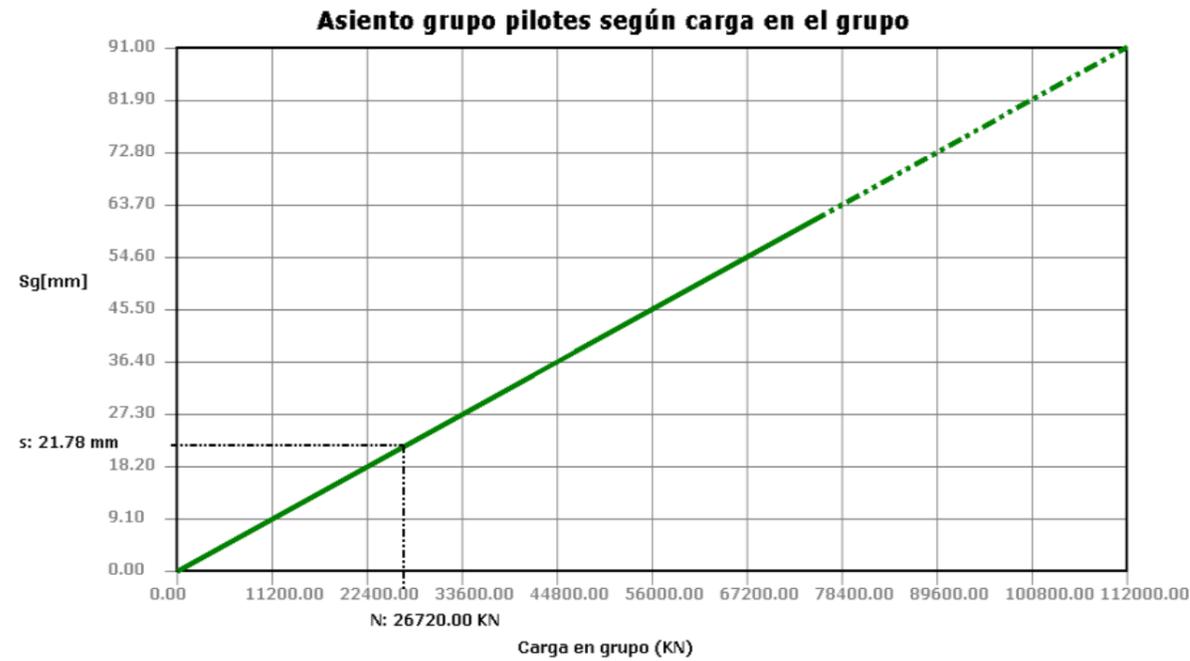
Grupo de pilotes  $K_{vg} = 1019753.62$  KN/m

Pilote esquina  $K_{vgesq} = 93326.76$  KN/m

Pilote lateral  $B_g$   $K_{vgB} = 83310.01$  KN/m

Pilote lateral  $L_g$   $K_{vgL} = 83310.01$  KN/m

Pilote interior  $K_{vgint} = 73293.26$  KN/m



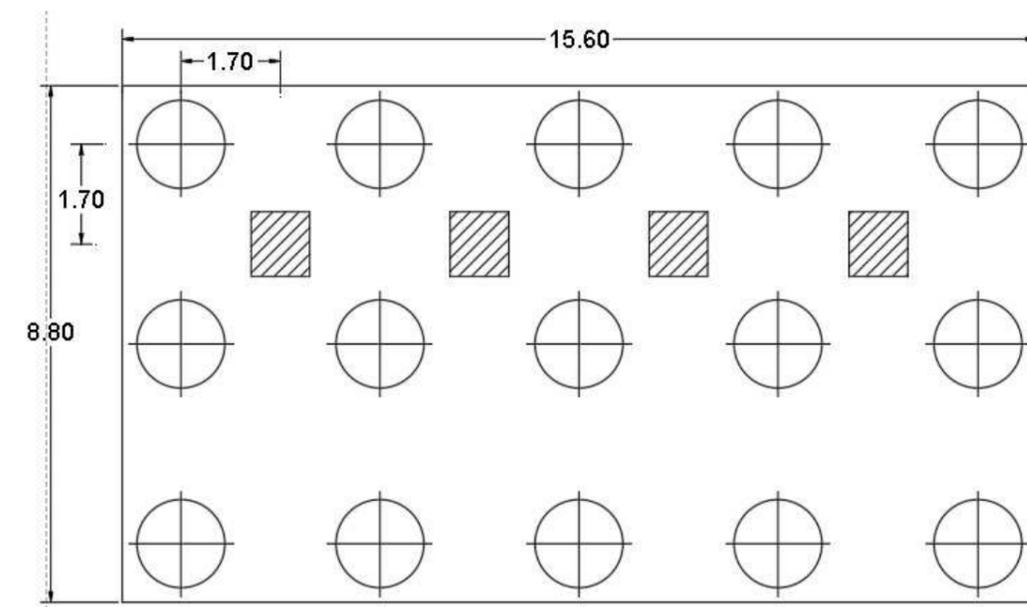
## 2. Cargas en pilotes por combinaciones

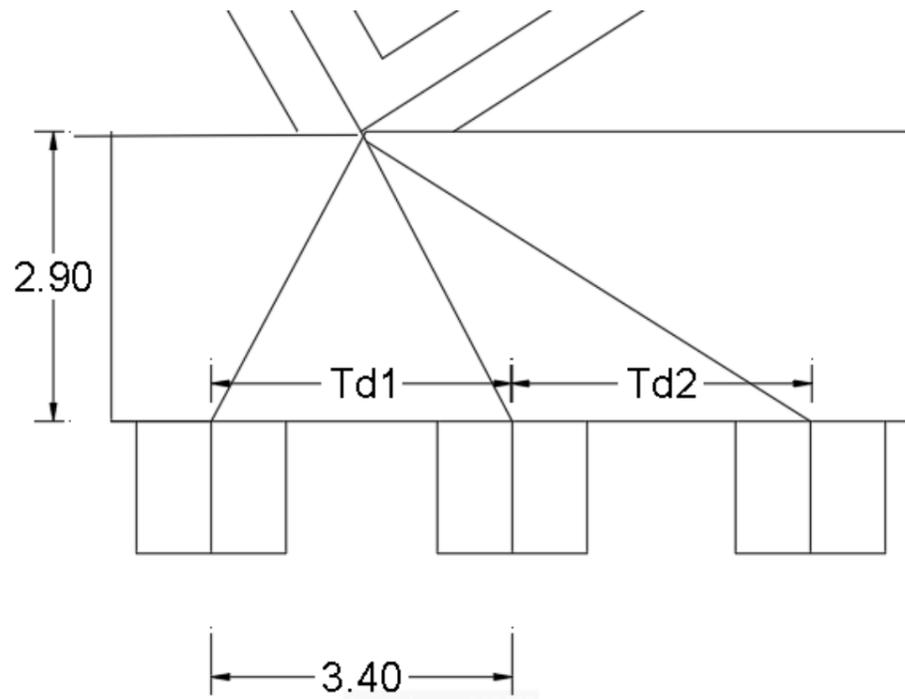
### Combinación: Casipermanente

Pilote	V (KN)	Hx (KN)	Hy (KN)	Hxy (KN)
P1	1980.91	420.67	2.40	420.67
P2	1980.96	420.67	2.40	420.67
P3	1981.01	420.67	2.40	420.67
P4	1981.06	420.67	2.40	420.67
P5	1981.11	420.67	2.40	420.67
P6	1981.24	420.67	2.40	420.67
P7	1981.28	420.67	2.40	420.67
P8	1981.33	420.67	2.40	420.67
P9	1981.38	420.67	2.40	420.67
P10	1981.43	420.67	2.40	420.67
P11	1981.56	420.67	2.40	420.67
P12	1981.61	420.67	2.40	420.67
P13	1981.66	420.67	2.40	420.67
P14	1981.71	420.67	2.40	420.67
P15	1981.75	420.67	2.40	420.67

## 5.2. ARMADO DEL ENCEPADO

*encepado planta*





Para la armadura principal se supondrá un encepado en forma de hilera donde cada pila es absorbida por seis pilotes, los cuales cuatro de ellos recibirán la mayor de las cargas. armadura requerida debe soportar la tracción Td:

$$Td1 = \frac{R1d}{0,85d} \cdot (l1 \cdot 0,5 - 0,25a) = Us = As \cdot Fyd$$

$$Td1 = \frac{1981}{0,85 \cdot 2,6} (3,4 \cdot 0,5 - 0,25 \cdot 1,1) = 1770,3KN \cdot m$$

$$As = \frac{1770,3KN}{400} = 4,425,8mm^2$$

9Φ25 a 16cm(4417mm<sup>2</sup>)

Según la EHE la armadura secundaria no será inferior a ¼ de la armadura principal:

$$4,425,8mm^2 \times 1/4 = 1,106,47mm^2$$

9Φ16 a 18cm(1809,55mm<sup>2</sup>)

### 5.3. ARMADO DE PILOTES

Para el armado de los pilotes nos vamos a servir del programa "CPILOTE", puesto que cuenta con una sección de armado de pilote y su respectiva comprobación.

Las acciones que se aplican a cada pilote se obtienen del axil aplicado al encepado y distribuido a cada pilote. En cuanto al momento que se aplican a cada pilote se obtiene del empuje horizontal aplicado al encepado y que se distribuye a cada pilote.

De esta forma el axil máximo que se aplica a cada pilote será: **1980KN**

Y el momento máximo que recoge cada pilote es: **1.447KN·m**



#### CPILOTE. Cálculo de Pilotes. V1.0

José Antonio Agudelo Zapata. I.C.C.P. y David Boixader Cambroner I.I.

Obra: portico

Fecha: 04-20-2020

Hora: 06:34

#### Listado: Comprobación de armado a flexocompresión.

##### 1. Datos de la sección

###### 1.1. Materiales:

Resistencia característica del hormigón fck: 25 N/mm<sup>2</sup>

Tipo de acero: B500S

Resistencia característica del acero fyk: 500N/mm<sup>2</sup>

γc: 1.5

γs: 1.15

Factor de cansancio hormigón comprimido acc: 0.85

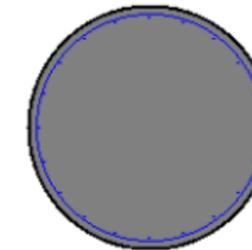
###### 1.2. Geometría y armado:

Diámetro: 1.50 m

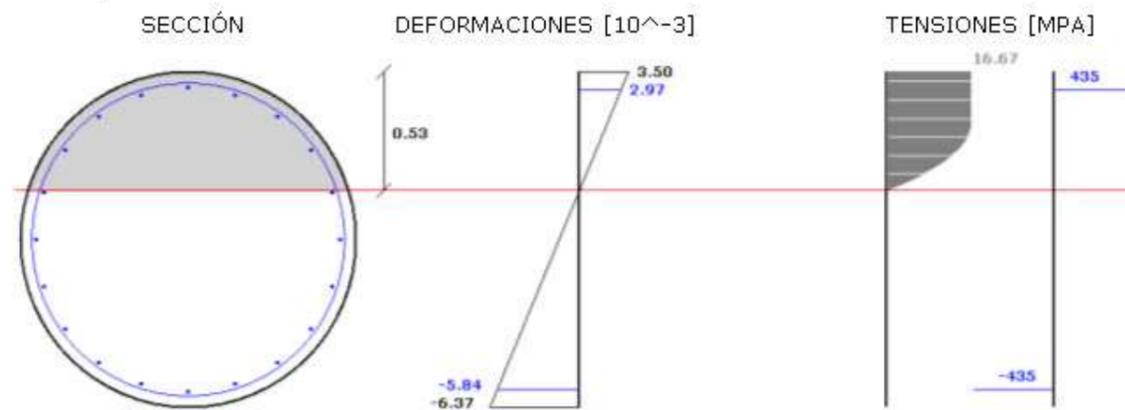
Recubrimiento: 0.07 m

Número de barras: 20.00

Diámetro de las barras: 20 mm



## 2. Comprobación



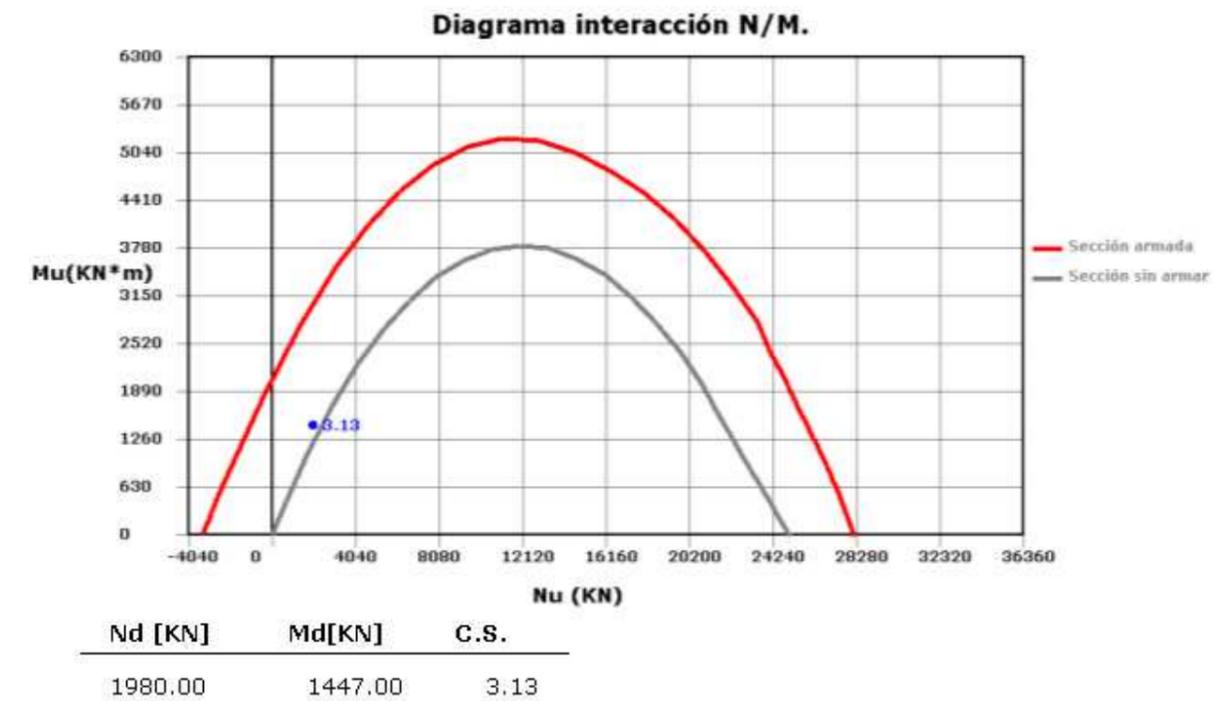
Axíl de diseño  $N_d$ : 1980.00 KN  
 Momento de diseño  $M_d$ : 1447.00 KN\*m  
 Profundida de la fibra neutra  $X$ : 0.532 m  
 Axíl último  $N_u$ : 5506.42 KN  
 Momento último  $M_u$ : 4034.81 KN\*m  
**Coefficiente de seguridad: 2.78**

## 2. Dimensionamiento



Díametro mínimo de barra estimado  $\varnothing_{est}$ : 8 mm  
 Díametro propuesto  $\varnothing$ : 8 mm  
 Axíl de diseño  $N_d$ : 1980.00 KN  
 Momento de diseño  $M_d$ : 1447.00 KN\*m  
 Profundida de la fibra neutra  $X$ : 0.312 m  
 Axíl último  $N_u$ : 2327.14 KN  
 Momento último  $M_u$ : 1712.81 KN\*m  
**Coefficiente de seguridad: 1.18**

## 3. Diagrama de interacción



Listado: Comprobación de armado a cortante.

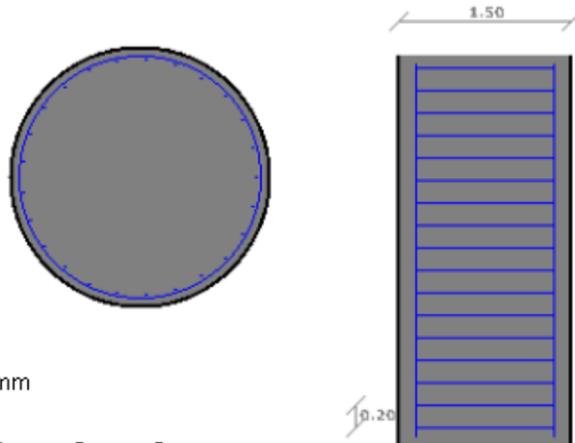
1. Datos de la sección

1.1. Materiales:

Resistencia característica del hormigón  $f_{ck}$ : 25 N/mm<sup>2</sup>  
 Tipo de acero: B500S  
 Resistencia característica del acero  $f_{yk}$ : 500N/mm<sup>2</sup>  
 $\gamma_c$ : 1.5  
 $\gamma_s$ : 1.15

1.2. Geometría y armado:

Diámetro: 1.50 m  
 Recubrimiento: 0.07 m  
 Número de barras: 25.00  
 Diámetro barras longitudinales: 20.00 mm  
 Diámetro armadura de cortante: 8 mm  
 Tipo de armadura de cortante: Dispuesta en Cercos 8 mm  
 Separación entre cercos: 0.20 m

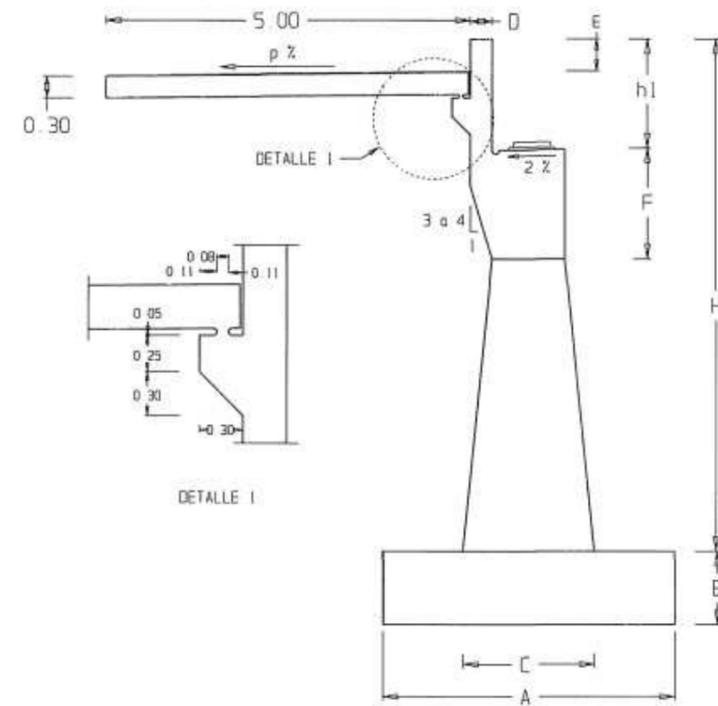


2. Comprobación

Anchura neta  $b_0$ : 1.200 m  
 Canto útil de la sección: 1.200 m  
 Brazo de la sección  $Z$ : 1.080 m  
 Área de armadura de cortante dispuesta: 20.11 cm<sup>2</sup>/m  
 Cuantía geométrica armadura traccionada  $\rho$ : 2.73 ‰  
 $\zeta$ : 1.41  
 Inclinación de los tirantes  $\alpha$ : 90 °  
 Inclinación de las bielas  $\Theta$ : 45 °  
 Axil de diseño  $N_d$ : 1980.00 KN  
 Tensión de compresión  $\sigma'_{cd}$ : 1.12 N/mm<sup>2</sup>  
 Coeficiente según axil  $k$ : 1.08

Cortante de agotamiento de las bielas  $V_{u1}$ : 6609.60 KN  
 Cortante de agotamiento de los tirantes  $V_{u2}$ : 811.15 KN  
 Contribución del hormigón a la resistencia  $V_{cu}$ : 626.58 KN  
 Contribución de la armadura transversal  $V_{su}$ : 184.57 KN  
**Resistencia última a cortante  $V_u$ : 811.15 KN**

6. ESTRIBOS



ESTRIBO ABIERTO. SECCION TIPO

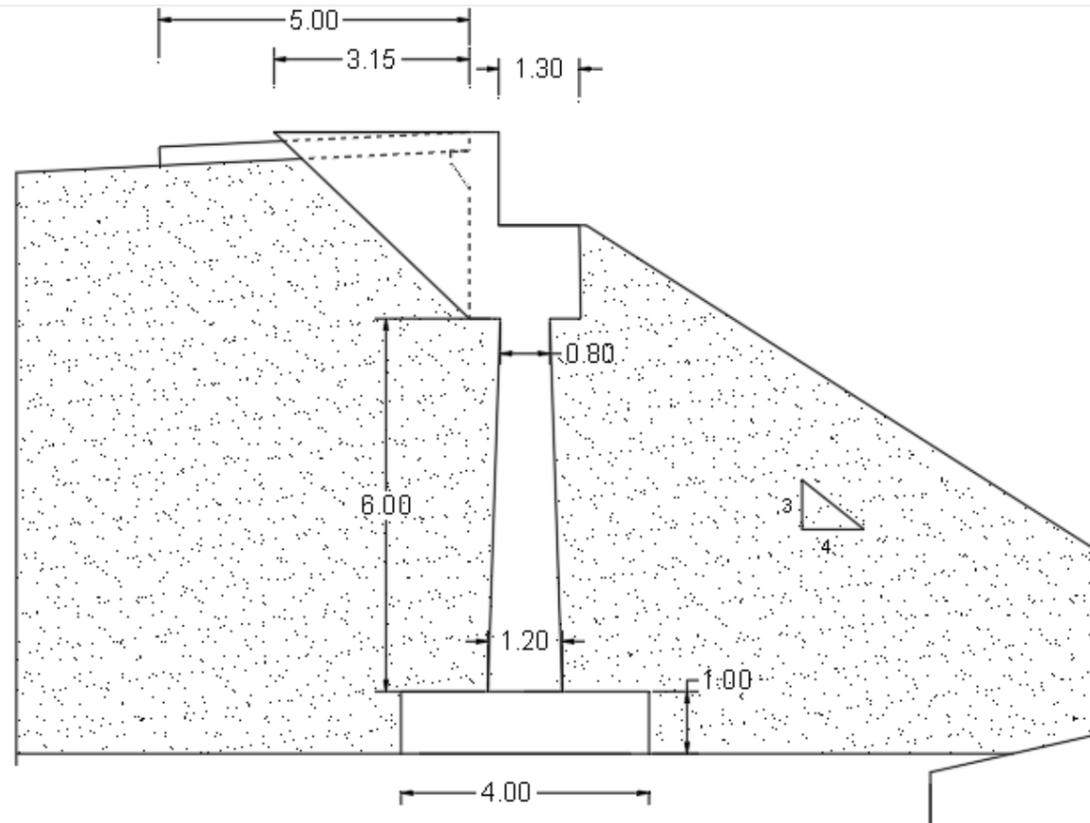
VALORES DE PREDIMENSIONAMIENTO	$A = 0.4 \text{ a } 0.9H$ $B = H/12 \text{ a } H/8$ $C = H/8 \text{ a } H/4$ $D = \max(0.30, h1/8)$ $E = \text{Espesor del firme}$ $F = \text{Funcion posicion relativo apoyo-cuchilla}$
--------------------------------	---

los estribos cumplirán una doble función, por un lado, como una estructura de contención de tierras para evitar el derrame al intradós del puente y por otra como elemento capaz de resistir las reacciones transferidas por el tablero.

La solución adoptada para el presente proyecto es un estribo abierto, debido a que las condiciones y disposición del terraplén tanto en trasdós e intradós lo permiten.

El dimensionamiento vendrá sujeta a las reacciones del tablero y los empujes del terreno. En este aspecto hay que mencionar que la mayor carga la soportará la cimentación que es transmitida a través de las pilas, puesto que el estribo viene a servir de apoyo de las reacciones que la cimentación no es capaz de absorber.

La disposición del puente que se desarrolla en este proyecto supone la localización de tierras en trasdós e intradós. Debido a este hecho el estribo no será un muro continuo, sino un estribo con pilas que transmitirán las cargas a la zapata. Esta solución nos permite ahorrar hormigón puesto que el derrame de tierras queda anulado porque el talud del instados (4:3) es tal que evita el derrame. El intradós se rellenará con tierras y en su superficie la cubrirá adoquines aligerados. La geometría y disposición se muestran en la siguiente imagen:



## 6.1. COMPROBACIÓN

Los parámetros que caracterizan el terreno son:

- Ángulo de rozamiento interno efectivo  $34^\circ$
- Cohesión efectiva  $1 \text{ t/m}^2$
- Densidad aparente  $2,1 \text{ t/m}^3$
- Módulo de deformación  $600 \text{ Kg/cm}^2$
- Capacidad portante  $40 \text{ T/m}^2$

El estribo cargadero se considera una estructura rígida y con lo cual las tensiones van a ser constantes y las cargas que se aplican al terreno son:

- Cargas verticales Peso propio:  $394,39\text{tn}$

$$\sigma_{pp} = \frac{394,39}{4 \cdot 18,45} = 5,34\text{T/m}^2$$

- Cargas verticales tablero:  $333,20\text{Tn}$

$$\sigma_t = \frac{333,20}{4 \cdot 18,45} = 4,51\text{T/m}^2$$

- Cargas verticales de tierras sobre la zapata

$$\sigma_{tierras} = \frac{495,55 \cdot 1,9}{4 \cdot 18,45} = 12,75\text{T/m}^2$$

- Acciones horizontales (reológicas, temperatura):  $18,05\text{Tn}$

$$M = 18,08 \cdot 8,5 = 156,42\text{T/m}^2$$

$$\sigma_H = \frac{M \cdot y/2}{I} = \frac{6 \cdot M}{by^2} = \frac{6 \cdot 156,42}{18,5 \cdot 4^2} = 3,17\text{T/m}^2$$

- Freno  $900\text{KN}$  (limitada por IAP-11)

$$M = 90 \cdot 8,5 = 765\text{T/m}^2$$

$$\sigma_{fr} = \frac{M \cdot y/2}{I} = \frac{6 \cdot M}{by^2} = \frac{6 \cdot 765}{18,5 \cdot 4^2} = 15,54\text{T/m}^2$$

De esta manera podemos calcular la tensión máxima en el estribo:

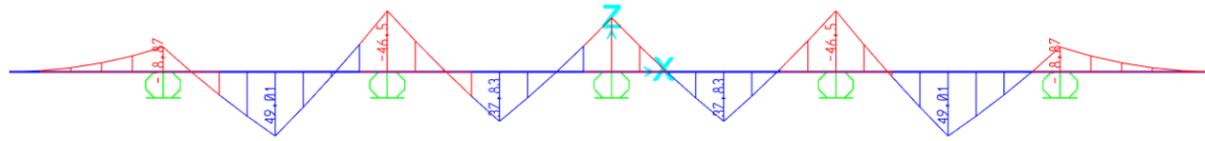
$$\sigma_{max} = \sigma_{pp} + \sigma_{tierras} + \sigma_t + \sigma_H + \sigma_{fr} = 28,56\text{T/m}^2 \leq 40\text{T/m}^2$$

Con lo cual la tensión máxima es inferior a la tensión admisible  $40\text{T/m}^2$ .

## 6.2. ARMADO DE ESTRIBO

### 6.2.1. VIGA CABEZAL

la viga cabezal trabaja como un elemento a flexión en donde los pilares o diafragmas forman los apoyos y los cuatro apoyos de neopreno actúan como cargas puntuales. La viga se modeliza en el programa sap2000 combinando el peso propio y las cargas puntuales.



El dimensionamiento de la viga cabezal se realizará con el "PRONTUARIO INFORMÁTICO DE LA EHE 3.1.9".

El momento máximo que se solicita en la cara inferior es de 490KN·m para la cara superior es de 465KN·m, para el cual se propone una disposición de 15Ø25, ya que los momentos son muy iguales se dimensiona con el mayor de ellos.

**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08**  
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: puente pòrtico  
 Fecha: 28/04/2020  
 Hora: 12:31:09

**Dimensionamiento de secciones a flexión simple**

**1 Datos**

**• Materiales**

Tipo de hormigón : HA-30  
 Tipo de acero : B-500-S  
 $f_{ck}$  [MPa] = 30.00  
 $f_{yk}$  [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

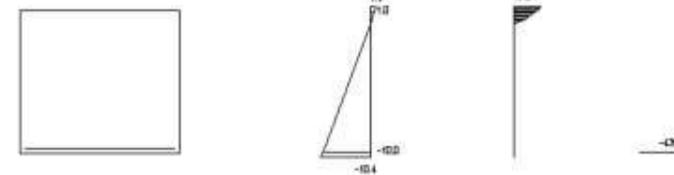
**• Sección**

Sección : VIGACABEZAL  
 $b$  [m] = 1.70  
 $h$  [m] = 1.50  
 $r_1$  [m] = 0.050  
 $r_2$  [m] = 0.050



**2 Dimensionamiento**

$M_d$  [kN·m] = 465



Plano de deformación de agotamiento

$x$  [m] = 0.174  
 $1/r$  [1/m] · 1.E-3 = 7.8  
 $\epsilon_s$  · 1.E-3 = 1.4  
 $\epsilon_l$  · 1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm <sup>2</sup> ]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	0.0	1.0	0.0
1.450	71.4	-10.0	434.8

$A_{t\_est}$  [cm<sup>2</sup>] = 71.4

$\phi$ [mm]	12	14	16	20	25
$n^\circ \phi$	64	47	36	23	15
$n^\circ$ capas	2	2	2	1	1
$A_t$ [cm <sup>2</sup> ]	72.4	72.4	72.4	72.3	73.6
$w_k$ [mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Adoptaremos los diámetros de 15Ø25

**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08**  
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

 Obra: puente pórtico  
 Fecha: 28/04/2020  
 Hora: 20:09:50

**Cálculo de secciones a cortante**
**1 Datos**

## - Materiales

 Tipo de hormigón : HA-30  
 Tipo de acero : B-500-B  
 $f_{ck}$  [MPa] = 30.00  
 $f_{yk}$  [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

## - Control del hormigón

Control normal

## - Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento con armadura a cortante

## - Sección

 Sección : VIGACABEZAL  
 $b_0$  [m] = 1.70  
 $h$  [m] = 1.50

**2 Dimensionamiento**

 Esfuerzo cortante de cálculo  $V_d$  [kN] = 540

 $\alpha$  [°] = 45  
 $\beta$  [°] = 90.0  
 $\rho_t$  [-1.E-3] = 1  
 $\rho_{compresión}$  [-1.E-3] = 0.0  
 $N_d$  [kN] = 0.0  
 $\sigma_{xd}$  [MPa] = 0.0  
 $\sigma_{yd}$  [MPa] = 0.0  
 $\theta_e$  [°] = 45.0

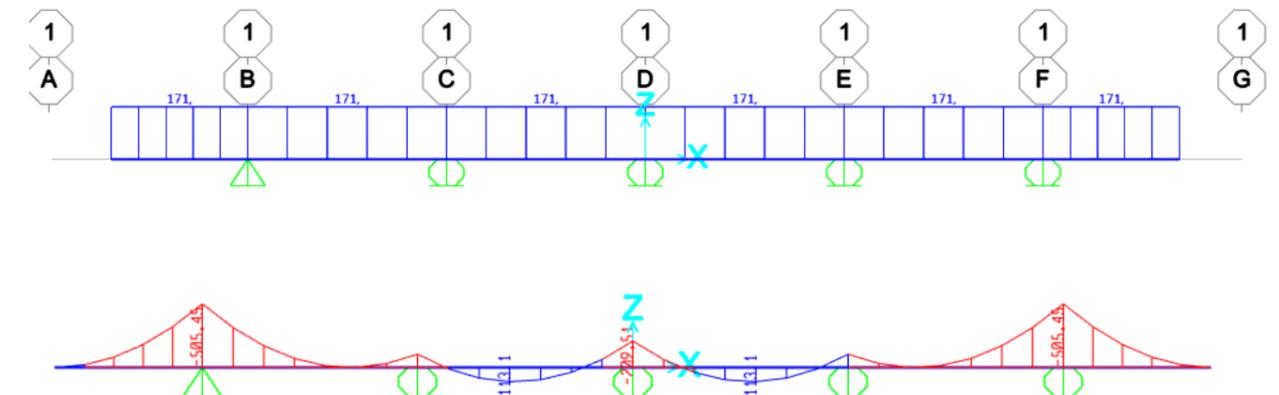
$\phi$ [mm]	Separación [m]	nº ramas	Area [cm <sup>2</sup> /m]	Tipo	Vsu [kN]	Vu2 [kN]
∅ 6	----	----	----	----	----	----
∅ 8	0.10	4	20.1	2	1049.5	----
∅ 10	0.15	4	20.9	2	1093.3	----
∅ 12	0.25	4	18.1	2	944.6	----

 Área estricta [cm<sup>2</sup>/m] = 16.4  
 (Cuantía mínima)  
 $V_{u1}$  [kN] = 14790.0  
 $V_{cu}$  [kN] = 487.5

**6.2.2. ZAPATA**

la zapata se comporta como un elemento viga en el que es solicitado por una carga distribuida (tensión del terreno) y los apoyos (pilares o diafragmas):

$$Q = 28,56 \cdot 4 \cdot 1.5 = 171.3T \cdot m$$

Armadura longitudinal


Como podemos ver el momento máximo que actúa en la cara inferior es de 505T·m, mientras que en la cara superior es con diferencia más baja de 113T·m.

Por lo tanto, en se dispondrán de 27∅25 en la cara inferior y de 23∅25 en la cara superior.



**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08**

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: puente pòrtico  
 Fecha: 28/04/2020  
 Hora: 19:26:19

**Dimensionamiento de secciones a flexión simple**

**1 Datos**

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
 Tipo de acero : B-500-S  
 $f_{ck}$  [MPa] = 30.00  
 $f_{yk}$  [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

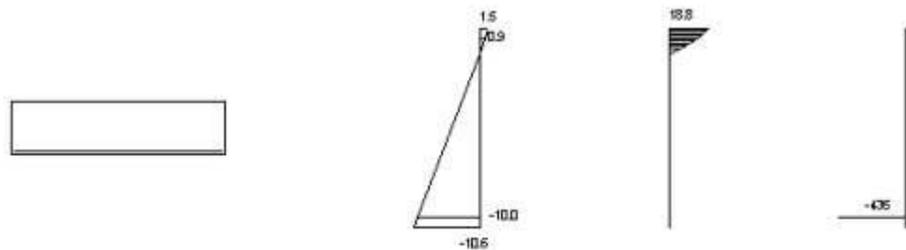
- Sección

Sección : ZAPATA  
 $b$  [m] = 4.00  
 $h$  [m] = 1.00  
 $r_i$  [m] = 0.050  
 $r_s$  [m] = 0.050



**2 Dimensionamiento**

$M_d$  [kN·m] = 5050



Plano de deformación de agotamiento

$x$  [m] = 0.124  
 $1/r$  [1/m] · 1.E-3 = 12.1  
 $\epsilon_s$  · 1.E-3 = 1.5  
 $\epsilon_i$  · 1.E-3 = -10.6

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm <sup>2</sup> ]	Deformación · 1.E <sup>-3</sup>	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.9	0.0
0.950	128.3	-10.0	434.8

$A_{t\_est}$  [cm<sup>2</sup>] = 128.3

$\phi$ [mm]	12	14	16	20	25
$n^\circ \phi$	114	84	64	41	27
$n^\circ$ capas	2	2	1	1	1
$A_t$ [cm <sup>2</sup> ]	128.9	129.3	128.7	128.8	132.5
$w_k$ [mm]	0.28	0.29	0.32	0.36	0.40

Como podemos observar adoptaremos la propuesta de 27Ø25



**PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08**  
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: puente pòrtico  
 Fecha: 28/04/2020  
 Hora: 19:37:32

**Dimensionamiento de secciones a flexión simple**

**1 Datos**

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
 Tipo de acero : B-500-S  
 $f_{ck}$  [MPa] = 30.00  
 $f_{yk}$  [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

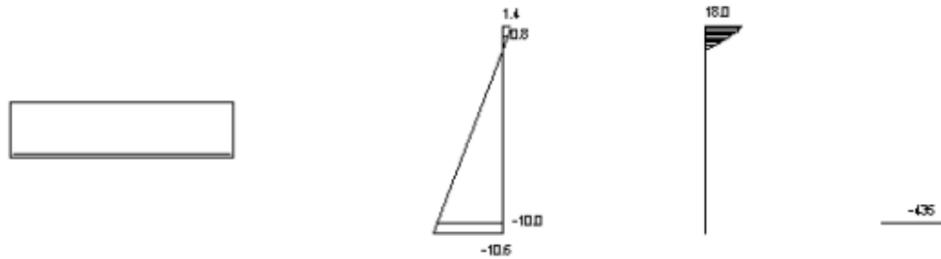
- Sección

Sección : ZAPATA  
 $b$  [m] = 4.00  
 $h$  [m] = 1.00  
 $r_i$  [m] = 0.050  
 $r_s$  [m] = 0.050



## 2 Dimensionamiento

$$M_d \text{ [kN}\cdot\text{m]} = 1130$$



Plano de deformación de agotamiento

$$\begin{aligned} x \text{ [m]} &= 0.115 \\ 1/r \text{ [1/m]} \cdot 1.E-3 &= 11.9 \\ \epsilon_s \cdot 1.E-3 &= 1.4 \\ \epsilon_i \cdot 1.E-3 &= -10.6 \end{aligned}$$

Deformación y tensión de armaduras

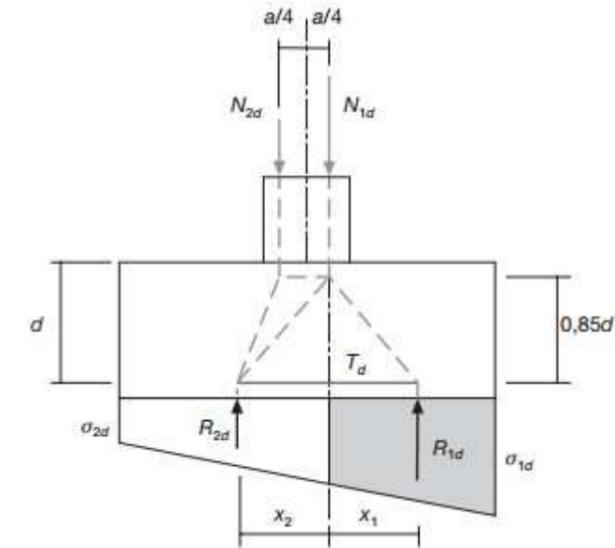
Profundidad [m]	Armadura [cm <sup>2</sup> ]	Deformación $\cdot 1.E^{-3}$	Tensión [MPa]
0.050	0.0	0.8	0.0
0.950	112.0	-10.0	434.8

$$A_{t\_est} \text{ [cm}^2\text{]} = 112.0$$

$\phi$ [mm]	12	14	16	20	25
n° $\phi$	100	73	56	36	23
n° capas	2	1	1	1	1
At [cm <sup>2</sup> ]	113.1	112.4	112.6	113.1	112.9
wk [mm]	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06

Adoptaremos la propuesta de 23  $\phi 25$

Armadura transversal: para la armadura transversal se utilizará el método de las bielas y tirantes, ya que se puede considerar una zapata rígida al ser el vuelo  $v \leq 2h$



Donde R1d es la resultante aplicada en el centroide del trapecio formada por las tensiones máximas y mínimas.

$$\sigma_{med} = 5,34 + 4,51 + 12,75 = 22.60T/m^2$$

$$\sigma_{máx} = 5,34 + 4,51 + 12,75 + 3,17 + 15,54 = 41.35T/m^2$$

$$R1d = \frac{22.60 + 41.35}{2} \cdot \frac{4}{2} = 63.95T$$

$$X1 = \frac{\left(\frac{4}{2} - \frac{0.6}{2}\right) (41.54 + 2 \cdot 22.60)}{3(41.54 + 22.60)} = 0.76m$$

$$Td = \frac{R1d \cdot X1}{0.85d} = 63.95 \cdot \frac{0.76}{0.85 \cdot 0.95} = 60.18T$$

$$Td = A_s \cdot F_{yd}$$

$$A_s = \frac{601.8 \cdot 10^6}{400} = 1504.5mm^2/m$$

Se dispondrán, por lo tanto, 5 $\phi 20$  cada metro, es decir cada 20cm

### 6.2.3. DIAFRAGMA

para el dimensionamiento del armado del diafragma se adoptan los valores recomendados por el prontuario de la EHE, en la cual se hace el dimensionamiento con diámetros Ø25

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.9 SEGÚN EHE-08  
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: estribo  
Fecha: 29/04/2020  
Hora: 12:29:52

#### Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

### 1 Datos

#### - Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
Tipo de acero : B-500-S  
fck [MPa] = 30.00  
fyk [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

#### - Sección

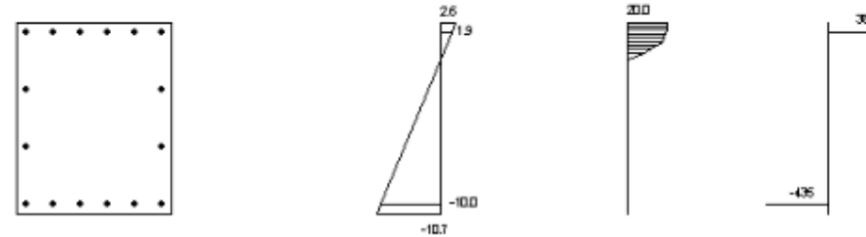
Sección : DIAFRAGMAA  
b [m] = 0.80  
h [m] = 1.00  
r [m] = 0.050

nº barras horizontales = 6  
nº barras verticales = 4



### 2 Dimensionamiento

Nd [kN] = 989.2  
Md [kN·m] = 1530



#### Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.195  
1/r [1/m] · 1.E-3 = 13.2  
 $\epsilon_s$  · 1.E-3 = 2.6  
 $\epsilon_i$  · 1.E-3 = -10.7

#### Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

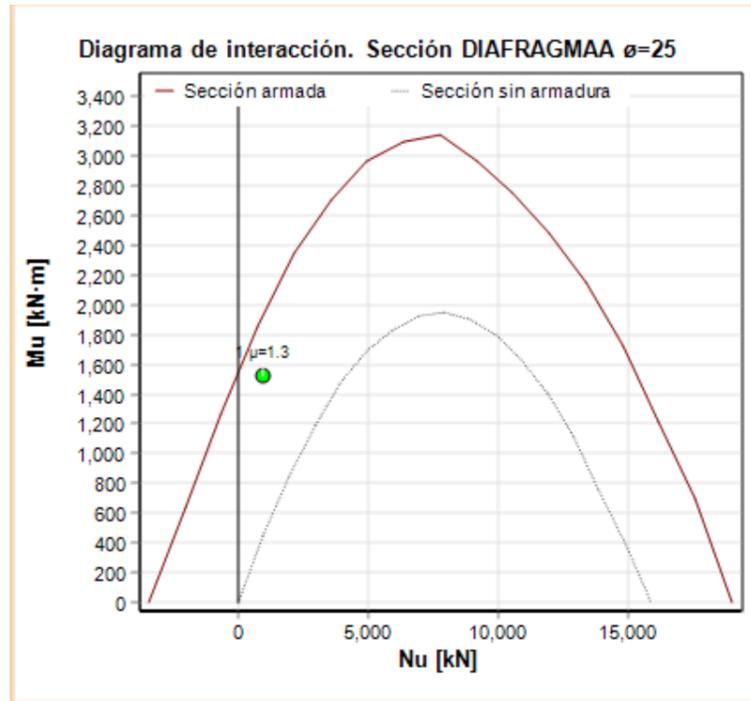
Profundidad [m]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.050	1.9	-383.9
0.950	-10.0	434.8

#### Propuesta armadura dimensionamiento

Aest [cm <sup>2</sup> ]	φest [mm]	A [cm <sup>2</sup> ]	φ [mm]	Nu [kN]	Mu [kN·m]
56.9	21.3	78.5	25.00	1337.5	2068.8

Con un área de 78,50cm<sup>2</sup> y con Ø25 disponemos de 16 barras longitudinales

En cuanto al armado transversal dispondremos de cercos de Ø16 a 20 cm.



Coefficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

Punto	Nd [kN]	Md [kN·m]	$\gamma$
1	989.2	1530	1.34

### 6.2.4. Anclajes y solapes HA-30

Anclaje posición recta

$\phi$	Longitud neta de anclaje $b_{neta}$ [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.21	0.15	0.21
8	0.20	0.29	0.20	0.29
10	0.25	0.36	0.25	0.36
12	0.30	0.43	0.30	0.43
14	0.35	0.50	0.35	0.50
16	0.40	0.57	0.40	0.57
20	0.52	0.73	0.52	0.73
25	0.81	1.14	0.81	1.14
32	1.33	1.86	1.33	1.86
40	2.08	2.91	2.08	2.91

Anclaje Patilla

$\phi$	Longitud neta de anclaje $b_{neta}$ [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.15	0.15	0.21
8	0.15	0.20	0.20	0.29
10	0.17	0.25	0.25	0.36
12	0.21	0.30	0.30	0.43
14	0.24	0.35	0.35	0.50
16	0.28	0.40	0.40	0.57
20	0.36	0.51	0.52	0.73
25	0.57	0.80	0.81	1.14
32	0.93	1.30	1.33	1.86
40	1.46	2.04	2.08	2.91

Anclaje posición Gancho

$\phi$	Longitud neta de anclaje $b_{neta}$ [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.15	0.15	0.15	0.21
8	0.15	0.20	0.20	0.29
10	0.17	0.25	0.25	0.36
12	0.21	0.30	0.30	0.43
14	0.24	0.35	0.35	0.50
16	0.28	0.40	0.40	0.57
20	0.36	0.51	0.52	0.73
25	0.57	0.80	0.81	1.14
32	0.93	1.30	1.33	1.86
40	1.46	2.04	2.08	2.91

Solape posición recta

$\phi$	Longitud de solapo $l_s$ [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	0.27	0.39	0.15	0.21
8	0.36	0.51	0.20	0.29
10	0.45	0.64	0.25	0.36
12	0.54	0.77	0.30	0.43
14	0.63	0.90	0.35	0.50
16	0.72	1.03	0.40	0.57
20	0.94	1.31	0.52	0.73
25	1.46	2.05	0.81	1.14
32	2.40	3.35	1.33	1.86
40	3.74	5.24	2.08	2.91

## Solape Patilla

$\phi$	Longitud de solapo ls [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
<b>6</b>	<b>0.27</b>	<b>0.27</b>	<b>0.15</b>	<b>0.21</b>
<b>8</b>	<b>0.27</b>	<b>0.36</b>	<b>0.20</b>	<b>0.29</b>
<b>10</b>	<b>0.32</b>	<b>0.45</b>	<b>0.25</b>	<b>0.36</b>
<b>12</b>	<b>0.38</b>	<b>0.54</b>	<b>0.30</b>	<b>0.43</b>
<b>14</b>	<b>0.44</b>	<b>0.63</b>	<b>0.35</b>	<b>0.50</b>
<b>16</b>	<b>0.50</b>	<b>0.72</b>	<b>0.40</b>	<b>0.57</b>
<b>20</b>	<b>0.66</b>	<b>0.92</b>	<b>0.52</b>	<b>0.73</b>
<b>25</b>	<b>1.02</b>	<b>1.43</b>	<b>0.81</b>	<b>1.14</b>
<b>32</b>	<b>1.68</b>	<b>2.35</b>	<b>1.33</b>	<b>1.86</b>
<b>40</b>	<b>2.62</b>	<b>3.67</b>	<b>2.08</b>	<b>2.91</b>

## Solape posición Gancho

$\phi$	Longitud de solapo ls [m]			
	Tracción		Compresión	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
<b>6</b>	<b>0.27</b>	<b>0.27</b>	<b>0.15</b>	<b>0.21</b>
<b>8</b>	<b>0.27</b>	<b>0.36</b>	<b>0.20</b>	<b>0.29</b>
<b>10</b>	<b>0.32</b>	<b>0.45</b>	<b>0.25</b>	<b>0.36</b>
<b>12</b>	<b>0.38</b>	<b>0.54</b>	<b>0.30</b>	<b>0.43</b>
<b>14</b>	<b>0.44</b>	<b>0.63</b>	<b>0.35</b>	<b>0.50</b>
<b>16</b>	<b>0.50</b>	<b>0.72</b>	<b>0.40</b>	<b>0.57</b>
<b>20</b>	<b>0.66</b>	<b>0.92</b>	<b>0.52</b>	<b>0.73</b>
<b>25</b>	<b>1.02</b>	<b>1.43</b>	<b>0.81</b>	<b>1.14</b>
<b>32</b>	<b>1.68</b>	<b>2.35</b>	<b>1.33</b>	<b>1.86</b>
<b>40</b>	<b>2.62</b>	<b>3.67</b>	<b>2.08</b>	<b>2.91</b>



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 5 PRUEBA DE CARGA**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. DIRECCIÓN Y REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.</b>	<b>2</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DE LA OBRA</b>	<b>2</b>
3.1. proyecto de la prueba	2
3.2. sistema de medida	3
3.3. determinación del módulo de elasticidad del hormigón.	3
3.4. Efecto de las condiciones meteorológicas	3
3.5. fecha de ejecución.	4
<b>4. DESARROLLO DE LA PRUEBA</b>	<b>4</b>
4.1. Materialización del tren de carga	4
4.2. Estados de carga	4
4.3. Formas de aplicar la carga	4
4.3.1. Escalones de carga	4
4.3.2. Criterio de estabilización	5
4.3.3. Criterios de remanencia	6
<b>5. DISPOSICIÓN DE LOS CAMIONES</b>	<b>6</b>
5.1. vanos laterales	6
5.2. Vano central	6
<b>6. INFORME DE LA PRUEBA</b>	<b>7</b>
<b>7. ACTA DE LA PRUEBA</b>	<b>7</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo de prueba de carga se desarrollará de acuerdo a las recomendaciones marcadas por el Ministerio de Fomento "Recomendaciones para la realización de prueba de carga de recepción en puentes de carretera 1999".

El documento es obligatorio en obras de nueva apertura, evitándose por tanto esta prueba a obras en servicio. La prueba de carga consiste en un conjunto de operaciones consistente en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el proyecto y construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria. Con este objeto es necesario comprobar que, para unas situaciones de carga representativas de las acciones a que va a estar sometida durante su vida en servicio, el comportamiento de la estructura se ajusta a las previsiones de proyecto.

Existen dos tipos de pruebas de cargas: estáticas y dinámicas.

En el caso de puentes nuevos, la prueba de carga estática es preceptiva, según la vigente IAP-11, capítulo 9.

La obligatoriedad de la prueba de carga se entenderá para obras de paso en que alguno de sus vanos tenga una luz igual o superior a 12 m. Para luces inferiores a 12 m, el Director de la Obra, o en su caso el Director del Proyecto, podrá decidir la realización de la prueba en función de las características o circunstancias de la estructura.

En cuanto a las pruebas de carga dinámicas, se establece su obligatoriedad en el caso de puentes con luces superiores a 60 metros, o en aquéllos cuyo diseño sea inusual o se utilicen nuevos materiales, así como en el caso de pasarelas y zonas de tránsito en las que se prevea que las vibraciones puedan ocasionar molestias a los usuarios. Estos criterios serán también de aplicación cuando se trate de estructuras metálicas o mixtas.

## 2. DIRECCIÓN Y REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.

La realización de la prueba será llevada a cabo por personal cualificado, al frente del cual figurará un Ingeniero especializado en este tipo de trabajos, quien será nombrado por el Director de la Obra.

El ingeniero responsable de ese cometido, a quien en adelante se denominará Director de la prueba, deberá estar presente durante todo el desarrollo de la misma.

El Director de la prueba será quien dé por finalizado cada estado de carga y, una vez que la considere realizada en todas sus fases, dé por terminada la prueba. Deberá, en su caso, ordenar la suspensión de la misma cuando así lo requiera el comportamiento de la estructura. El Director de la prueba será quien, a partir de los resultados de la misma, redacte el informe de la prueba.

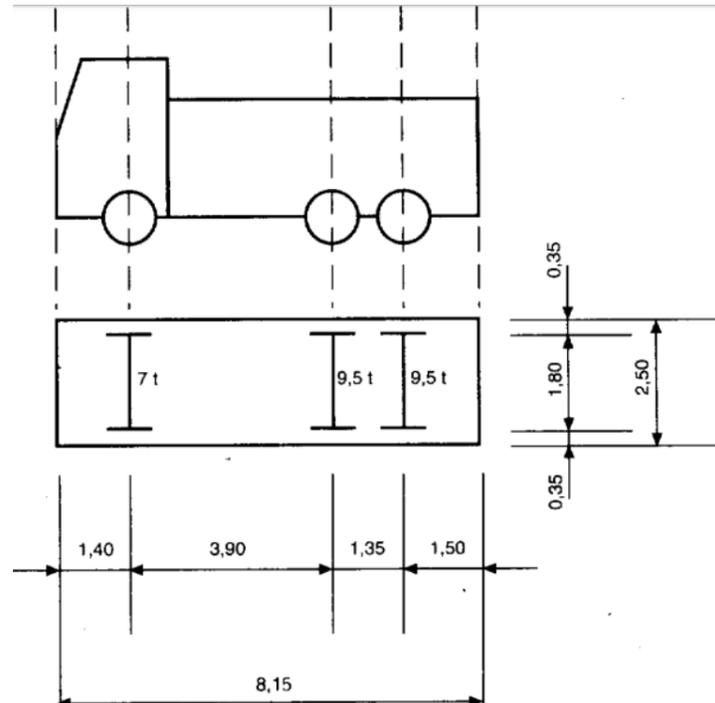
## 3. PLANTEAMIENTO DE LA OBRA

### 3.1. PROYECTO DE LA PRUEBA

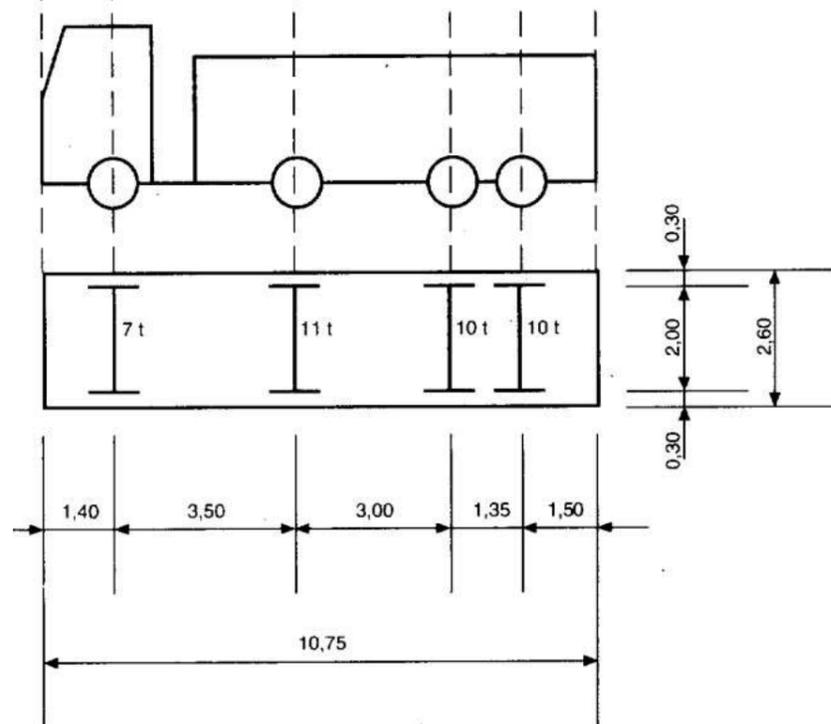
El Proyecto de la prueba de carga deberá estar incluido en el proyecto de la obra, correspondiendo, por tanto, su redacción al autor de dicho proyecto. Constará de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto, quedando en general incluidos cada uno de estos documentos en las correspondientes partes del proyecto de la obra.

Deberán quedar definidos todos los aspectos relativos a la realización de la prueba de carga, tanto en lo que se refiere a los trenes y estados de carga, instrumentación, medios auxiliares (en su caso) y valoración económica, como a los valores teóricos previstos para las medidas experimentales y apertura de fisuras.

Si, en el momento de redactar el Proyecto de la prueba, no se conocieran las características de los vehículos de carga con los que se va a realizar ésta, se utilizará uno de los dos vehículos tipo que figuran a continuación



CAMION DE TRES EJES 26T



CAMION ARTICULADO DE CUATRO EJES 38T

Tanto si el proyecto de la estructura sufriera modificaciones antes de la construcción de la misma, como si los vehículos de carga a utilizar fueran distintos de los previstos o si se tuviera constancia de desviaciones significativas de las características de los materiales respecto a lo previsto en proyecto, será necesario rehacer o adaptar el Proyecto de la prueba de carga.

### 3.2. SISTEMA DE MEDIDA

Las magnitudes a medir y la localización de los puntos de medida serán los especificados en el Proyecto de la prueba. Las medidas deberán efectuarse en posición y cantidad suficiente para permitir la correcta evaluación del comportamiento de la obra

En general, se debe medir al menos la flecha en todos los centros de vano y el descenso en líneas de apoyo. Podrá prescindirse de la medida de estos últimos si se considera que su valor no va a ser significativo en relación con las flechas penetraciones dinámicas

Los aparatos de medida que se utilicen deberán estar sancionados por la experiencia en pruebas similares. Deberán estar debidamente calibrados y poseer una sensibilidad mínima del orden de un 5% de los valores más pequeños esperados en los puntos de medida significativos.

Su rango de medida deberá ser como mínimo superior en un 50% a los valores máximos esperados de dichas magnitudes.

### 3.3. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN.

En puentes de hormigón, para poder conocer las características del material en el momento de la prueba de carga, se recomienda efectuar algún ensayo a compresión de probetas reservadas a tal fin durante la ejecución de la obra.

Preferiblemente, dicho ensayo será realizado por un laboratorio con capacidad para obtener la curva tensión-deformación.

### 3.4. EFECTO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Con objeto de cuantificar el efecto de las variaciones térmicas sobre los parámetros estructurales registrados, se recomienda instrumentar una sección del tablero con dos sensores de temperatura, uno en su cara superior y otro en la inferior. Las lecturas de estos sensores se efectuarán con la misma periodicidad que la adoptada para el resto de la instrumentación. Se intentará reducir al

mínimo el tiempo de aplicación de la carga para minimizar la influencia, en la propia estructura y en los aparatos de medida, de los efectos térmicos, higrométricos o de otro tipo, cumpliendo siempre los criterios recogidos en el apartado 6 de este documento

### 3.5. FECHA DE EJECUCIÓN.

La prueba de carga de recepción se realizará antes de la puesta en servicio de la estructura.

En el momento de iniciarse la prueba, el hormigón de cualquier elemento resistente de la obra deberá haber alcanzado la resistencia característica de proyecto. El Director de Obra podrá autorizar la realización de la prueba, aunque no se cumpla esta condición, una vez analizada la repercusión estructural de tal decisión.

## 4. DESARROLLO DE LA PRUEBA

### 4.1. MATERIALIZACIÓN DEL TREN DE CARGA

Se empleará un tren de carga constituido por camiones, cuyo número y características estarán definidos en el Proyecto de la prueba.

El nivel de carga alcanzado durante la prueba debe ser representativo de las acciones de servicio. Se considera adecuado alcanzar un nivel de carga correspondiente a un período de retorno próximo a 5 años. De acuerdo con esto, se aconseja que las solicitaciones a que dé lugar el tren de carga real estén en torno al 60% de los valores teóricos producidos por el tren de carga definido en la "IAP-11", adoptando sus valores característicos sin mayorar. En ningún caso las solicitaciones producidas por el tren de carga real serán superiores al 70% de dichos esfuerzos teóricos.

Antes de comenzar la prueba, se comprobará mediante pesaje en báscula el peso total real de cada uno de los vehículos, debiendo quedar garantizado que su valor no se desvía en más de un 5% del considerado en el Proyecto de la prueba. Los recibos de báscula deberán entregarse al Director de la prueba, quien dejará constancia de ello en el informe de la misma.

La posición de todos los vehículos en cada estado de carga deberá marcarse previamente sobre el tablero, de forma que pueda realizarse su colocación con suficiente precisión.

En aquellos casos en que se realice la prueba de carga antes de la ejecución de alguna de las unidades no estructurales que forman parte de la carga muerta, se podrá materializar su peso

incrementando la carga de la prueba o añadiendo una carga supletoria con antelación suficiente para que se produzca la estabilización.

### 4.2. ESTADOS DE CARGA

Los estados de carga se definirán en el Proyecto de la prueba de forma que, cargando convenientemente distintas zonas de la estructura, se alcancen los porcentajes deseados de los esfuerzos máximos producidos por el tren de carga de la Instrucción en las secciones críticas.

En nuestro caso al tratarse de puentes continuos, en general será suficiente con cargar parejas de vanos contiguos y de vanos alternos, de forma que, en todas las secciones de apoyo y de centro de vano.

En general, además de las secciones sobre apoyos y secciones de vano, se considerarán críticas, y se definirán los correspondientes estados de carga, aquellas secciones con cambios bruscos de geometría, cambio de materiales o aquéllas que, a juicio del autor del proyecto, sea conveniente comprobar.

Como norma general, la carga se aplicará solamente en la calzada y arcenes, sin que sea necesario someter a prueba las aceras, distribuyendo uniformemente los vehículos de carga en el ancho de la plataforma.

### 4.3. FORMAS DE APLICAR LA CARGA

Los movimientos de los vehículos en cualquier fase del proceso de carga o de descarga se efectuarán con la lentitud necesaria para no provocar efectos dinámicos no deseados, y se organizarán de forma que no se produzcan sobre otras partes de la estructura solicitaciones superiores a las previstas.

Será necesario proceder a la descarga total de la estructura antes de materializar cada nuevo estado de carga. Únicamente en el caso de puentes formados por vanos simplemente apoyados, se podrán materializar los distintos estados de carga mediante el avance del tren de carga sucesivamente de vano en vano.

#### 4.3.1. Escalones de carga

La carga correspondiente a cada estado se aplicará en varias fases o escalones de manera que se pueda registrar la respuesta progresiva de la estructura en las zonas críticas. En general, se aconseja aplicar la carga en un mínimo de dos escalones. De forma complementaria, y siempre que el

equipo de medida permita llevar a cabo la adquisición de datos con rapidez, se efectuará una lectura de los parámetros controlados tras la entrada o salida de cada uno de los camiones o fila transversal de camiones.

### 4.3.2. Criterio de estabilización

El tiempo que se debe mantener la carga total correspondiente a un cierto estado de carga, vendrá determinado por el criterio de estabilización de las medidas

Los valores de la respuesta de la estructura que se consideren (flechas, giros, deformaciones unitarias, etc.) se denominarán medidas y se obtendrán en cada momento como diferencia entre las lecturas de los aparatos en ese instante  $i$  y las lecturas iniciales inmediatamente antes de la colocación de la carga correspondiente a cada estado.

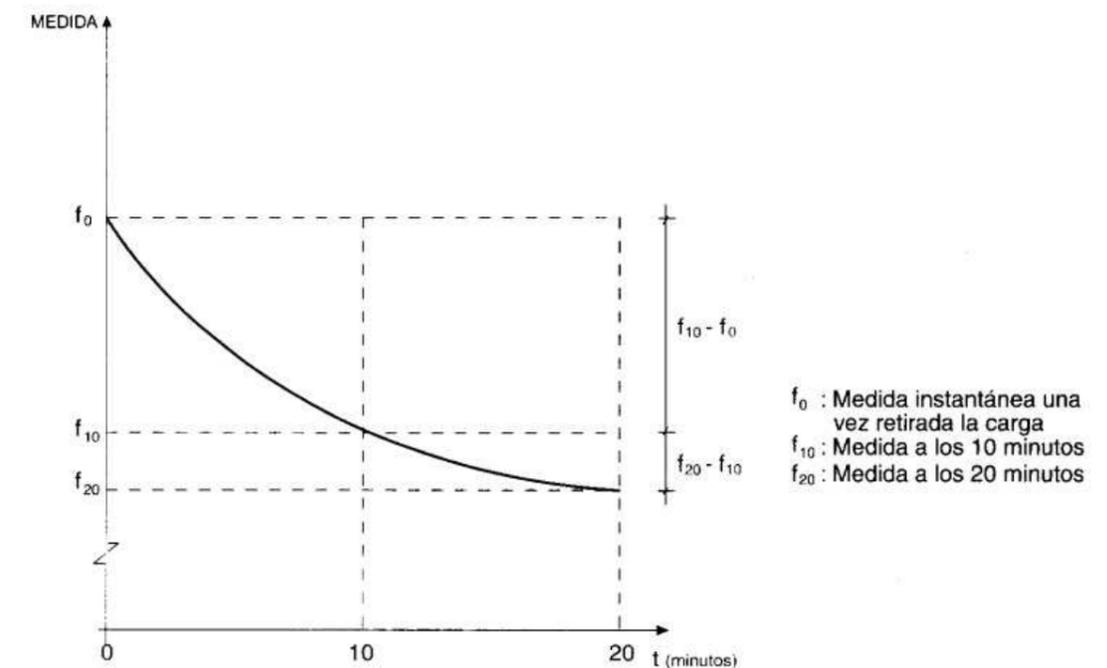
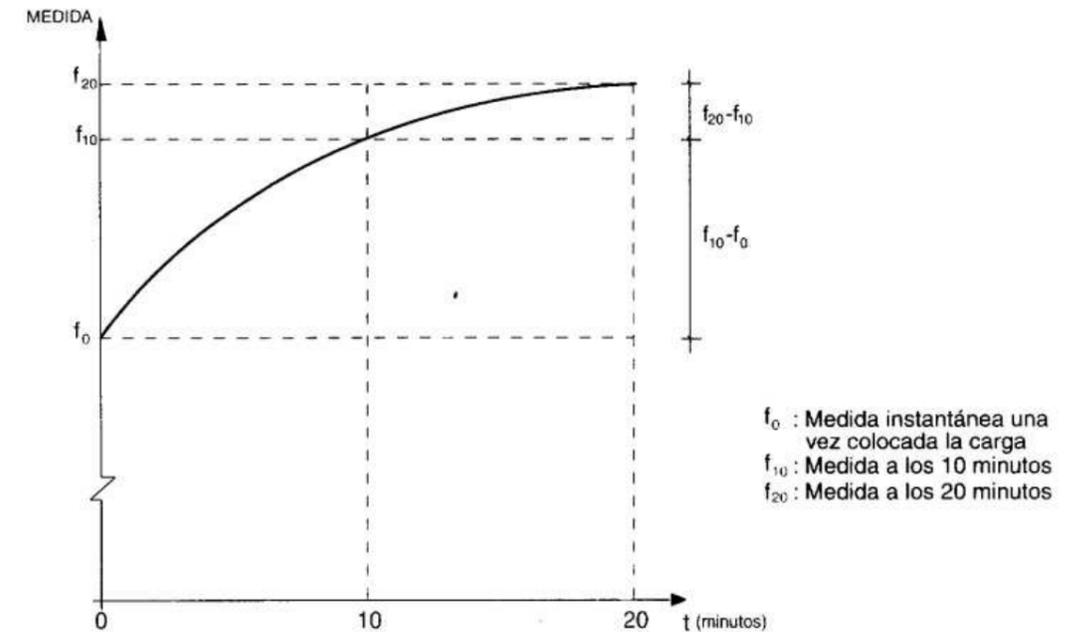
Una vez colocado en su posición prevista el tren de carga, se realizará una medida de la respuesta instantánea de la estructura  $f_0$  en los aparatos de medida situados en los puntos significativos.

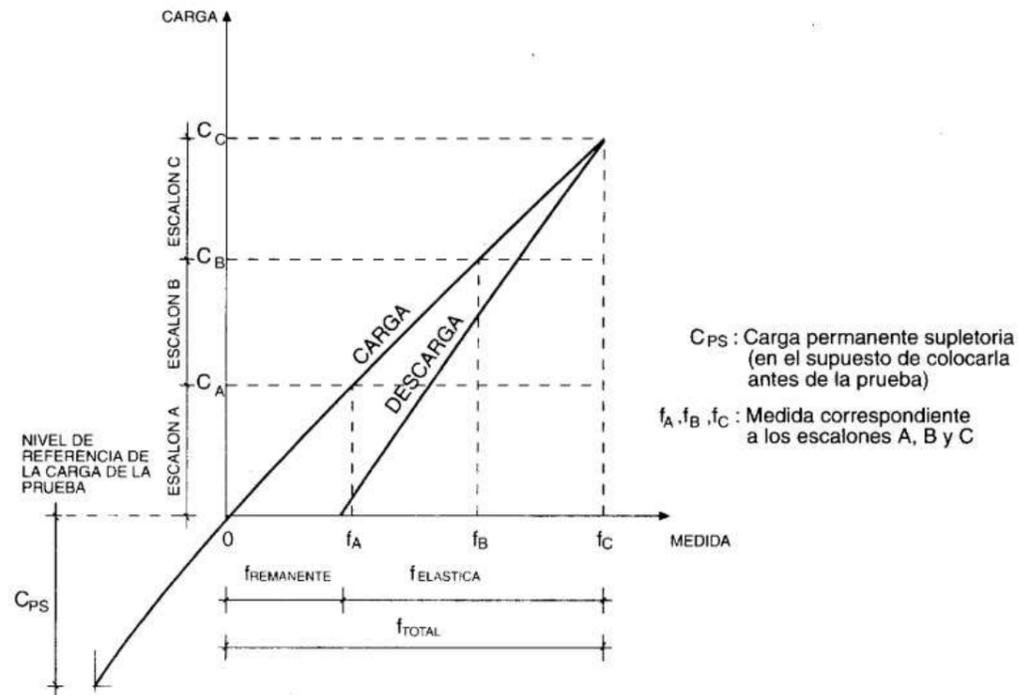
Transcurridos 10 minutos se obtendrá una nueva medida en dichos puntos  $f_{10}$ . Si las diferencias entre los nuevos valores de la respuesta y los instantáneos son inferiores al 5% de éstos:

$$f_{10} - f_0 < 0,05 f_0$$

o bien son del mismo orden de la precisión de los aparatos de medida, se considerará estabilizado el proceso de carga. Si no se satisface la condición anterior, se mantendrá la carga durante un nuevo intervalo de 10 minutos, considerándose cumplido el requisito de estabilización si, realizada la medida al final del mismo  $f_{20}$ , la diferencia de medidas correspondiente a este intervalo es inferior al 20% de la diferencia de medidas correspondiente al intervalo anterior, o bien es del orden de magnitud de la precisión de los aparatos de medida

$$f_{20} - f_{10} < 0,2 (f_{10} - f_0)$$





### 4.3.3. Criterios de remanencia

Los valores remanentes  $f_r$  correspondientes a un estado de carga se definen como la diferencia entre los valores estabilizados después de la descarga y los iniciales antes de la carga.

Los límites para las remanencias en cada punto de medida que se indican a continuación expresados en forma de porcentaje, están referidos a los valores máximos de la respuesta medida de la estructura:

- a) Puentes de hormigón armado: 20%
- b) Puentes de hormigón pretensado o mixtos: 15%
- c) Puentes metálicos: 10%

## 5. DISPOSICIÓN DE LOS CAMIONES

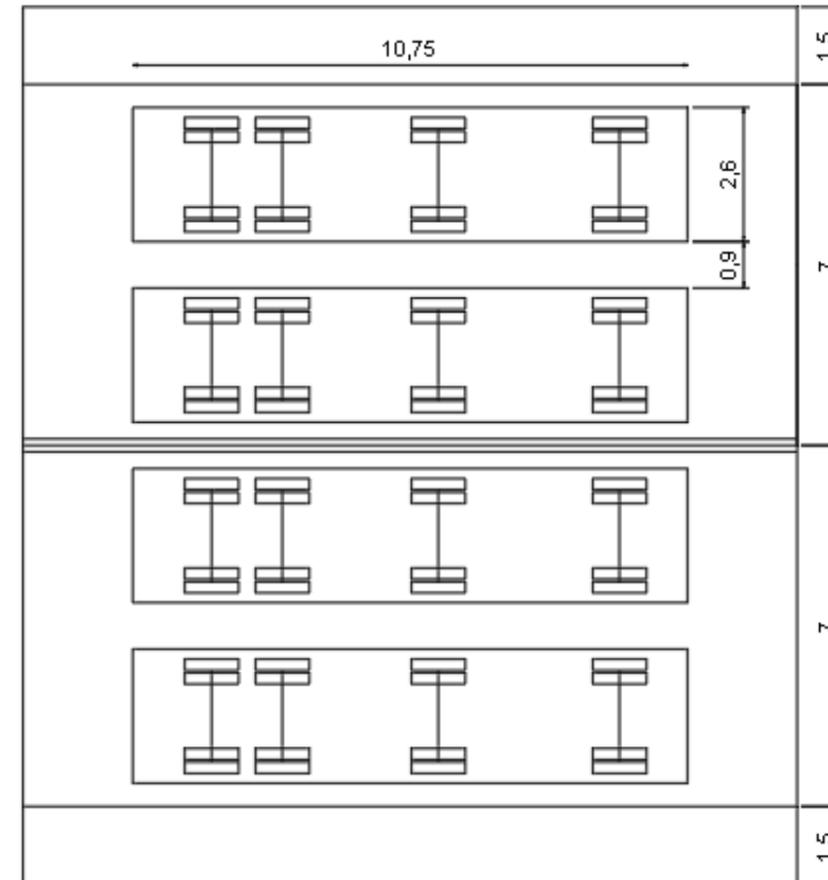
### 5.1. VANOS LATERALES

la sobrecarga equivalente a una carga puntual sin ningún coeficiente viene representada por la siguiente expresión:

$$P = 15 \cdot (9 \cdot 3 + 2,5 \cdot 3 + 2,5 \cdot 3 + 2,5 \cdot 8) + 2(300 + 200 + 100) = \mathbf{2.130,0KN}$$

Como se determinó anteriormente el esfuerzo aplicado en la sección debe ser del 60%, la resultante nos queda en un valor de 1.148,62 KN.

Con este valor podemos disponer de 4 camiones de 48 T, puesto que la longitud del vano no permite la entrada de más de una fila de camiones. La carga total aplicada será de 1.920KN.



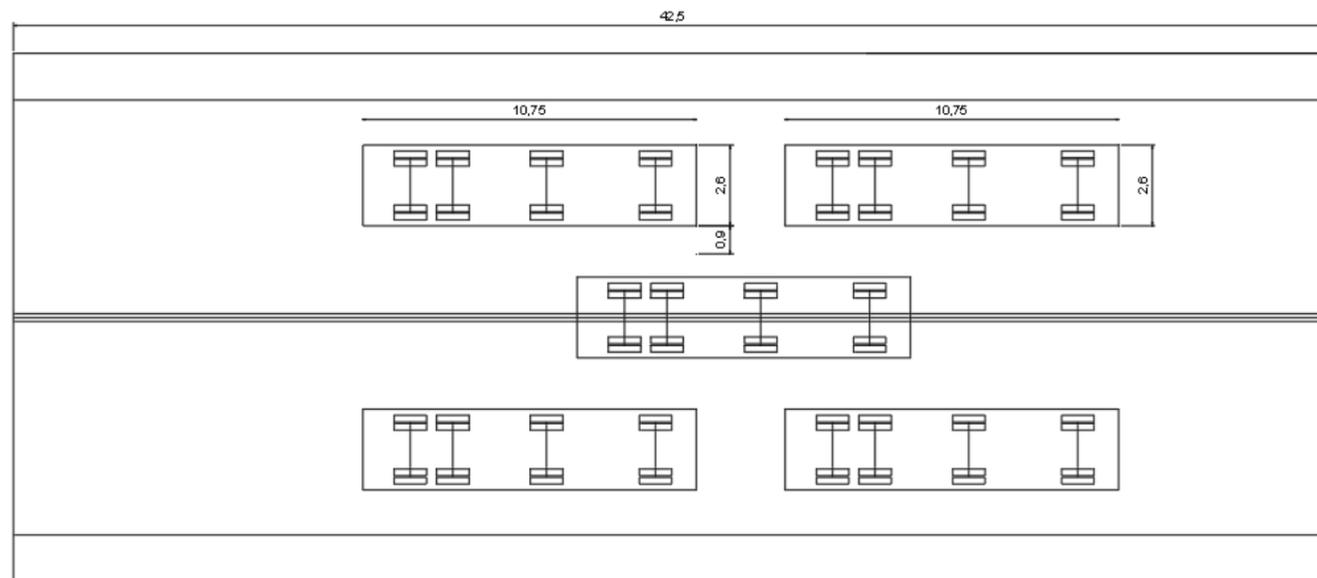
### 5.2. VANO CENTRAL

la sobrecarga equivalente a una carga puntual sin ningún coeficiente viene representada por la siguiente expresión:

$$P = 42,5 \cdot (9 \cdot 3 + 2,5 \cdot 3 + 2,5 \cdot 3 + 2,5 \cdot 8) + 2(300 + 200 + 100) = \mathbf{3.835,00KN}$$

Como se determinó anteriormente el esfuerzo aplicado en la sección debe ser del 60%, la resultante nos queda en un valor de 2.301,00 KN.

Con este valor podemos disponer de 5 camiones de 48 T, puesto que la longitud del vano no permite la entrada de más de una fila de camiones. La carga total aplicada será de 2.400KN.



- Comparación con los valores teóricos previstos y valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación.
- Cuestiones de interés observadas en las inspecciones de la obra antes, durante y después de la prueba.
- Varios: documentación fotográfica, condiciones meteorológicas, puntos de referencia para la nivelación si los hubiera, incidencias,...

El informe estará redactado y firmado por el ingeniero Director de la prueba. Si, por indicación del Director de las Obras, la valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación fuera efectuada por el Autor del Proyecto, éste será quien redacte y firme dicha parte del informe...

## 7. ACTA DE LA PRUEBA

Con base en el Informe, se redactará el Acta de la prueba, documento de carácter oficial que contiene una descripción resumida de los distintos aspectos de la prueba, mencionados en el apartado anterior, y una referencia expresa al cumplimiento de los criterios de aceptación.

El Acta estará firmada al menos por el Director de la Obra, el Director de la prueba y el representante del Constructor.

## 6. INFORME DE LA PRUEBA

Una vez finalizada la prueba de carga se redactará el Informe de la prueba, en el que figurarán los aspectos siguientes:

- Fecha, hora de inicio y fin y asistentes a la prueba
- Referencia al proyecto de la estructura y de la prueba de carga (clave, feDescripción de la obra y de su estado previo a la prueba)
- Descripción detallada de los vehículos utilizados y los distintos estados de carga
- Descripción de las magnitudes, equipo instrumental de toma de datos y número y situación de los puntos de medida
- Información sobre el desarrollo de la prueba (hora de comienzo de cada estado de carga, tiempo transcurrido entre carga y descarga, número de escalones, etc.) cha, autor, ...)
- Registros de las magnitudes medidas durante la prueba



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 6 PLAN DE OBRA**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ACTIVIDADES DE OBRA.	2
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	2
3.1. Construcción de accesos e instalación de oficinas.	2
3.2. cimentación	2
3.3. estribos	3
3.4. determinación del módulo de elasticidad del hormigón.	3
3.4.1. Criterios de remanencia	¡Error! Marcador no definido.
4. RENDIMIENTO	4
5. DIAGRAMA DE GANTT	5

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo de Plan de obra pretende analizar los tiempos de ejecución previstos de cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción del puente pórtico sobre la A-120 que pasa sobre la A-2 Zaragoza.

De igual manera se estipularán los procedimientos a realizar durante la construcción, así como los momentos temporales de sus inicios y su finalización.

El objetivo del Plan de Obra es determinar cómo se espera que sea el desarrollo a lo largo del tiempo, permitiendo asignar tanto tiempo como recursos a las distintas actividades a desarrollar

La planificación permite conocer por otro lado los problemas que puedan surgir durante el transcurso de la construcción. Así de esta manera prever soluciones con cierta antelación y cierta exactitud que puedan tanto al coste como los tiempos.

## 2. ACTIVIDADES DE OBRA.

El emplazamiento del puente se encuentra contenido en la A-120 que se proyecta con el objetivo de enlazar el polígono plaza con la A-2 y la feria de muestras de Zaragoza.

Como ya se ha mencionado antes el objetivo del trabajo fin de grado es plantear otra solución a la ya existente con un nuevo trazado en planta y una tipología de estructura distinta, para lo cual la solución elegida fue la proyección de un "Puente pórtico de hormigón pretensado con armaduras postesas y células triangulares". Dicha solución era solo viable en caso de encontrarnos en una obra de nueva construcción y sin el tráfico en servicio como se encuentra actualmente.

Con estas premisas de planteaba la solución de la obra que nos permite la utilización de cimbras apoyadas en el terreno y una ejecución más controlada.

Las principales actividades que se llevaran a cabo son las siguientes:

- Construcción de accesos e instalación de oficinas.
- Cimentación
- Estribos
- Pilas y tirantes
- Tablero

- Auxiliares

## 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

### 3.1. CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS E INSTALACIÓN DE OFICINAS.

La construcción de accesos no requerirá grandes trabajos, pues al tratarse de una obra nueva la que se encuentra contenida en una carretera, los accesos quedarán ya definidos, por tanto, únicamente se realizarán unos pequeños trabajos de accesos a las instalaciones de oficinas y la colocación de las mismas en el lado derecho respecto la A-2 en dirección a la ciudad.

### 3.2. CIMENTACIÓN

Dentro de esta actividad podemos subdividir varias partidas, que empieza con el desbroce y limpieza del terreno, así como el replanteo.

Una vez realizadas las actividades anteriores se procede a la excavación de la cimentación (encepado) a la cota prevista por el proyecto. Debe prestarse especial cuidado a la pendiente de la excavación para evitar posibles desprendimientos, por ello se formará una excavación triangular con un talud que permita mantener seguras los desprendimientos.

Siguiendo con el proceso se replantearán los pilotes y se posicionara a las maquinarias que serán necesarias para llevar a cabo la perforación y consiguiente ferrallado(Armaduras B500 S) y hormigonado(Hormigón HA-25/F/20/IIa). Al haber terminado el pilotaje del primer encepado se procederá a la ejecución del siguiente, al mismo tiempo se verterá el hormigón de limpieza (HL-150) y empezarán los trabajos de ferralla del primero con los separadores de seguridad correspondiente.

A continuación, tras haber terminado la ferralla, se procederá al encofrado del encepado, que no entrará en contacto con la armadura dispuesta, y prestando atención en la estabilidad y apuntalamientos ya que se deberá evitar que durante el hormigonado no se produzca movimiento o desplazamiento alguno. Antes de hormigonar el cimientto es necesario realizar dos comprobaciones: que el fondo del encofrado esté limpio y que las armaduras dispuestas son las indicadas en proyecto, y esto especialmente es necesario en lo referente a las armaduras de espera que serán las que darán continuidad a la armadura de los alzados de los elementos que se empotran en la cimentación, tal como son la pila y los tirantes.

Se verterá el hormigón (HA-25/F/20/IIa) de forma continua una seguida de la otra, prestando especial cuidado en el curado, garantizando que durante las primeras edades del curado esta quede protegida y se evite la pérdida de agua que pueda ocasionar fisuras en la superficie. El curado es uno de los procesos más importantes de llevar a cabo para obtener la resistencia y durabilidad del hormigón adecuadas.

Una vez terminado el tiempo para que el hormigón haya adquirido la resistencia adecuada, se procederá al desencofrado para así continuar con las siguientes actividades.5.3

La duración de esta fase realizando los dos encepados, una a continuación de la otra son de 5 semanas con tres días, incluyendo la curación de 7 días para la siguiente fase que es la continuación estructural de las pilas y tirantes.

### **3.3. ESTRIBOS**

Repitiendo las operaciones de limpieza y desbroce del terreno, así como la excavación de necesaria de la superficie donde se alojará la zapata de los estribos, se procederá al vertido del hormigón de limpieza de (HL-150).

A continuación, se dispondrán los separadores de seguridad para la ferralla, que se realizará in situ, con sus respectivas esperas para la continuidad estructural, que en este caso serán los diafragmas que conectan con la viga cabezal.

Una vez realizada la ferralla se conformará el encofrado con para formar la zapata, con disposiciones de estabilidad y deslizamiento correctas. Una vez comprobado que dentro del encofrado haya una limpieza y que la ferralla no esté apegada al encofrado, se procederá al hormigonado cuidando bien la curación para adquirir las resistencias y durabilidad necesarias.

Siguiendo con el mismo procedimiento, una vez adquirida la resistencia necesaria (7días) se procede al desencofrado y consiguiente armado y encofrado de los diafragmas y viga cabezal con las condiciones de seguridad tanto de estabilidad y limpieza.

Después de realizar el hormigonado de parte superior del estribo se procede a su correspondiente curado y éste será de 28 días hasta adquirir la resistencia que pueda soportar el tablero.

La duración completa de los dos estribos llega a 10 semanas (2 meses con dos semanas) incluyendo la curación de 28 días de la parte superior del ultimo estribo.

### **3.4. PILAS Y TIRANTES**

Terminada la última fase del estribo se comienza con el encofrado y armado de las pilas y los tirantes que mediante apoyos con la cimbra se llevaran a cabo para conseguir la inclinación de proyecto. Tanto las pilas y tirantes se hormigonarán con hormigón HA-30.

Después de hormigonado se dejarán esperas para realizar la continuación estructural y empotramiento al tablero.

La duración total de las pilas y tirantes alcanzan las 6 semanas incluyendo la curación de 27 días para alcanzar la resistencia adecuada y soportar todo el peso del tablero.

### **3.5. TABLERO.**

Mientras se realizaba la curación de las pilas, se seguía con la continuación de la cimbra que va a soportar todo el peso del tablero. La cimbra se apoyará en el terreno que se preparará la superficie de apoyo, nivelación de la cimbra, apuntalamientos de la cimbra y pruebas de carga.

El procedimiento de construcción del puente una vez colocada la cimbra y el encofrado pertinente, es similar a la ejecución de las diferentes partes estructurales comentadas en los apartados anteriores. La diferencia radica en la presencia de tendones de pretensado y aligeramientos circulares en la losa.

Mientras se van colocando las armaduras pasivas del tablero se van instalando las tuberías donde irán instaladas las vainas de postensado, prestando especial atención en las cotas que se establecieron en proyecto y los sistemas de sujeción, ya que durante el hormigonado se pueden producir efectos de flotabilidad y desplazamientos que producirán efectos negativos a la acción del pretensado y de difícil solventación. Se tendrá especial cuidado en el replanteo de las vainas, sobre todo en las zonas de anclaje, ya que debido a la aglomeración de armadura pasiva, resulta una ejecución mas cuidadosa.

El problema de la flotabilidad y desplazamientos durante el hormigonado también queda afectada a los aligeramientos, por ello se estudiará y realizará su correcta sujeción a las armaduras pasivas.

Una vez colocadas las armaduras pasivas, activas y aligeramientos tal y como se definen en los planos de proyecto, se procederá al vertido del hormigón. Éste se realizará mediante dos bombas, y teniendo una bomba de repuesto por si alguna falla. Se debe tener la precaución de no interrumpir el flujo de hormigón, así se evita la posibilidad de juntas de hormigonado y se garantiza el correcto funcionamiento estructural.

Una vez hormigonado el tablero, con hormigón para pretensar HP-40, se instalarán los cordones de postensado y el tesado se realizará no antes de 7 días de curación y resistencia del hormigón. El tesado se realizará mediante gatos a la fuerza establecida en proyecto.

Terminado la curación del tablero que serán los 28 días se procede al descimbrado de la estructura.

La duración de todo el proceso llega aproximadamente a las 7 semanas.

Los aparatos de apoyo se colocarán durante la instalación de la cimbra mediante neoprenos empotrados en los estribos con pernos de anclaje tal como se detalla en los planos del proyecto.

En cuanto a la losa de transición, transcurridos 7 días después del hormigonado del tablero y el relleno del trasdós y el terraplén en la capa de rodadura, se procederá a su encofrado y hormigonado con hormigón HA-25.

### 3.6. AUXILIARES

La junta de dilatación se instalará después de la capa de rodadura.

En cuanto al pretíl existente en los extremos laterales del tablero, se ejecutan dejando embebidas en el tablero placas de anclaje que permiten fijar los postes verticales de pretiles y barandillas mediante soldaduras in situ al tablero.

Las aceras se ejecutarán in situ con hormigón HA-25, mientras que los bordillos se instalarán con elementos prefabricados.

## 4. RENDIMIENTO

	Encepado 1	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m2	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA	0,004	250,00	374,20	1,50	0,19
m3	EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS	0,015	66,67	723,84	10,86	1,36
m	PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500	0,210	4,76	225,00	47,25	5,91
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 PILOTES	0,036	27,78	396,00	14,26	1,78
m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150	0,600	1,67	12,43	7,46	0,93
m2	ENCOFRADO DE ENCEPADO	0,072	13,89	136,53	9,83	1,23
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 ENCEPADO	0,011	90,91	361,92	3,98	0,50
						12,00

	Encepado 2	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m	PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500	0,210	4,76	225,00	47,25	5,91
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 PILOTES	0,036	27,78	396,00	14,26	1,78
m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150	0,600	1,67	12,43	7,46	0,93
m2	ENCOFRADO DE ENCEPADO	0,072	13,89	136,53	9,83	1,23
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 ENCEPADO	0,011	90,91	361,92	3,98	0,50
						11,00

	Estribo 1	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA	0,004	250,00	184,00	0,74	0,09
m3	EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS	0,025	40,00	147,60	3,69	0,46
m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150	0,600	1,67	14,76	8,86	1,11
m2	ENCOFRADO ZAPATA	0,125	8,00	44,90	5,61	0,70
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 ZAPATA	0,056	17,86	73,80	4,13	0,52
m2	ENCOFRADO DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL	0,125	8,00	307,62	38,45	4,81
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL	0,036	27,78	92,15	3,32	0,41
						9,00

	Estribo 2	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m2	ENCOFRADO ZAPATA	0,125	8,00	44,90	5,61	0,70
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 ZAPATA	0,056	17,86	73,80	4,13	0,52
m2	ENCOFRADO DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL	0,125	8,00	307,62	38,45	4,81
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL	0,056	17,86	92,15	5,16	0,65
						7,00

	Pilas y Tirantes	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m2	ENCOFRADO PILARES Y TIRANTES	0,125	8,00	603,36	75,42	9,43
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 PILARES Y TIRANTES	0,056	17,86	144,08	8,07	1,01
						11,00

	Tablero	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m2	ENCOFRADO CIMBRA TABLERO	0,007	142,86	7211,00	50,48	6,31
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HP-40 TABLERO	0,005	222,22	1250,00	5,63	0,70
l	ARMADURA POSTENSADO	0,005	200,00	1450,00	7,25	0,91
m2	ENCOFRADO LOSA DE TRANSICION	0,125	8,00	23,45	2,93	0,37
m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 LOSA DE TRANSICION	0,040	25,00	46,13	1,85	0,23
						9,00

	Auxiliares	Rendimiento	Produccion	Medicion	h	Nº dias
m2	Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100	0,500	2,00	8,00	4,00	0,50
m3	JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm	0,200	5,00	36,90	7,38	0,92
l	PRETIL META16 – H3/W3	0,250	4,00	145,00	36,25	4,53
						6,00

## 5. DIAGRAMA DE GANTT

	MES JUNIO				MES JULIO				MES AGOSTO				MES SEPTIEMBRE				MES OCTUBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Encepado 1</b>																				
DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA																				217,04 €
EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS																				1.201,57 €
PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500																				24.849,00 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 PILOTES																				34.800,48 €
HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150																				774,64 €
ENCOFRADO DE ENCEPADO																				25.013,71 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 ENCEPADO																				31.805,53 €
<b>Encepado 2</b>																				
PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500																				24.849,00 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 PILOTES																				31.809,92 €
HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150																				774,64 €
ENCOFRADO DE ENCEPADO																				25.013,71 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 ENCEPADO																				31.805,53 €
<b>Estribo 1</b>																				
DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA																				156,40 €
EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS																				231,73 €
HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150																				916,15 €
ENCOFRADO ZAPATA																				1.026,86 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 ZAPATA																				7.070,04 €
ENCOFRADO DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL																				21.911,55 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL																				8.827,97 €
<b>Estribo 2</b>																				
ENCOFRADO ZAPATA																				1.026,86 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 ZAPATA																				7.070,04 €
ENCOFRADO DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL																				7.035,27 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 DIAFRAGMA-VIGA CABEZAL																				23.704,26 €
<b>Pilas y Tirantes</b>																				
ENCOFRADO PILARES Y TIRANTES																				37.982,47 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 PILARES Y TIRANTES																				14.631,32 €
<b>Tablero</b>																				
ENCOFRADO CIMBRA TABLERO																				211.914,98 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HP-40 TABLERO																				145.991,00 €
ARMADURA POSTENSADO																				128.371,95 €
ENCOFRADO LOSA DE TRANSICION																				325,21 €
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 LOSA DE TRANSICION																				4.053,90 €
<b>Auxiliares</b>																				
Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100																				3.080,48 €
JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm																				13.057,87 €
PRETEL META16 – H3/W3																				29.134,85 €
<b>CERTIFICACION MENSUAL</b>		216.236,23				95.655,67				264.528,77				434.558,94					46.246,62	
<b>CERTIFICACIÓN A ORIGEN</b>		216.236,23				311.891,90				576.420,67				1.010.979,61					1.057.226,24	
<b>CERTIFICACION MENSUAL (%GG + %BD)</b>		261.645,84				115.743,36				320.079,81				525.816,32					55.958,42	
<b>CERTIFICACIÓN A ORIGEN (%GG + %BD)</b>		261.645,84				377.389,20				697.469,01				1.223.285,33					1.279.243,75	
<b>CERTIFICACION MENSUAL (%GG + %BI + %IVA)</b>		316.591,47				140.049,47				387.296,57				636.237,75					67.709,68	
<b>CERTIFICACIÓN A ORIGEN (%GG + %BI + %IVA)</b>		316.591,47				456.640,93				843.937,50				1.480.175,25					1.547.884,93	



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N° 7 JUSTIFICACION DE PRECIOS**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETEA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	MANO DE OBRA.	2
3.	MAQUINARIA	7
3.1.	coste de la maquinaria	7
4.	MATERIALES	9
5.	LISTADOS	9
6.	COSTES INDIRECTOS	10
6.1.	Calculo de los costes indirectos	10
6.2.	Coeficiente de costes indirectos	10

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va justificar la obtención de los precios de cuadro de precios Nº1, que se encuentra contenido en el documento Nº4 "Presupuesto.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basa en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución.

No se incluye, en ningún caso, en los precios considerados, ninguna partida correspondiente al Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.), ni en los precios en sí ni en ninguno de sus componentes.

Cada precio se obtiene mediante la aplicación de una expresión del tipo:

$$P_n = \left(1 + \frac{C_i}{100}\right) \times C_n, \text{ en la que:}$$

$P_n$  = Precio de ejecución material de la unidad correspondiente en euros.

$C_i$  = Porcentaje que corresponde a los "costes indirectos".

$C_n$  = Coste directo de la unidad en euros.

Se consideran "costes directos":

a) La mano de obra, con sus pluses, carga y seguros que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, así como los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria.

Estimamos "costes indirectos" todos aquellos gastos que no son imputables directamente a unidades concretas sino al conjunto de obra, almacenes, talleres, pabellones para obreros, etc., así como los derivados del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y que no intervenga directamente en la ejecución de unidades concretas tales como ingenieros, ayudantes, encargados, pagadores, vigilantes, etc.

El valor de  $C_i$  a que aludíamos anteriormente, está compuesto por dos sumandos; el primero el porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y el importe de los costes directos a pie de obra y el segundo, el porcentaje correspondiente a los imprevistos, que en nuestro caso representa un 1 % por tratarse de obras terrestres

## 2. MANO DE OBRA.

El precio del personal de obra se ha determinado conforme a lo dispuesto en el Convenio Colectivo laboral para los años 2020 para el sector de Construcción y Obras Públicas de la provincia de Zaragoza, y la Orden Ministerial de 21 de Mayo de 1979, que modifica parcialmente a la Orden Ministerial de 14 de Marzo de 1969, referente a costes horarios de las distintas categorías.

En esta última se dispone que: "... Los costes horarios de las distintas categorías laborales se obtendrán mediante la aplicación de expresiones del tipo:

$$C = 1,40 \times A + B$$

en las que:

$C$ , en €/hora, expresa el coste horario para la empresa.

$A$ , en €/hora, es la retribución total del trabajador que tiene carácter salarial exclusivamente.

$B$ , en €/hora, es la retribución total del trabajador de carácter no salarial, por tratarse de indemnización de los gastos que ha de realizar como consecuencia de la actividad laboral, gastos de transporte, plus de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc."

A continuación, se detalla el proceso seguido para la determinación del coste horario de las diferentes categorías o niveles.

La retribución total de un operario se compone de:

- Retribución salarial
- Retribución no salarial

Dentro de la retribución salarial se incluyen los siguientes conceptos:

- Salario base
- Gratificaciones extraordinarias
- Retribución de vacaciones

- Plus de asistencia y puntualidad.
- Pluses de puesto de trabajo, tales como las derivadas del trabajo nocturno, excepcionalmente tóxico, penoso o peligroso (no considerados en este Proyecto).

- Medias dietas
- Ropa de trabajo
- Gastos de locomoción
- Plus extrasalarial de transporte
- b) Indemnización por cese
- c) Cotizaciones al Régimen de la Seguridad Social

Para todos los conceptos citados anteriormente (a, b, c, d y e) se han tomado los valores que a tal efecto especifica el Convenio Colectivo Provincial, y que se detallan en la siguiente tabla.

Los valores del apartado a) se corresponden a lo recogido dentro del Convenio Colectivo Provincial de la Construcción (ver Apartado 2.3) y se resumen en la Tabla II de este anejo.

La indemnización por cese se ha tomado un 4,5% de la retribución salarial, tal y como consta en el Convenio General del Sector de la Construcción.

La cotización a la Seguridad Social resulta de la suma de los siguientes componentes:

- Contingencias Comunes
- Desempleo
- Fondo de Garantía Social
- Formación Profesional
- Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales

Para el cómputo del coste por cotizaciones a la Seguridad Social se ha seguido la Orden de 15 de enero de 1999 por la que se desarrollan las normas de cotización a la Seguridad Social, Desempleo, Fondo de Garantía Social y Formación Profesional contenidas en la Ley 49/1998, de 30 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 1999; ("Boletín Oficial del Estado", de 16 de junio de 1999); donde quedan establecidas las bases y tipos de cotización a aplicar.

El tipo de coeficiente utilizado para el apartado e) "Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales" es el que se indica en el número 2 del artículo 4, según el cual: "...para las contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales se aplicarán, reducidos en un 10 por 100, los porcentajes de la tarifa de primas aprobada por Real Decreto 2930/1979, de 29 de diciembre,..."

Comprobadas las tarifas del mencionado Real Decreto, se obtiene que se ha de aplicar un 8,45 %, que reducido en un 10%, resulta un coeficiente final de 7,60%.

### Calendario Laboral de Zaragoza 2020 CONSTRUCCIÓN

ENERO							FEBRERO							MARZO						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5						1	2							1
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	9	10	11	12	13	14	15
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	16	17	18	19	20	21	22
27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29		23	24	25	26	27	28	29
														30	31					

ABRIL							MAYO							JUNIO						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30					

JULIO							AGOSTO							SEPTIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4						1	2				1	2	3	4
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30	28	29	30				

OCTUBRE							NOVIEMBRE							DICIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4							1				1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27
26	27	28	29	30	31		23	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31			

■ Festivo Nacional.      ■ Festivo Autonómico (Jueves santo y San Jorge).  
■ Festivo Local en Zaragoza.      ■ Festivo por Convenio.      □ 217 Dias de Jornada.

Como retribución no salarial se consideran los siguientes conceptos:

- a) Pluses extrasalariales
- Dietas

En la Tabla III se muestran los tipos de cotización aplicados en este proyecto:

TABLA III. TIPOS DE COTIZACIÓN

Contingencias Comunes	23,6 %
Desempleo	6,2 %
Fondo de Garantía Social	0,4 %
Formación Profesional	0,6 %
Accidentes de Trabajo y Enfermedades P.	7,6 %
<b>Total Cotización Seguridad Social</b>	<b>38,4 %</b>

Una vez obtenido el valor para cada uno de los conceptos que componen la retribución salarial y no salarial, se procede al cálculo del importe para cada una de las categorías de mano de obra, que en definitiva se reduce al sumatorio de todos ellos.

El coste final se da en euros por año (€/año) y en euros por hora (€/hora), que resulta de la división del valor anual por el número de horas trabajadas en el año.

Siguiendo lo establecido en el Convenio Provincial de la Construcción para 2018, el número de horas totales a trabajar será:

- Días totales de un año ..... 365,0 días
- A deducir:
- Días festivos ..... - 20,5 Días
- Días de vacaciones..... - 30,0 días
- Fines de semana (descontando los festivos) .... - 95,0 días

Total, a deducir = 147 días

Días trabajados al año = 365 días - 147 días = 217 días

Considerando una jornada de trabajo de 8 horas, resulta:

217 días x 8 horas/día= 1.738 horas.

**ANEXO I**

**TABLA DE RETRIBUCIONES DIARIAS 2020**

	Niveles						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Salario base	52,83	50,20	48,13	44,09	42,89	40,45	38,04
Plus de asistencia	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71
Paga de junio	2.427,54	2.324,98	2.244,06	2.087,14	2.040,57	1.944,67	1.850,96
Paga de Navidad	2.427,54	2.324,98	2.244,06	2.087,14	2.040,57	1.944,67	1.850,96
Vacaciones	2.427,54	2.324,98	2.244,06	2.087,14	2.040,57	1.944,67	1.850,96
<b>Total anual</b>	<b>27.357,57</b>	<b>26.166,21</b>	<b>25.227,93</b>	<b>23.399,73</b>	<b>22.856,82</b>	<b>21.749,28</b>	<b>20.658,39</b>
Plus de transporte	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69
<b>* Total anual</b>	<b>28.375,30</b>	<b>27.183,94</b>	<b>26.245,66</b>	<b>24.417,46</b>	<b>23.874,55</b>	<b>22.767,01</b>	<b>21.676,12</b>

\* Calculado para una asistencia al trabajo de todos los días laborables del año y añadiendo a los conceptos salariales el plus de transporte.

**ANEXO I BIS**

**TABLA DE RETRIBUCIONES DIARIAS**

- Nivel VI** Encargado/a o Jefe/a de Taller. Encargado/a de Sección de Laboratorio. Escultor/a de piedra y mármol.
- Nivel VII** Capataz. Auxiliar Técnico de Obra. Especialista de Oficio.
- Nivel VIII** Oficial/a de 1ª de Oficio.
- Nivel IX** Auxiliar Administrativo de Obra. Oficial/a 2ª de Oficio.
- Nivel X** Listero/a. Ayudante de Oficio. Especialista de 1ª.
- Nivel XI** Especialista de 2ª. Peón/a especializado.
- Nivel XII** Peón/a Ordinario/a o Suelto/a.

**CAPATAZ**

Coste anual capataz	26.166,21 €
Coste bruto anual	36.632,69 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	37.651,60 €
MO	21,66 €/h

**OFICIAL 1º, ENCOFRADOR, FERRALLA, FONTANERO**

Coste anual capataz	25.227,93 €
Coste bruto anual	35.319,10 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	36.338,00 €
MO	20,91 €/h

**OFICIAL DE 2º**

Coste anual capataz	23.399,73 €
Coste bruto anual	32.759,62 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	33.778,52 €
MO	19,44 €/h

**AYUDANTE: ENCOFRADOR Y FERRALLA**

Coste anual capataz	22.856,82 €
Coste bruto anual	31.999,55 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	33.018,45 €
MO	19,00 €/h

**PEON ESPECIALISTA**

Coste anual capataz	21.747,28 €
Coste bruto anual	30.446,19 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €

Coste total bruto anual = 31.465,09 €  
MO 18,10 €/h

**PEON ORDINARIO**

Coste anual capataz	20.658,39 €
Coste bruto anual	28.921,75 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	29.940,65 €
MO	17,23 €/h

## ANEXO II

Tabla de retribuciones mensuales 2020

## Niveles

	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Salario base	2.602,25	2.029,62	1.940,50	1.761,06	1.584,56	1.507,05	1.443,97	1.323,25	1.287,99	1.213,79	1.141,89	834,29	762,37
Plus de asistencia	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49	214,49
Total mes	2.816,74	2.244,11	2.154,99	1.975,55	1.799,05	1.721,54	1.658,46	1.537,74	1.502,48	1.428,28	1.356,38	1.048,78	976,86
Paga de junio	3.742,73	3.000,22	2.884,66	2.652,00	2.423,04	2.322,63	2.240,84	2.084,33	2.038,57	1.942,35	1.849,14	1.450,27	1.357,05
Paga de Navidad	3.742,73	3.000,22	2.884,66	2.652,00	2.423,04	2.322,63	2.240,84	2.084,33	2.038,57	1.942,35	1.849,14	1.450,27	1.357,05
Vacaciones	3.742,73	3.000,22	2.884,66	2.652,00	2.423,04	2.322,63	2.240,84	2.084,33	2.038,57	1.942,35	1.849,14	1.450,27	1.357,05
Total anual	42.212,33	33.685,87	32.358,87	29.687,05	27.058,67	25.904,83	24.965,58	23.168,13	22.642,99	21.538,13	20.467,60	15.887,39	14.816,61
* Plus de transporte	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11	95,11
** Total mes	2.911,85	2.339,22	2.250,10	2.070,66	1.894,16	1.816,65	1.753,57	1.632,85	1.597,59	1.523,39	1.451,49	1.143,89	1.071,97
** Total anual	43.258,54	34.732,08	33.405,08	30.733,26	28.104,88	26.951,04	26.011,79	24.214,34	23.689,20	22.584,34	21.513,81	16.933,60	15.862,82

\* Calculado para una asistencia al trabajo de todos los días laborables del mes.

\*\* Calculado para una asistencia al trabajo de todos los días laborables y añadiendo a los conceptos salariales el plus de transporte.

## ANEXO II BIS

## TABLA DE RETRIBUCIONES MENSUALES

## PERSONAL QUE SE RIGE POR ESTA TABLA

Nivel II	Personal Titulado Superior.
Nivel III	Personal Titulado Medio. Jefe/a Administrativo de 1ª. Jefe/a de Sección de Organización Científica del Trabajo de 1ª
Nivel IV	Jefe/a de Personal. Ayudante de Obra. Encargado/a General. Encargado/a General de Fábrica.
Nivel V	Jefe/a Administrativo de 2ª. Delineante Superior/a. Encargado/a General de Obra. Jefe/a de Secc. Organiz. Científica Trab. de 2ª. Jefe/a de Compras.
Nivel VI	Oficial/a Administrativo de 1ª. Delineante de 1ª. Técnico de Organización de 1ª. Práctico/a de Topografía de 1ª.
Nivel VII	Técnico de Organización de 2ª. Delineante de 2ª. Topógrafo/a de 2ª. Analista de 1ª. Viajante.
Nivel VIII	Oficial/a Administrativo de 2ª. Corredor/a de Plaza. Inspector/a de Control, Señalización y Servicios. Analista de 2ª.
Nivel IX	Auxiliar Administrativo. Ayudante Topógrafo/a. Auxiliar de Organización. Conserje. Vendedor/a. Calcedor/a.
Nivel X	Auxiliar de Laboratorio. Vigilante. Almacenero/a. Enfermero/a. Guarda Jurado. Cobrador/a.
Nivel XI	
Nivel XII	Limpiador/a
Nivel XIII	Aspirante administrativo. Aspirante técnico. Botones 17-18 años.
Nivel XIV	Botones 16-17 años.

**JEFE DE OBRA**

Coste anual capataz 42.212,33 €

Coste bruto anual 59.097,26 €

Horas trabajadas 1738  
 Plus de transporte 1.018,90 €  
 Coste total bruto anual = 60.116,16 €  
 MO 34,59 €/h

**ENCARGADO DE OBRA**

Coste anual capataz 32.358,87 €  
 Coste bruto anual 45.302,42 €  
 Horas trabajadas 1738  
 Plus de transporte 1.018,90 €  
 Coste total bruto anual = 46.321,32 €  
 MO 26,65 €/h

**TOPÓGRAFO**

Coste anual capataz 27.058,67 €  
 Coste bruto anual 37.882,14 €  
 Horas trabajadas 1738  
 Plus de transporte 1.018,90 €  
 Coste total bruto anual = 38.901,04 €  
 MO 22,38 €/h

**ADMINISTRATIVO**

Coste anual capataz 27.058,67 €  
 Coste bruto anual 37.882,14 €  
 Horas trabajadas 1738  
 Plus de transporte 1.018,90 €  
 Coste total bruto anual = 38.901,04 €  
 MO 22,38 €/h

**AYUDANTE DE TO- PÓGRAFO**

Coste anual capataz 25.904,83 €  
 Coste bruto anual 36.266,76 €  
 Horas trabajadas 1738  
 Plus de transporte 1.018,90 €  
 Coste total bruto anual = 37.285,66 €

MO 21,45 €/h

**GUARDA**

Coste anual capataz	22.642,99 €
Coste bruto anual	31.700,19 €
Horas trabajadas	1738
Plus de transporte	1.018,90 €
Coste total bruto anual =	32.719,09 €
MO	18,83 €/h

En cuanto a la remuneración, seguimos las Reglamentaciones y Convenios con los que se determinó el coste de la mano de obra.

Los consumos los clasificamos en dos clases:

a) principales (gasóleo, gasolina y energía eléctrica).

	Litros/Kw y hora	Kw/Kw instalado y hora
Gasóleo .....	0,015 a 0,20	
Gasolina .....	0,30 a 0,40	
Energía eléctrica .....		0,60 a 0,70

b) Secundarios

**3. MAQUINARIA**

**3.1. COSTE DE LA MAQUINARIA**

Dentro de este apartado valoraremos el coste directo de la maquinaria.

Este coste directo es suma de:

- Coste intrínseco: relacionado directamente al valor del equipo.
- Coste complementario: dependiente de personal y consumos.

En general, el coste intrínseco de una máquina para un período de D días durante los cuales ha trabajado un total H horas, será:

$$Cd \times D \times \frac{Vt}{100} + Ch \times H \times \frac{Vt}{100}$$

Los coeficientes Cd y Ch son los que se tabulan en la publicación "Costes de Maquinaria" de SEO-PAN-ATEMCOP, tomando el valor de adquisición de la maquinaria de la misma publicación.

Los costes complementarios no son proporcionales al valor de la maquinaria, y estará constituido por:

- Mano de obra que se referirá normalmente a personal especializado, Maquinista y Ayudante, con la colaboración de algún peón.

	% del coste de los consumos principales
Gasóleo .....	20 %
Gasolina .....	10 %
Energía eléctrica .....	5%

MAQUINARIA	Costes intrínsecos					Costes complementarios (c.combustible+grasas+C.maquin)				Coste total
	CD	Ch	E	Hua	Total	CV	kW	L/kW*h	Maquinista	
Bombas para hormigones sobre camión pluma 60 m <sup>3</sup> /h. Pluma 36 m.	273,03	117,77	190	750	186,94 €	340	250	0,12	19,41 €	190,88 €
Camión hormigonera capacidad 10 m <sup>3</sup>	65,3	22,35	210	1100	34,82 €	200	147	0,12	19,41 €	72,43 €
Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 11 t de masa	90,2	36,26	210	1200	52,05 €	84	62	0,14	19,41 €	72,23 €
Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 7 t de masa	78,96	12,29	210	2000	20,58 €	75	55	0,11	19,41 €	56,72 €
Compresor portatil diesel 5 m <sup>3</sup> /min 7 bar	11,02	3,65	190	1000	5,74 €	10	7	0,12	19,41 €	26,02 €
Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	48,41	14,26	220	1250	22,78 €	270	199	0,12	19,41 €	78,93 €
Grúa autopropulsada 20 t	128,02	32,64	180	1000	55,68 €	200	147	0,12	19,41 €	88,62 €
Fresadora 350 mm ancho 42,5 kW	77,42	24,58	120	640	39,10 €	58	42,5	0,12	19,41 €	63,77 €
Camión caja basculante 4x4 14 t	56,24	17,71	220	1250	27,61 €	300	221	0,16	19,41 €	83,51 €
Cortadora de juntas disco de 450 mm diámetro	1,99	0,87	140	400	1,57 €	1,5	1	0,11	19,41 €	21,09 €
Bandeja vibrante de guiado manual 400 kg	8,93	3,34	170	1000	4,86 €	4	3	0,12	19,41 €	24,64 €
Regla vibrante 3 m 1,1 kW	1,26	0,69	170	600	1,05 €	1,5	1,1	0,11	19,41 €	20,58 €
Compactador vibrante autopropulsado 2,45 t	20,35	6,87	140	600	11,62 €	90	68	0,11	19,41 €	38,75 €
Compactador de neumáticos autopropulsado de 24 t	63,11	16,98	150	1200	24,87 €	150	110,4	0,12	19,41 €	57,95 €
Máquina integral sobre cadenas para perforación de pilotes con oscilador	283,2	110,3	150	1200	145,70 €	150	110,4	0,12	19,41 €	290,86 €
Maquinaria para lodos perforados. Mezclador de lodos	11,2	0,5	150	1200	1,90 €	150	110,4	0,12	19,41 €	8,29 €
Camión. Con caja fija. Para 16 t	48,41	14,26	220	1250	22,78 €	270	199	0,12	19,41 €	55,87 €

#### 4. MATERIALES

El precio de suministro de los materiales empleados en la construcción del viaducto se obtienen directamente de la "BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS enero 2016", ORDEN CIRCULAR 37/2016 estando todos ellos detallados en el listado que seguirá a continuación.

#### 5. LISTADOS

##### MANO DE OBRA

CODIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MO00000001	h	Encargado	26,65 €
MO00000002	h	Capataz	21,66 €
MO00000003	h	Oficial 1ª	20,91 €
MO00000004	h	Oficial 2ª	19,44 €
MO00000005	h	Ayudante	19,00 €
MO00000006	h	Peón especialista	18,10 €
MO00000007	h	Peón ordinario	17,23 €
MO00000008	h	topógrafo	22,38 €
MO00000009	h	Ayudante de topógrafo	21,45 €
MO00000010	h	Administrativo	22,38 €
MO00000011	h	Guarda	18,83 €

##### MAQUINARIA

CODIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
Q040007A10	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 11 t de masa	72,23 €
Q040007A01	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 7 t de masa	56,72 €
Q060203A01	h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	78,93 €
Q060203A02	h	Compresor portatil diesel 5 m <sup>3</sup> /min 7 bar	26,02 €
Q160202A01	h	Dobladora 35 mm de diámetro	6,61 €
Q160201A01	h	Cizalla eléctrica de 35 mm de diámetro	8,38 €
Q081100A05	h	Vibradores de hormigones. De 56 mm de diámetro	0,44 €
Q080702C01	h	Bombas para hormigones sobre camión, con pluma. Para una producción de 60 m <sup>3</sup> /h. Con pluma de 42 m	190,88 €
Q080702C03	h	Camión hormigonera capacidad 10 m <sup>3</sup>	72,43 €
Q140000A01	h	Grúa autopropulsada (sin accesorios). Grúas todoterreno (desplazamiento lento). Para carga máxima de 20 t	88,62 €

Q060200A05	h	Camión. Con caja fija. Para 16 t	55,87 €
Q050000A05	h	Compactadores de conducción manual. Bandejas vibrantes. De 400 kg de masa	4,75 €
Q081200A01	h	Equipo de tesado	31,45 €
Q030603A01	h	Inyectoras hidráulicas (con grupo). De 120 litros/minuto	33,20 €
Q090503A01	h	Equipos auxiliares para pavimentación. Cortadora de juntas. Para hormigón. Disco de 450 mm de diámetro	6,21 €
Q090503A03	h	Máquina integral sobre cadenas para perforación de pilotes con oscilador hidráulico y entubación recuperable. De 150 kNm	290,86 €
Q190101A05	ud	TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO PARA PILOTES	8.490,57 €

**MATERIALES**

CODIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MT02050001	kg	AMORTIZACIÓN DE ACERO EN CAMISA RECUPERABLE EN PILOTE	0,60 €
MT01100005	kg	ALAMBRE DE ATAR RECOCIDO Ø 1,3 mm	0,94 €
MT01110005	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S EN BARRAS	0,60 €
MT01060045	m3	HORMIGÓN ARMADO HA-25 DE CONSISTENCIA FLUIDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 mm	66,21 €
MT01060001	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 DE CONSISTENCIA BLANDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 mm	44,83 €
MT01120001	m	AMORTIZACIÓN DE TABLÓN DE MADERA DE PINO PARA 10 USOS	0,39 €
MT01120015	ud	AMORTIZACIÓN DE PUNTAL METÁLICO Y TELESCÓPICO DE 5 m Y 150 USOS	0,18 €
MT01120050	l	DESENCOFRANTE	1,75 €
MT01120040	kg	MATERIALES AUXILIARES PARA ENCOFRAR	1,25 €
MT01060050	m3	HORMIGÓN ARMADO HA-30 DE CONSISTENCIA FLUIDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 mm	73,75 €
MT01030040	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL	8,00 €
MT01120065	m3	CIMBRA METÁLICA	5,13 €
MT01050031	t	LECHADA DE CEMENTO PARA INYECTAR	61,11 €
MT03010005	kg	ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR	1,03 €
MT01100900	ud	P.P. de vainas, anclajes activo y pasivo, acopladores y todos los accesorios necesarios	1,10 €
MT01060085	m3	HORMIGÓN PRETENSADO HP-40 DE CONSISTENCIA FLUIDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 mm	69,00 €
MT03040020	UD	APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO 400X500X100	351,30 €
MT05045010	m	JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm	98,05 €
MT05041000	kg	Mortero de alta resistencia	0,90 €
MT05041010	kg	Resina de adherencia hormigón	13,54 €
MT05041030	ud	Anclajes metálicos M14	5,95 €
MT09040165	m	PRETIL META16 – H3/W3	177,60 €

**6. COSTES INDIRECTOS**

Según el Artículo 67 del Reglamento General de Contratación del Estado: "...Se considerarán costes indirectos: Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que luzcan en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia del presupuesto y de su posible plazo de ejecución..."

Obtenido el coste total directo y el coste total indirecto, el cálculo del coeficiente a aplicar (K) será el resultado de la suma de los siguientes conceptos:

$$a) \frac{\Sigma \text{Costes Indirectos}}{\Sigma \text{Costes Directos}} \times 100 + 0,3(*) = K1 (\%);$$

(\*) Porcentaje correspondiente a gastos de señalización, anuncios y difusión de la obra, evaluados en un 0,3%

b) Porcentaje correspondiente a imprevistos (K2) que se evalúa en un 1%

$$\text{Porcentaje a aplicar (K)} = K1 + K2$$

**6.1. CALCULO DE LOS COSTES INDIRECTOS**

Para el cálculo de los costes indirectos se han establecido los siguientes grupos de actividades:

- a) Gestión general de la obra.
- b) Gestión de departamentos.
- c) Oficina técnica.
- d) Sistema de calidad.
- e) Instalaciones y consumos.
- f) Gastos para señalización, anuncios y difusión de la obra.
- g) Colaboraciones.
- h) Otros gastos generales.

**6.2. COEFICIENTE DE COSTES INDIRECTOS**

Los costes indirectos se calculan mediante la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje a aplicar (K)} = K1 + K2$$

$$K1 = \frac{\text{Costes indirectos}}{\text{Costes directos}} \cdot 100$$

K2 el porcentaje correspondiente a imprevistos. En obras terrestres, según el artículo 12 de la ORDEN de 12 de junio de 1968, corresponde un 1%.

No obstante, lo anterior, el artículo 13 estipula que el valor máximo de costes indirectos para obras terrestres es de un 6%.

Unidad	CONCEPTO	UD	DURACION	COSTE	IMPORTE
	<b>TRABAJOS AUXILIARES</b>				
ud	Montaje, levante, traslado y amortización de edificios desmontables para almacenes y oficinas, etc	1	1	5.000,00 €	5.000,00 €
	<b>GASTOS DE EQUIPAMIENTO</b>				
año*ud	Gastos de vehículo, incluso amortización y reparación de los mismos, combustibles y lubricantes, etc	1	0,37	15.000,00 €	5.550,00 €
ud	Equipos informáticos	1	1	3.500,00 €	3.500,00 €
ud	Equipos de protección individual, medicina preventiva e instalaciones de higiene y bienestar	1	1	4.000,00 €	4.000,00 €
	<b>PERSONAL</b>				
año*ud	Jefe de obra (nivel II)	1	0,37	42.212,33 €	15.618,56 €
año*ud	Jefe administrativo (nivel III)	1	0,37	33.685,87 €	12.463,77 €
año*ud	Encargado general de obra (nivel IV)	1	0,37	32.358,87 €	11.972,78 €
				<b>CI</b>	<b>58.105,12 €</b>

Los costes directos ascienden a 1.057.226,24 €.

$$K1 = \frac{\text{costes indirectos}}{\text{costes directos}} = \frac{58.105,12}{1.057.226,24} = 7\%$$

$$K2 = 1\%$$

Se limitarán los costes indirectos a un valor de 6% según la normativa.



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **ANEJO N°8 GESTION DE RESIDUOS**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION.	3
2.	DESCRIPCIO DE LAS OBRAS	3
2.1.	Plazo y presupuesto de ejecución material	3
3.	IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS GENERADOS	4
4.	MEDIDAS DE SEGREGACION PREVISTAS	4
5.	GESTION DE RESIDUOS DURANTE LAS OBRAS	4
5.1.	Sistema de punto limpio	4
5.2.	Acopio de materiales	4
6.	REUTILIZACION IN SITU Y RCICLADO	5
7.	TRANSPORTE Y DESTINO DE LOS RESIDUOS GENERADOS	5
8.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS	6

## 1. INTRODUCCION.

El presente Anejo Nº8 de Gestión de Residuos se realiza en conformidad del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. En dicho Real Decreto se establece como obligación del productor de residuos la inclusión en el proyecto de ejecución de las obras de un estudio de gestión de residuos de la construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de la construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generen en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), considerado este coste incluido en el precio de cada unidad de obra.

Será considerado residuo en el presente proyecto de "Puente Pórtico de carretera" cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar (artículo 3.a de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados. En este sentido se prevé que los únicos elementos objeto de esta designación serán los suelos excavados en los trabajos de cimentación y desbroce de terreno.

## 2. DESCRIPCIO DE LAS OBRAS

- Las obras o trabajos que se ejecutarán para llevar a cabo el proyecto serán las siguientes actividades:
- Desbroce y limpieza de terreno. Como se detalla en el anejo de plan de obra, se comenzarán los trabajos con la limpieza del terreno de la capa superficial que contiene

escaso material orgánico de malezas dispersas en el emplazamiento y tierra vegetal en una cantidad muy reducida.

- Excavación de la cimentación. Tras la limpieza de terreno y el replanteo correspondiente se procede a la retirada y excavación de la cimentación, donde irá alojado el encepado y la zapata de los estribos.
- Perforación del suelo para los pilotes. Tal y como se proyecta en el anejo de cálculo y a tenor de los planos realizados se ejecutarán los pilotes de diámetro 1500mm, con una profundidad de 10 m.
- Encofrado, armado y hormigonado de la cimentación. En estos trabajos queda incluido el encepado, las pilas y tirantes, y los estribos.
- Ejecución del tablero. Son parte de esta actividad el montaje de cimbra, encofrado, armado y hormigonado del tablero de puente.
- Pretensado del tablero.
- Elementos auxiliares. Forma parte de estos trabajos la instalación de los pretiles, las aceras, junta de dilatación y marcas viajes.

### 2.1. PLAZO Y PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El plazo estimado para la ejecución de las obras es de cuatro meses y dos semanas.

El presupuesto de ejecución material asciende a novecientos veinticinco mil trescientos noventa y ocho euros con sesenta y ocho céntimos 925.398,68€.

### 3. IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS GENERADOS

TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACION		TRATAMIENTO	DESTINO	CANTIDAD (Tn)	VOLUMEN(m3)
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas (Derbroce)	sin tratamiento	vertedero	91,32	55,35
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas (Excavacion)	sin tratamiento	restauracion	3499,52	1666,44

### 4. MEDIDAS DE SEGREGACION PREVISTAS

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

A continuación, se clasifican las cantidades recogidas en el listado anterior.

- Hormigón: 0 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 0 t.
- Metal: 0 t.
- Madera: 0 t.
- Vidrio: 0 t.
- Plástico: 0 t.
- Papel y cartón: 0 t.

Como se ha especificado anteriormente los únicos residuos que se prevén que son los de excavación y desbroce.

Los residuos deben ser tratados y almacenados correctamente o separados y aislados donde sea necesario. La separación en origen es el factor más influyente en su destino final.

Cuando no sea posible la separación en origen, será obligatorio derivar los residuos a instalaciones donde se les haga un tratamiento previo y desde donde finalmente sea remitido a un gestor autorizado para su valorización o, en el caso más desfavorable, para su depósito en vertedero controlado.

### 5. GESTION DE RESIDUOS DURANTE LAS OBRAS

Durante la fase de ejecución de los trabajos se dispondrá de un sistema que garantice la adecuada gestión de los residuos y desechos generados, tanto líquidos como sólidos, como consecuencia de la ejecución de las obras, con el fin de evitar la contaminación con otros materiales que se encuentren susceptibles de contaminación.

De acuerdo con el artículo 15 del R.D. 833/1988, el productor de estos residuos, ha de disponer de una zona de almacenamiento de los mismos, bien en la propia zona destinada a parque de maquinaria, o en las instalaciones de la empresa gestora.

#### 5.1. SISTEMA DE PUNTO LIMPIO

El Contratista dispondrá durante la ejecución de los trabajos de un sistema de punto limpio que garantice la adecuada gestión de los residuos y desechos generados, tanto líquidos como sólidos, como consecuencia de la ejecución de las obras.

Los residuos se segregarán en el propio tajo de obra a través de contenedores, acopios separativos u otros medios, de manera que se identifique claramente el tipo de residuo y se organice la recogida con cierta periodicidad.

#### 5.2. ACOPIO DE MATERIALES

Tal y como se especificó, los residuos procedentes de el desbroce y limpieza serán dirigidos a un vertedero, para ello antes de su traslado se acopiarán en punto cercano a la obra donde se recogerán con camiones.

De la misma forma que los anteriores los materiales procedentes de excavación de la cimentación se acopiarán hasta que después terminadas las obras de la estructura, se procederá a la reutilización como material de relleno en la formación del terraplén que dan acceso a la estructura del puente.

## 6. REUTILIZACION IN SITU Y RCICLADO

Debido a las características y naturaleza de los materiales excavados en la ejecución de los trabajos, cabe la posibilidad de su reciclado y reutilización de los materiales procedentes de la perforación de los pilotes y la excavación del encepado y las zapatas de los estivos.

Con arreglo a lo establecido los materiales se clasificarán y procesarán para su posterior reutilización en la formación del terraplén, así como en el intradós de los estribos.

## 7. RESIDUOS TÓXICOS GENERADOS DURANTE LAS OBRAS

Hay residuos de construcción compuestos de materiales que, por sus características, son potencialmente peligrosos. Las características que los convierten en peligrosos son las siguientes:

- Que sean inflamables o tóxicos,
- que puedan sufrir corrosión o provocar reacciones nocivas y el hecho de ser irritantes.

Los residuos pueden ser considerados como peligrosos si la cantidad de materiales potencialmente peligrosos de los que están formados superan un nivel determinado que pueda representar una amenaza potencial para la salud, para los organismos vivos y para el medio ambiente. Deben tenerse en cuenta las clasificaciones y prescripciones que figuran en la Lista Europea de Residuos.

Respecto a los residuos tóxicos, es importante resaltar que según la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminado, los productores de residuos tóxicos están obligados a separar y no mezclar estos, así como a envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, es necesario agrupar los distintos residuos tóxicos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados para facilitar su gestión y cumplir la ley. Además de los propios de construcción y demolición, las distintas clases de residuos tóxicos que pueden aparecer en las obras que se lleven a cabo son:

- Filtros de aceite
- Disolventes
- Combustibles degradados
- Desengrasantes
- Baterías
- Refrigerantes y anticongelantes
- Recambios contaminados
- Trapos de limpieza contaminados
- Desechos de explosivos
- Tóner

En cuanto a residuos peligrosos generados en la obra (aceites usados, filtros de aceite, baterías, combustibles degradados, líquidos hidráulicos, disolventes, trapos de limpieza contaminados, etc.) la normativa establece en síntesis que se deberán aplicar las siguientes consideraciones:

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.
- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y destino de los mismos.
- Suministrar la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación, a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos.
- Informar inmediatamente a la autoridad competente en caso de desaparición, pérdida, o escape de residuos peligrosos.

## 8. TRANSPORTE Y DESTINO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Cada tipo de residuo generado será enviado a gestor autorizado para su correcto tratamiento o limitación. Dichas empresas adquirirán la titularidad de los residuos y se encargarán tanto de la recogida de los contenedores en obra, como del tratamiento o eliminación final de los residuos.

El transporte y recogida de residuos se ajustará a criterios sencillos, entre los que se encuentra la descripción en un formulario de los residuos que van a ser transportados o vertidos, con el fin de controlar su itinerario, desde donde se generan hasta su destino final. Durante el transporte se ha de velar por mantener los residuos especiales separados de los residuos inertes.

A continuación, se mostrará un listado de centros de reciclaje en Zaragoza y más cercanos a la obra:

- Gestor De Residuos Cuarte Sociedad Limitada.  
Calle Rio Ebro, 33, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza
- Macisa Ruedas Industriales SI  
Avenida San Jose, 67, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza
- Adiego Hermanos Sa  
Carretera Valencia, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza
- Urbiliza Sociedad De Responsabilidad Limitada  
Calle Hispalis, 3, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza
- Aragonesa De Gestion Medioambiental SI  
Calle Pineta, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza
- Gestora Aragonesa De Recuperacion De Plasticos Sociedad Limitada.  
Calle Rio Ebro, 6, 50410, Cuarte Huerva Zaragoza, Zaragoza

## 9. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

El contratista deberá disponer de un Plan de Gestión de Residuos dentro de su Plan de Gestión Ambiental. El Contratista de las obras será el responsable del cumplimiento del Plan de Gestión de Residuos del proyecto, así como del cumplimiento durante toda la obra de la normativa y legislación vigente en materia de residuos a nivel comunitario, estatal o autonómico.

El Contratista deberá nombrar un responsable de control del presente Plan de Gestión de Residuos, que deberá además realizar el seguimiento de los ratios de generación de residuos producidos durante las obras. Toda salida de residuos de la obra deberá quedar registrada y documentada, indicándose el tipo de residuo (código LER) y su cantidad, con aprobación ex-

presa de la expedición de los residuos por parte del Director de Obra y comprobante de aceptación por parte de un Gestor de Residuos Autorizado por el Organo de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

La Dirección de Obra deberá aprobar expresamente la reutilización o valorización de residuos in situ. Todos los recipientes de residuos, ya sean contenedores, sacos, bidones o la propia caja del camión de transporte de los residuos, deberán estar cubiertos cuando se transporten de manera que no se puedan producir vertidos descontrolados.

El Director de Obra de las obras mantendrá informado al Coordinador de Seguridad y Salud de las obras de todas las actuaciones y procedimientos que se realicen en materia de gestión de residuos.

Todo el personal de la obra deberá ser instruido en el tipo de residuos que se generarán en las obras, así como de su naturaleza, clasificación, riesgos y de los contenedores disponibles para su segregación. Se deberán realizar reuniones informativas periódicas con el personal de la obra donde se establecerán las directrices de actuación en materia de gestión de residuos y se realizará el seguimiento de control del grado de cumplimiento del Plan de Gestión de Residuos del proyecto.

### 9.1. MODELO FICHA RESUMEN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LAS OBRAS

MODELO DE FICHA RESUMEN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DURANTE LA OBRA	
1	<p><b>Separación según topología de residuo</b></p> <p>Especificar el tipo de separación selectiva prevista para prever un espacio en la obra</p> <p>Cabe recordar que, según el RD 105/2008, de 1 de febrero, se ha de prever una separación en obra de las siguientes fracciones, cuando de forma individualizada para cada una de ellas, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Hormigón: 160 T</li> <li><input type="checkbox"/> Ladrillos, tejas, cerámicas: 80 T</li> <li><input type="checkbox"/> Metal: 4 T</li> <li><input type="checkbox"/> Madera: 2 T</li> <li><input type="checkbox"/> Vidrio: 2 T</li> <li><input type="checkbox"/> Plástico: 1 T</li> <li><input type="checkbox"/> Papel y Cartón: 1 T</li> </ul> <p>(A partir de dos años de la entrada en vigor de este Real Decreto (14 de febrero del 2010), las cantidades pasarán a ser la mitad)</p>
	<p><input checked="" type="checkbox"/> Zona habilitada para los Residuos Especiales (con tantos bidones como haga falta)</p> <p>La legislación de Residuos Especiales obliga a tener una zona adecuada para el almacenaje de este tipo de residuo. Entre otras recomendaciones, se destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— No tener los almacenajes en la obra más de 6 meses.</li> <li>— El contenedor de residuos especiales se situará en un lugar plano y fuera del tránsito habitual de la maquinaria de obra, para evitar vertidos accidentales</li> </ul> <p>Señalizar correctamente los diferentes contenedores en que se sitúan los envases de los productos Especiales, teniendo en cuenta las incompatibilidades según los símbolos de peligrosidad representados en las etiquetas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Tapar los contenedores y protegerlos de la lluvia, el sol, etc.</li> <li>— Almacenar los bidones que contengan líquidos peligrosos (aceites, desencofrantes, etc.) en posición vertical y sobre cubetas de retención de líquidos para evitar fugas</li> <li>— Impermeabilizar el terreno donde se sitúan los contenedores de residuos especiales</li> </ul>
Especiales	
Especiales (Continuación)	
Inertes	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para INERTES mezclados</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para INERTES Cerámica</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor o zona de acopio para tierras que van a vertedero</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para Inertes Hormigón</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para otros Inertes</li> </ul>

MODELO DE FICHA RESUMEN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DURANTE LA OBRA											
No Especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para metal</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para plástico</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para ..... </li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para la resta de residuos No Especiales mezclados</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para TODOS los residuos No Especiales mezclados</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para madera</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para papel y cartón</li> <li><input type="checkbox"/> Contenedor para .....</li> </ul>										
Inertes + No Especiales	<p>Inertes + No Especiales <input type="checkbox"/> Contenedor con Inertes y No Especiales mezclados (**)</p> <p>(**) Sólo cuando sea técnicamente inviable. En este caso, derivarlo hacia un gestor que le haga un tratamiento previo</p>										
2	<p><b>Reciclaje de residuos pétreos inertes en la propia obra</b></p> <p>Indicar, en su caso, la cantidad de residuos pétreos que se prevé triturar en la obra para reutilizar, posteriormente, en el mismo lugar</p> <p>Cantidad de residuos que se prevé reciclar y que se evita llevar a vertedero:</p> <p>(kg) (m<sup>3</sup>)</p> <p>Cantidad de árido de machaqueo resultante: (hay que tener en cuenta que el árido resultante, una vez machacados será, aproximadamente, un 30% menor al volumen inicial de residuos pétreos)</p> <p>(kg) (m<sup>3</sup>)</p>										
3	<p><b>Señalización de los contenedores</b></p> <p>Los contenedores se deberán señalar en función del tipo de residuo que contengan, de acuerdo con la separación selectiva prevista.</p>										
Inertes	<p>Residuos admitidos: cerámica, hormigón, piedras, etc.</p> <p>CÓDIGOS LER: 170107, 170504... (códigos admitidos en los depósitos de tierras y arenas)</p> 										
No Especiales mezclados	<p>Residuos admitidos: madera, metal, plástico, papel y cartón, cartón-escayola, etc.</p> <p>CÓDIGOS LER: 170201, 170407, 150101, 170203, 170401... (códigos admitidos en depósitos de residuos No Especiales). Este símbolo identifica a los residuos No Especiales mezclados, no obstante, en caso de optar para una separación selectiva más exigente, se podrá un cartel específico para a cada tipos de residuo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Madera</th> <th>Ferralla</th> <th>Papel y cartón</th> <th>Plástico</th> <th>Cables eléctricos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Madera	Ferralla	Papel y cartón	Plástico	Cables eléctricos					
Madera	Ferralla	Papel y cartón	Plástico	Cables eléctricos							
											

## 9.2. MEDICIÓN Y ABONO

Como se ha comentado anteriormente, cada tipo de residuo generado serán enviados a Gestor Autorizado para su correcto tratamiento o eliminación. Dichas empresas suministrarán en alquiler los contenedores de almacenamiento de residuos necesarios, adquirirán la titularidad de los residuos y se encargarán tanto de la recogida de los contenedores en obra como de su tratamiento y eliminación final. Todos los gastos relacionados con la gestión de residuos se determinarán en el correspondiente Estudio de Gestión de Residuos, incluyéndose como un

capítulo independiente dentro del Presupuesto General del Proyecto. En el Estudio de Gestión de Residuos se definirán una serie de unidades correspondiente al residuo generado, así como la medición de dichos residuos.

m2	DESCRIPCIÓN	medición	precio	total
	<b>DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b>			
	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS // DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO- HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km			
		374,20	0,61	228,26



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **DOCUMENTO N°2 PLANOS**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

**INDICE DE PLANOS**

PLANO 2.1 PLANO DE SITUACIÓN

PLANO 2.2 PLANO DE TRAZADO

PLANO 2.3 PLANO DE CONJUNTO

PLANO 2.4 SECCION DE TABLERO

PLANO 2.5.1 REPLANTEO DE TABLERO

PLANO 2.5.2 REPLANTEO DE PRETENSADO

PLANO 2.5.3 DETALLES DE PRETENSADO

PLANO 2.6.1 ARMADURA PASIVA DE TABLERO

PLANO 2.6.2 ARMADURA PASIVA LONGITUDINAL TABLERO

PLANO 2.7 ARMADURA PASIVA DE TIRANTES

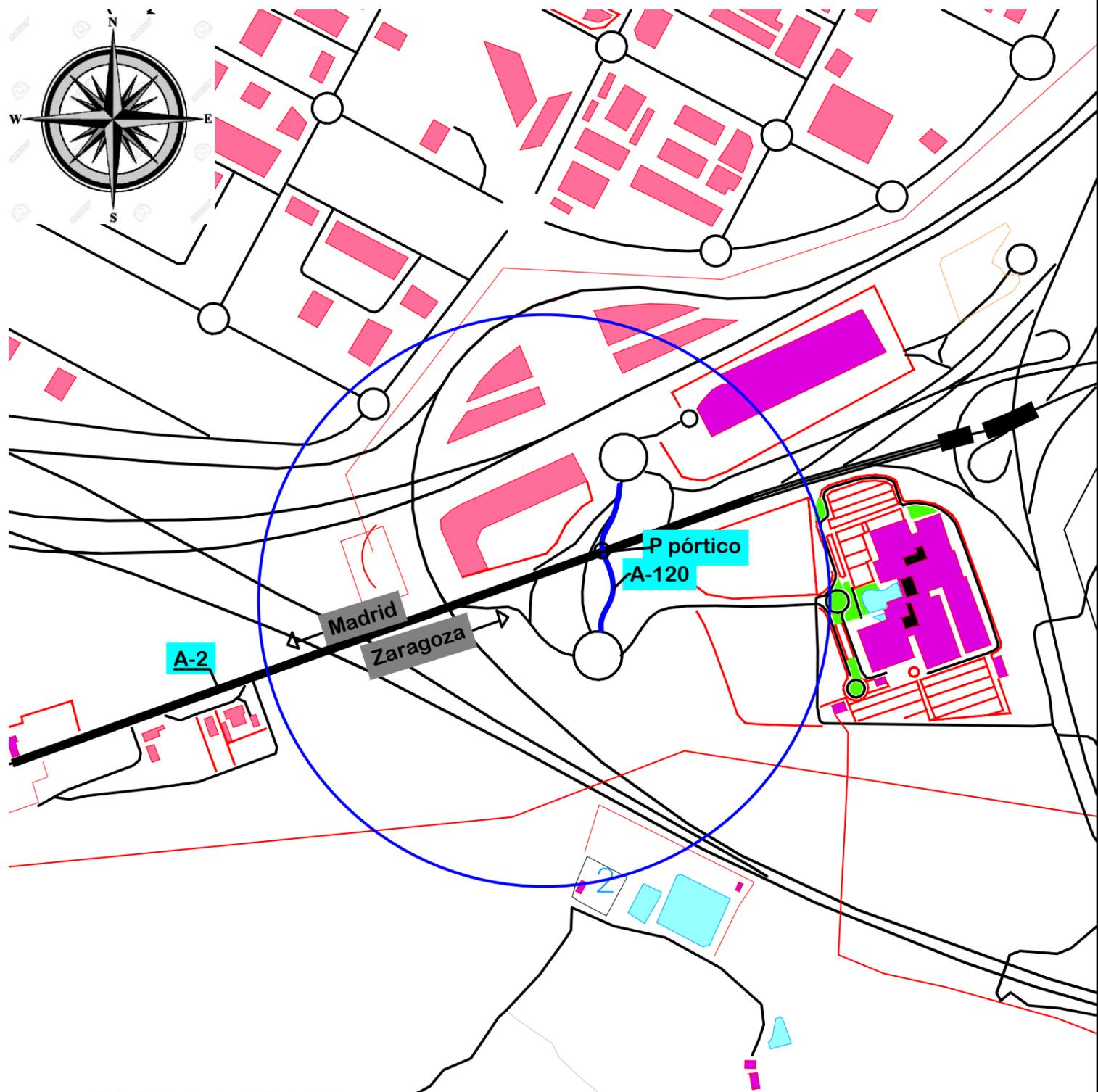
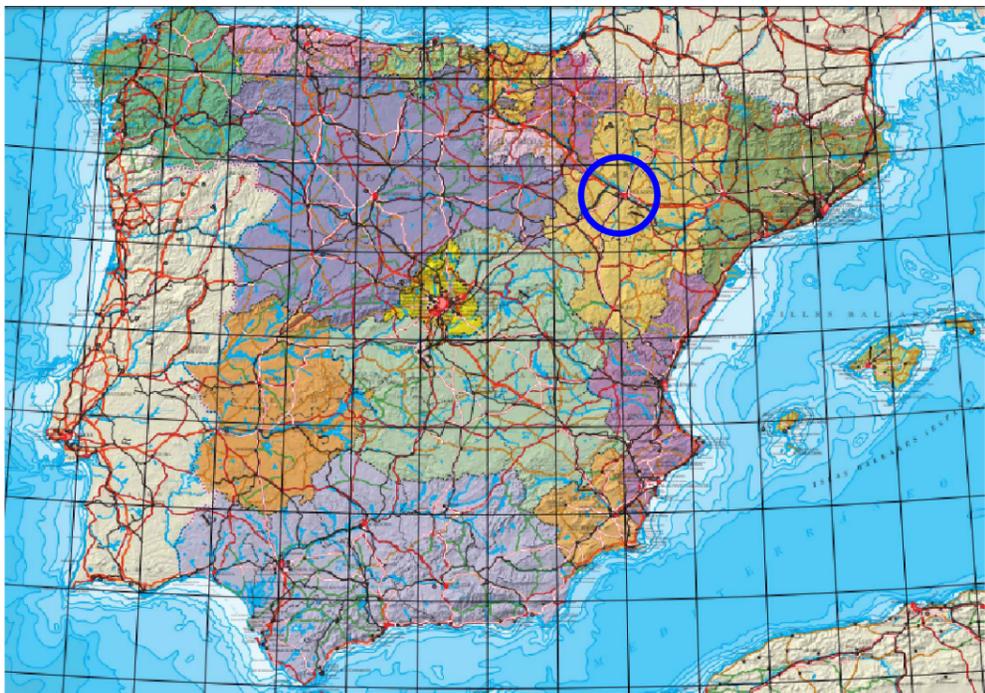
PLANO 2.8 ARMADURA PASIVA DE PILARES

PLANO 2.9 ARMADURA PASIVA DE ENCEPADO Y PILOTES

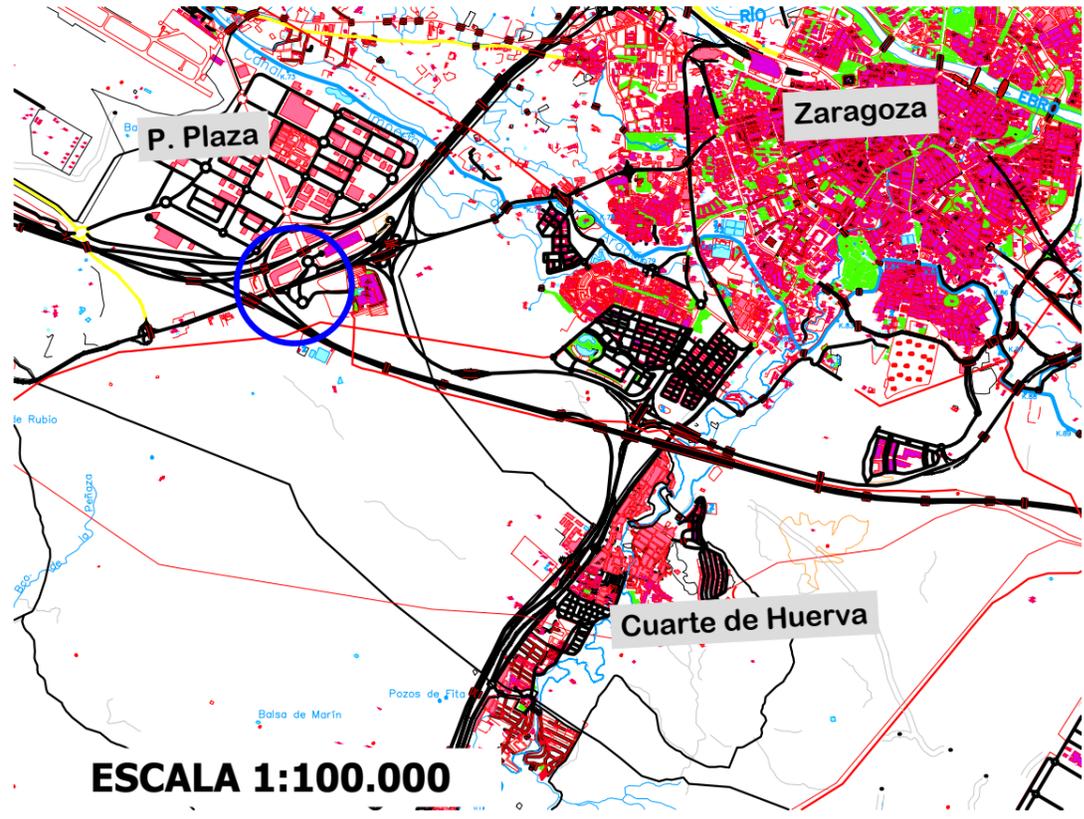
PLANO 2.10.1 PLANO DE ESTRIBO

PLANO 2.10.2 ARMADURA PASIVA DE ESTRIBO

PLANO 2.11 DETALLES



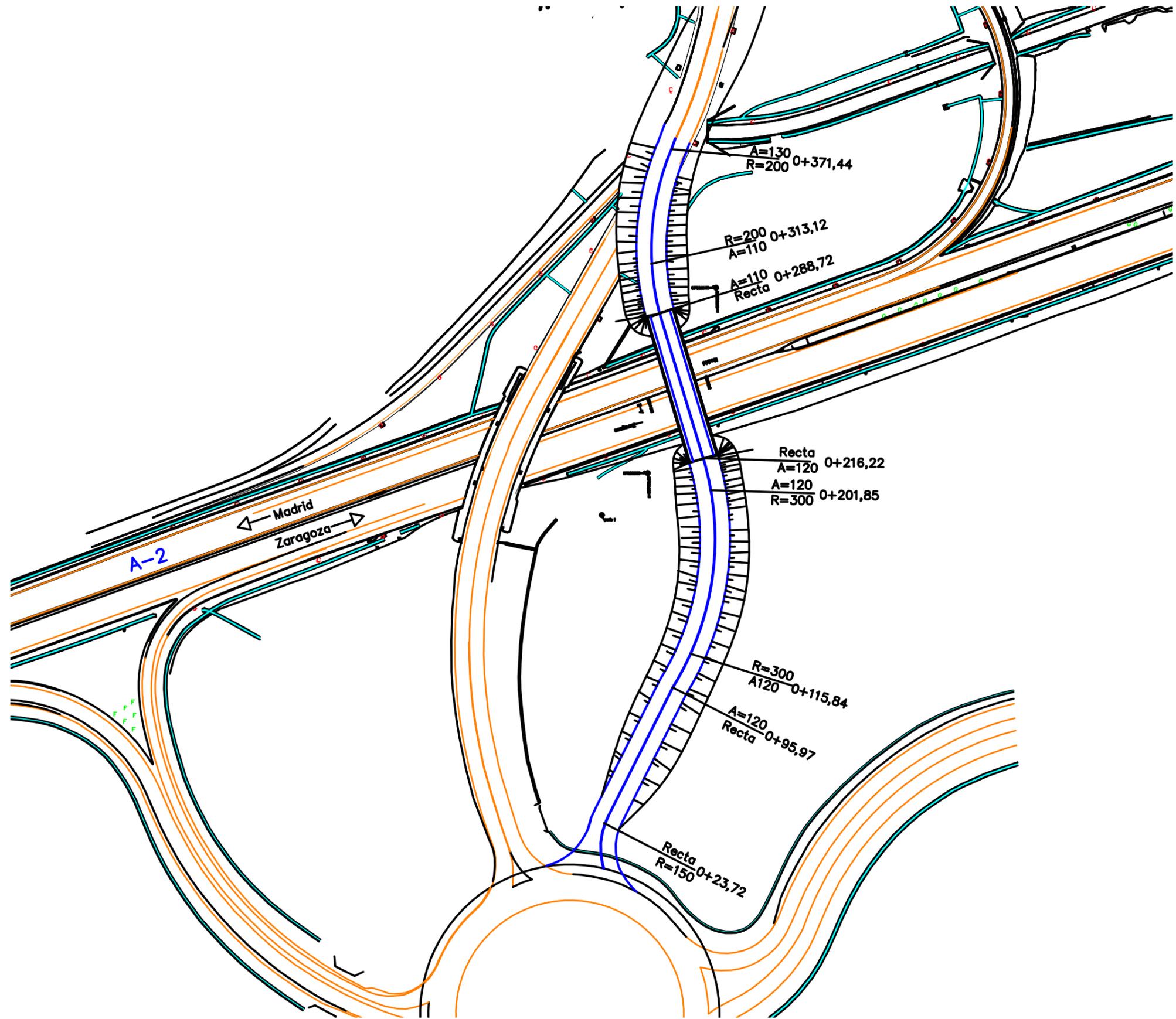
**ESCALA 1:15.000**

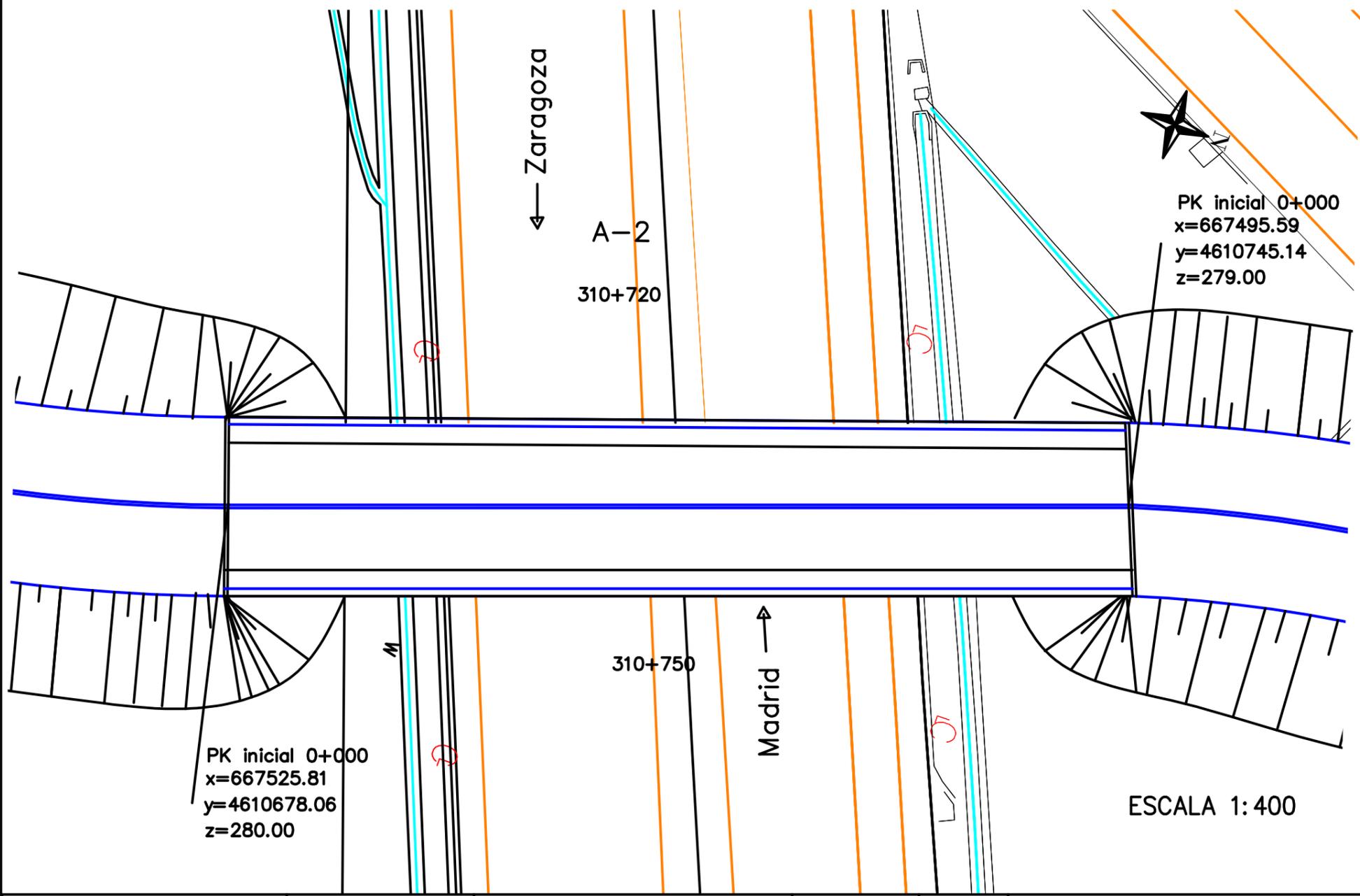
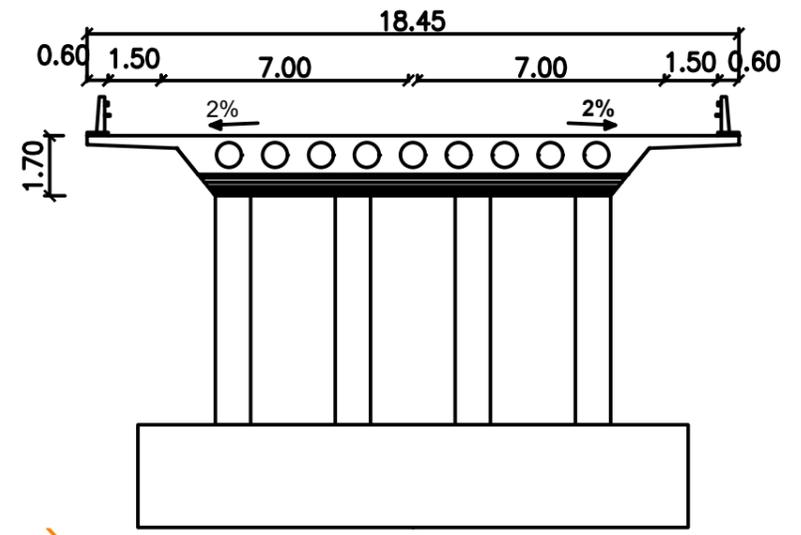
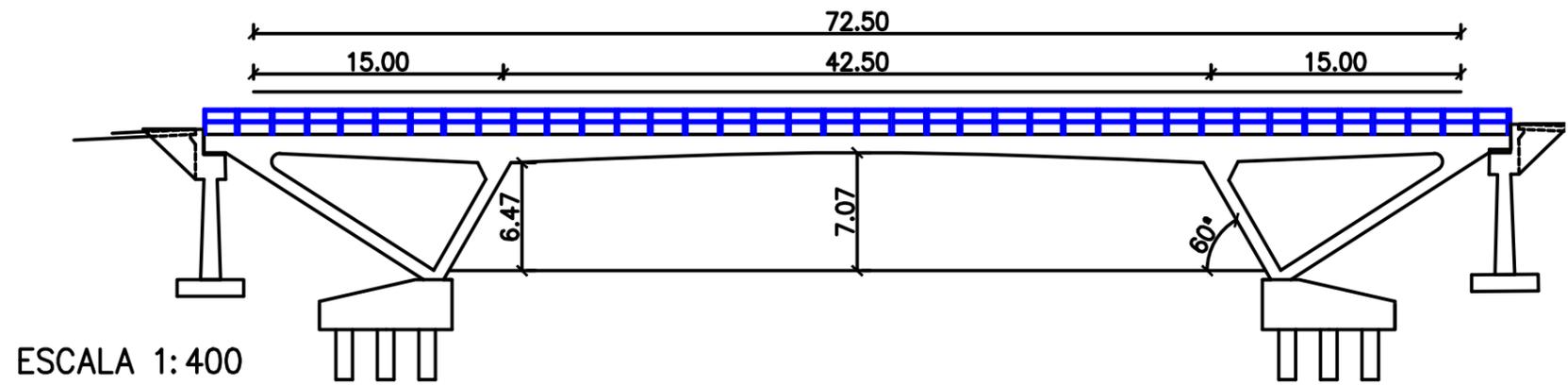


**ESCALA 1:100.000**

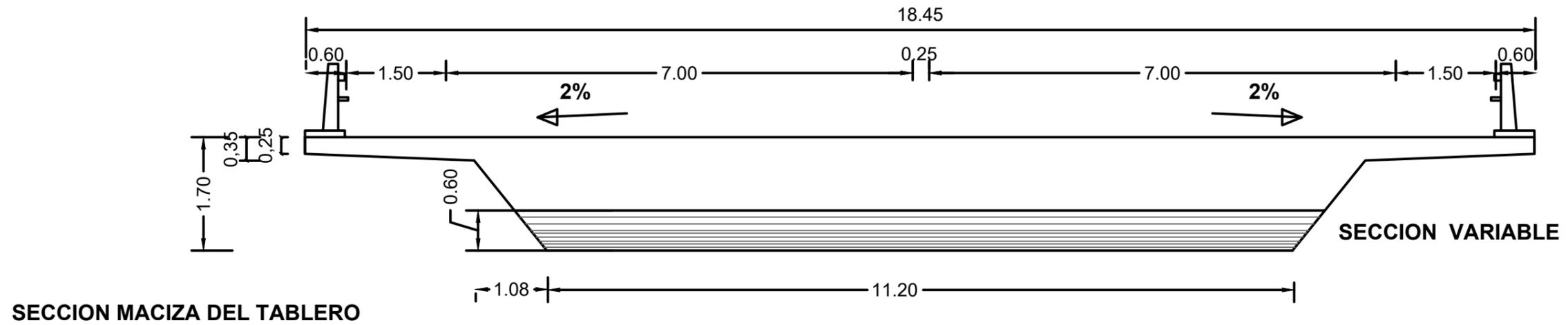
 <b>Escuela Universitaria Politécnica - La Almunia</b> Centro adscrito <b>Universidad Zaragoza</b>	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b>	Firma del alumno/a	Fecha	Nº proyecto	Título del proyecto	Denominación del plano	Escala	Nº plano
		MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO	20/06/2020		<b>DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</b>	<b>PLANO DE SITUACION</b>	<b>VARIAS</b>	2.1

Nº de hoja  
**1 DE 1**

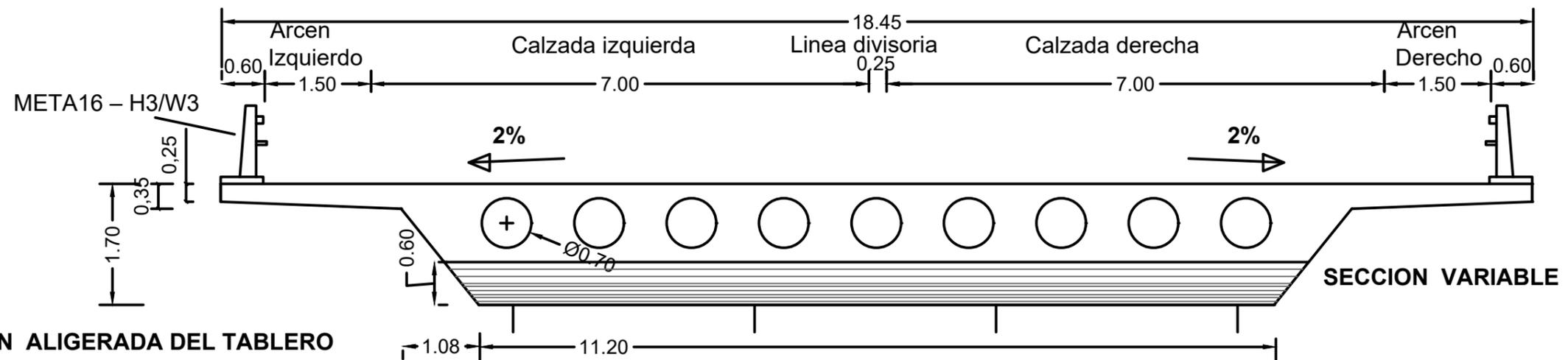




<p>Escuela Universitaria Politécnica - La Almunia Centro adscrito Universidad Zaragoza</p>	<p>TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>Firma del alumno/a MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO</p>	<p>Fecha 20/06/2020</p>	<p>Nº proyecto</p>	<p>Título del proyecto DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</p>	<p>Denominación del plano PLANO DE CONJUNTO</p>	<p>Escala VARIAS</p>	<p>Nº plano 2.3</p>
								<p>Nº de hoja 1 DE 1</p>



SECCION MACIZA DEL TABLERO



SECCION ALIGERADA DEL TABLERO

Ejes de apoyo

CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	TABLERO	HP-40/P/20/IIIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55	300
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
	ARMADURA ACTIVA	Y 1860 S7	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11			

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO

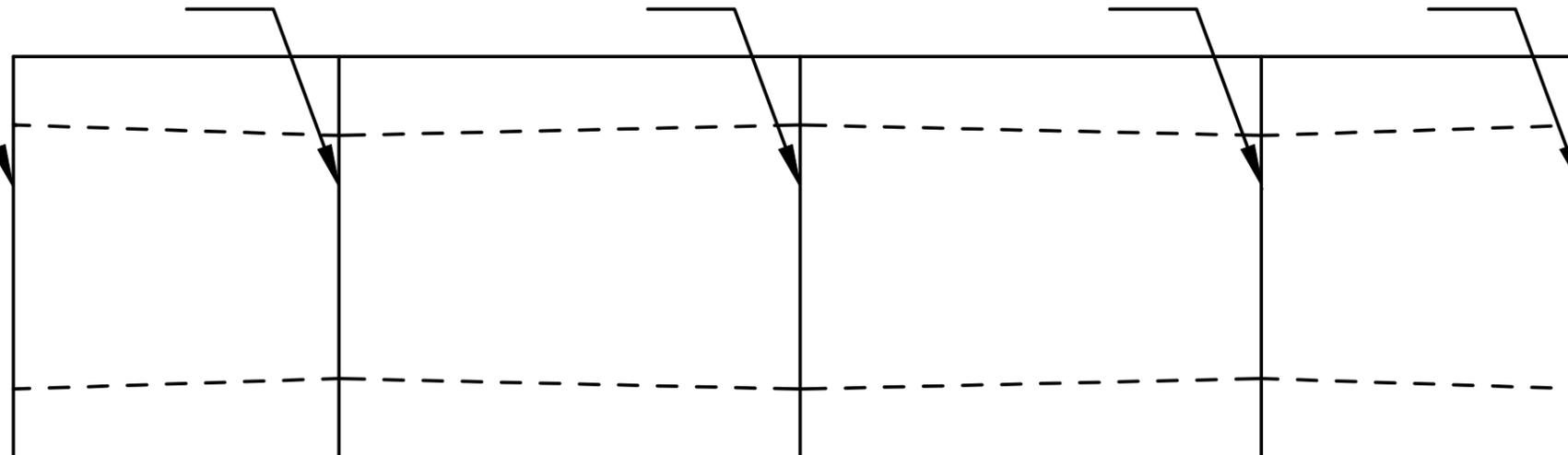
SECCIÓN  
ESTRIBO A

SECCIÓN APOYO A

CENTRO DE VANO

SECCIÓN APOYO B

SECCIÓN  
ESTRIBO B



PLANTA DE REPLANTEO

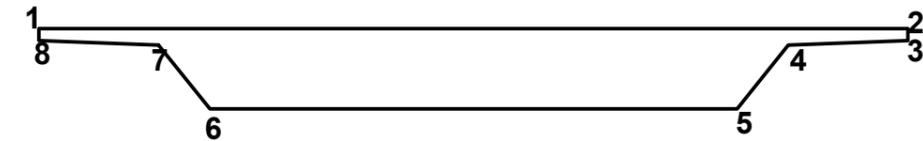
ESCALA 1:300

seccion de apoyo con estribo A			
	x	y	z
1,00	667525,81	4610669,38	280,00
2,00	667525,16	4610687,83	280,00
3,00	667524,51	4610687,83	279,75
4,00	667523,96	4610686,56	279,65
5,00	667523,86	4610686,26	278,90
6,00	667523,31	4610677,03	278,90
7,00	667523,21	4610680,17	279,65
8,00	667522,77	4610678,60	279,75

seccion centro de vano			
	x	y	z
1,00	667561,06	4610671,68	280,00
2,00	667560,41	4610690,13	280,00
3,00	667559,76	4610690,13	279,75
4,00	667559,21	4610688,86	279,65
5,00	667559,11	4610688,56	278,90
6,00	667558,56	4610679,33	278,90
7,00	667558,46	4610682,47	279,65
8,00	667558,02	4610680,90	279,75

seccion de apoyo con estribo B			
	x	y	z
1,00	667598,31	4610673,97	280,00
2,00	667597,66	4610692,42	280,00
3,00	667597,01	4610692,42	279,75
4,00	667596,46	4610691,15	279,65
5,00	667596,36	4610690,85	278,90
6,00	667595,81	4610681,62	278,90
7,00	667595,71	4610684,76	279,65
8,00	667595,27	4610683,19	279,75

SECCIÓN TIPO DE REPLANTEO



ESCALA 1:200

seccion de apoyo con pilares A			
	x	y	z
1,00	667540,31	4610670,73	280,00
2,00	667539,66	4610689,18	280,00
3,00	667539,01	4610689,18	279,75
4,00	667538,46	4610687,91	279,65
5,00	667538,36	4610687,61	278,30
6,00	667537,81	4610678,38	278,30
7,00	667537,71	4610681,52	279,65
8,00	667537,27	4610679,95	279,75

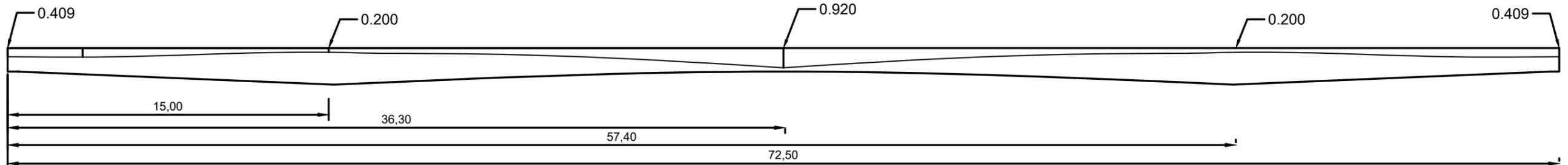
seccion de apoyo con pilares B			
	x	y	z
1,00	667575,56	4610673,03	280,00
2,00	667574,91	4610691,48	280,00
3,00	667574,26	4610691,48	279,75
4,00	667573,71	4610690,21	279,65
5,00	667573,61	4610689,91	278,30
6,00	667573,06	4610680,68	278,30
7,00	667572,96	4610683,82	279,65
8,00	667572,52	4610682,25	279,75

CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	TABLERO HP-40/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55	300
ACERO	ARMADURA PASIVA B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
	ARMADURA ACTIVA Y 1860 S7	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS	INTENSO	SEGÚN IAP-11			

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO

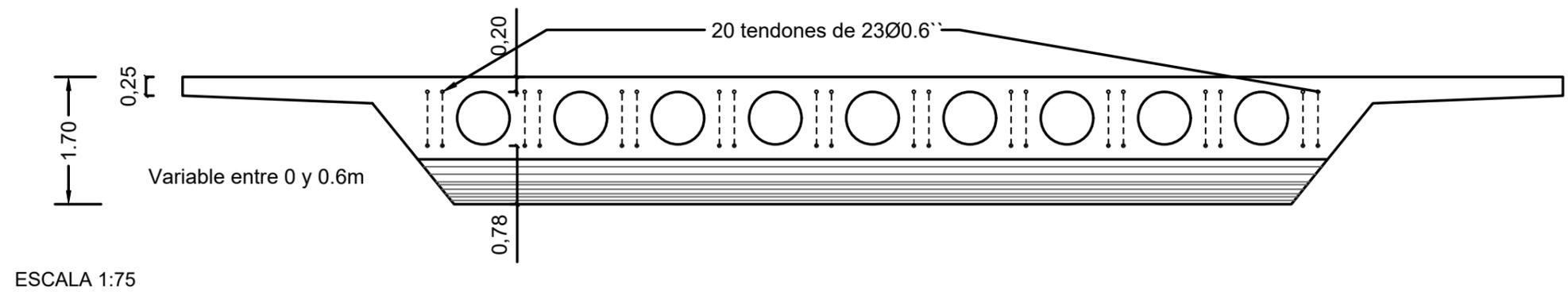
	<b>Escuela Universitaria Politécnica - La Almunia</b> Centro adscrito <b>Universidad Zaragoza</b>	TRABAJO FIN DE GRADO <b>INGENIERÍA CIVIL</b>	Firma del alumno/a <b>MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO</b>	Fecha <b>20/06/2020</b>	Nº proyecto 	Título del proyecto <b>DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</b>	Denominación del plano <b>REPLANTEO DE TABLERO</b>	Escala <b>VARIAS</b>	Nº plano <b>2.5.1</b>
									Nº hoja <b>1 DE 3</b>



ESCALA 1:200

Point	X m	Z m
1	0,00	-0,409
2	0,50	-0,417
3	1,00	-0,420
4	3,50	-0,427
5	6,00	-0,448
6	7,88	-0,350
7	9,75	-0,281
8	11,63	-0,239
9	13,50	-0,225
10	14,25	-0,219
11	15,00	-0,200
12	15,75	-0,222
13	16,50	-0,229
14	18,97	-0,240
15	21,44	-0,272
16	23,91	-0,326
17	26,38	-0,402
18	28,84	-0,499
19	31,31	-0,618
20	33,78	-0,758
21	36,25	-0,920
22	38,72	-0,758
23	41,19	-0,618
24	43,66	-0,499
25	46,13	-0,402
26	48,59	-0,326
27	51,06	-0,272
28	53,53	-0,240
29	56,00	-0,229
30	56,75	-0,222
31	57,50	-0,200
32	58,25	-0,219
33	59,00	-0,225
34	60,88	-0,239
35	62,75	-0,281
36	64,63	-0,350
37	66,50	-0,448
38	69,00	-0,427
39	71,50	-0,420
40	72,00	-0,417
41	72,50	-0,409

SECCIÓN TIPO DE PRETENSADO VANO CENTRAL



SECCIÓN TIPO DE PRETENSADO VANO LATERAL



CONTROL DE CALIDAD

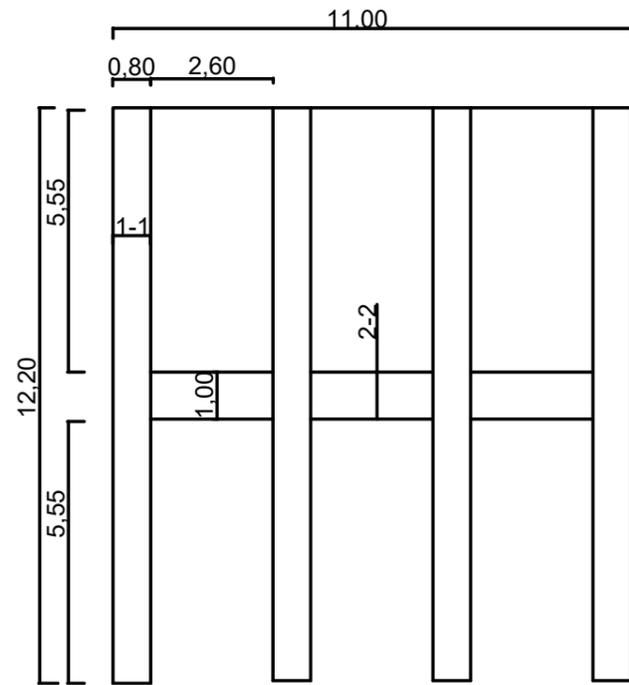
MATERIAL	DEFINICION		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	TABLERO	HP-40/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55	300
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
	ARMADURA ACTIVA	Y 1860 S7	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11			

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO

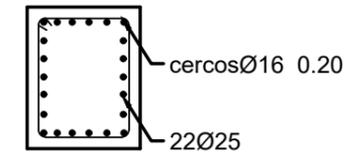




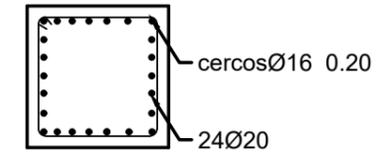




ALZADO DE TIRANTES  
ESCALA 1:150

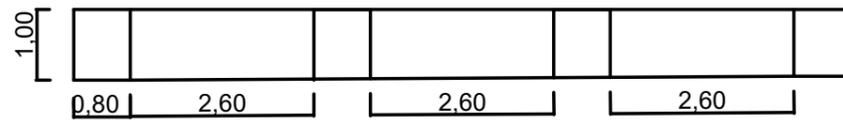


1-1

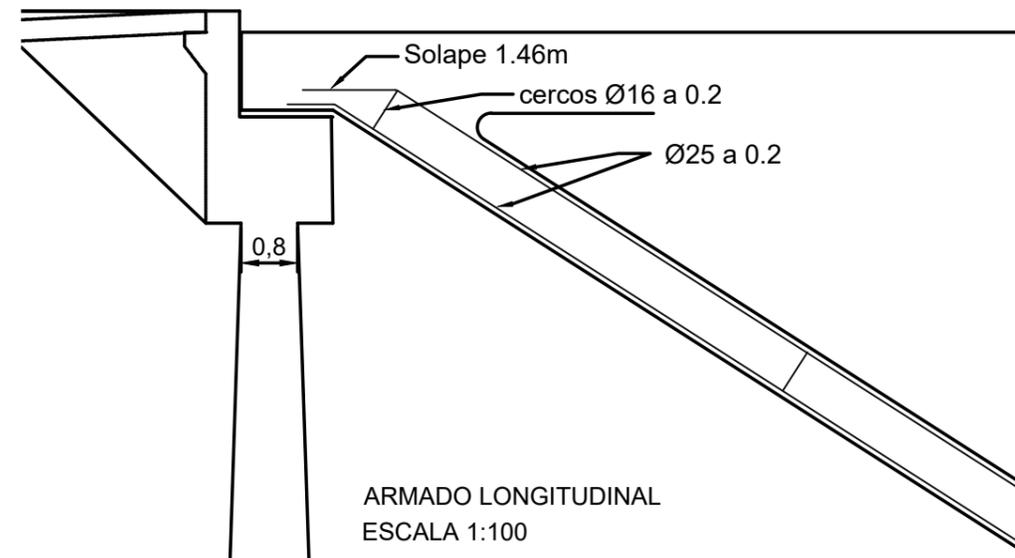


2-2

DETALLE DE ARMADO  
ESCALA 1:50



PLANTA DE TIRANTES  
ESCALA 1:100



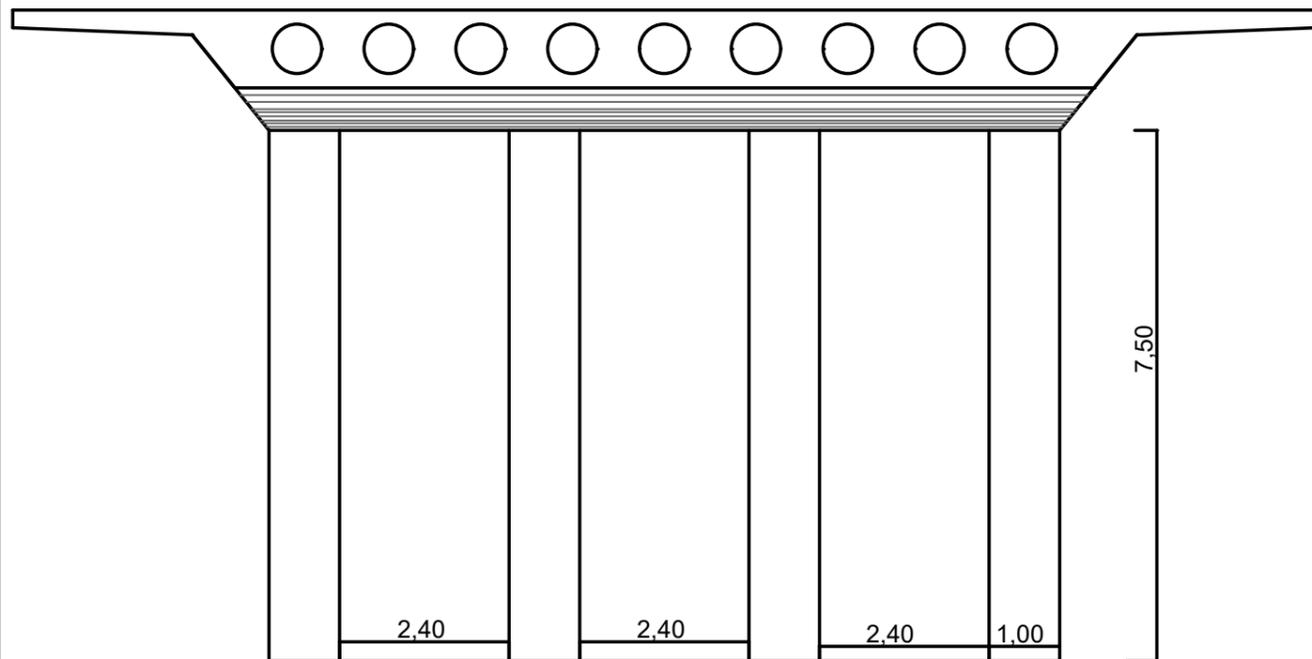
ARMADO LONGITUDINAL  
ESCALA 1:100

CONTROL DE CALIDAD

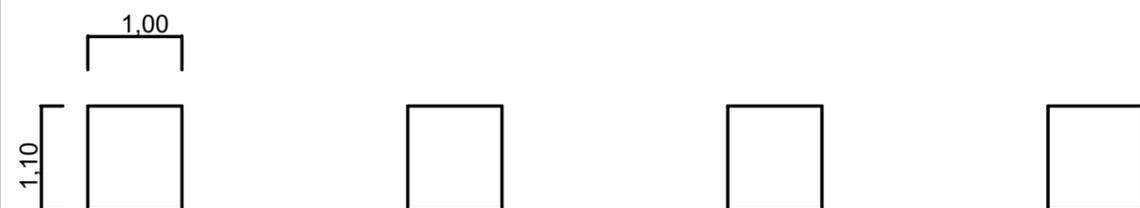
MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	NIVELACION	HM-15	HORMIGON NO ESTRUCTURAL			
	PILAS	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
	TIRANTE	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$		
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11		

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO

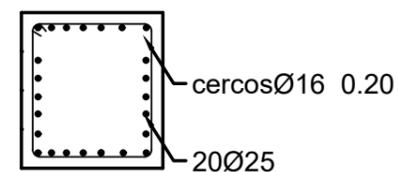
<p><b>Escuela Universitaria Politécnica</b> - La Almunia Centro adscrito <b>Universidad Zaragoza</b></p>	<p>TRABAJO FIN DE GRADO <b>INGENIERÍA CIVIL</b></p>	<p>Firma del alumno/a <b>MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO</b></p>	<p>Fecha <b>20/06/2020</b></p>	<p>Nº proyecto</p>	<p>Título del proyecto <b>DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</b></p>	<p>Denominación del plano <b>ARMADURA PASIVA TIRANTES</b></p>	<p>Escala <b>VARIAS</b></p>	<p>Nº plano <b>2.7</b></p>
								<p>Nº hoja <b>1 DE 1</b></p>



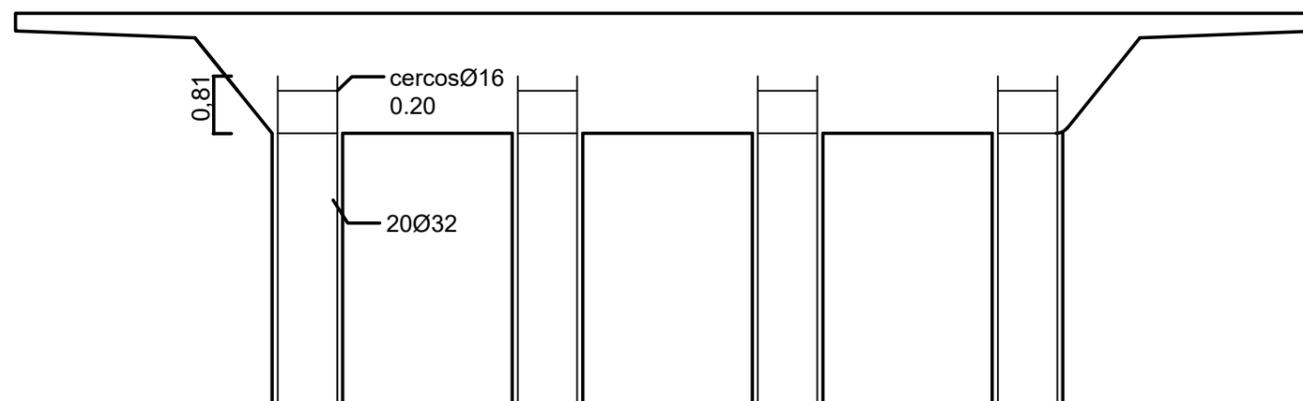
ALZADO DE TIRANTES  
ESCALA 1:150



PLANTA DE TIRANTES  
ESCALA 1:100



ARMADO DE PILAR  
ESCALA 1:50



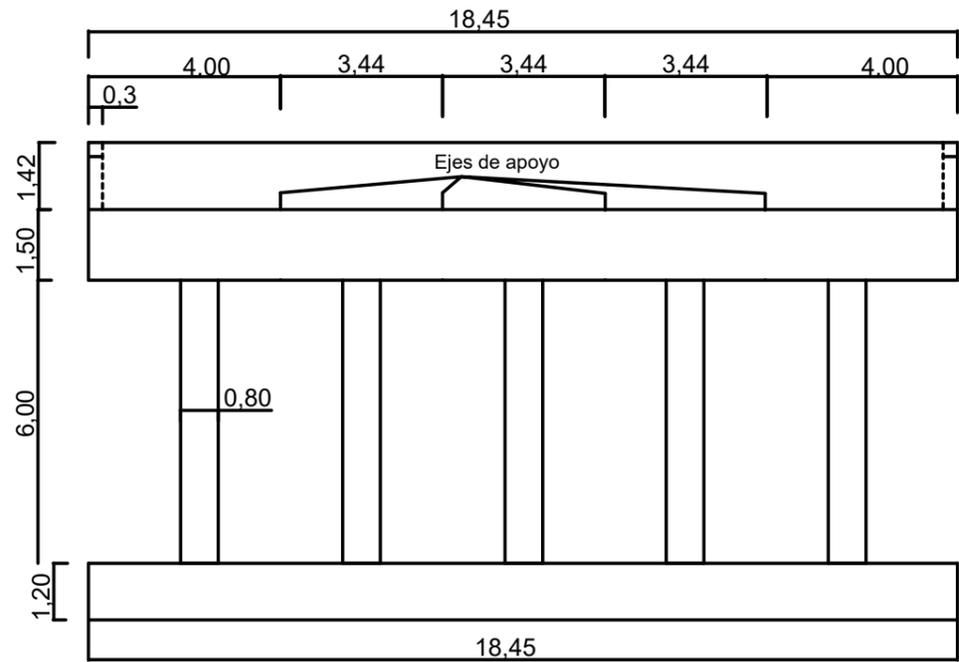
### CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	NIVELACION	HM-15	HORMIGON NO ESTRUCTURAL			
	PILAS	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
	TIRANTE	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$		
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11		

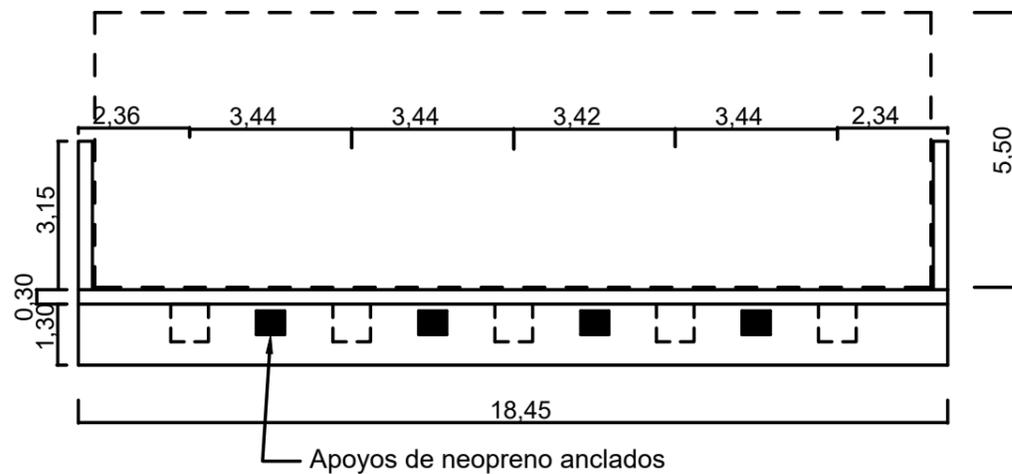
PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO

	TRABAJO FIN DE GRADO <b>INGENIERÍA CIVIL</b>	Firma del alumno/a	Fecha	Nº proyecto	Título del proyecto	Denominación del plano	Escala	Nº plano
	Universidad Zaragoza	<b>MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO</b>	<b>20/06/2020</b>		<b>DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</b>	<b>ARMADURA PASIVA PILARES</b>	<b>VARIAS</b>	<b>2.8</b> <b>1 DE 1</b>



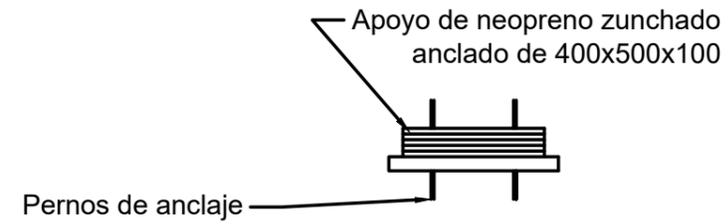
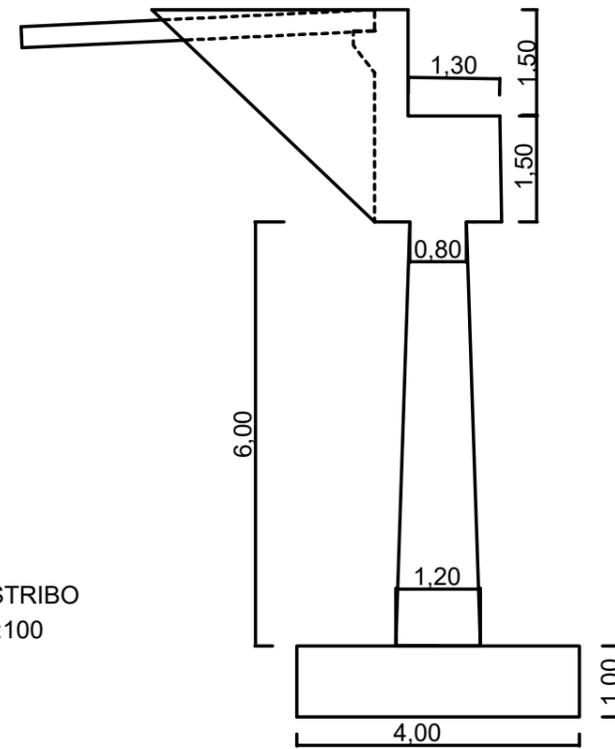


ALZADO DE ESTRIBO  
ESCALA 1:150

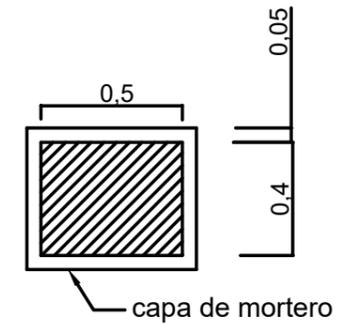


PLANTA ESTRIBO  
ESCALA 1:150

PERFIL ESTRIBO  
ESCALA 1:100



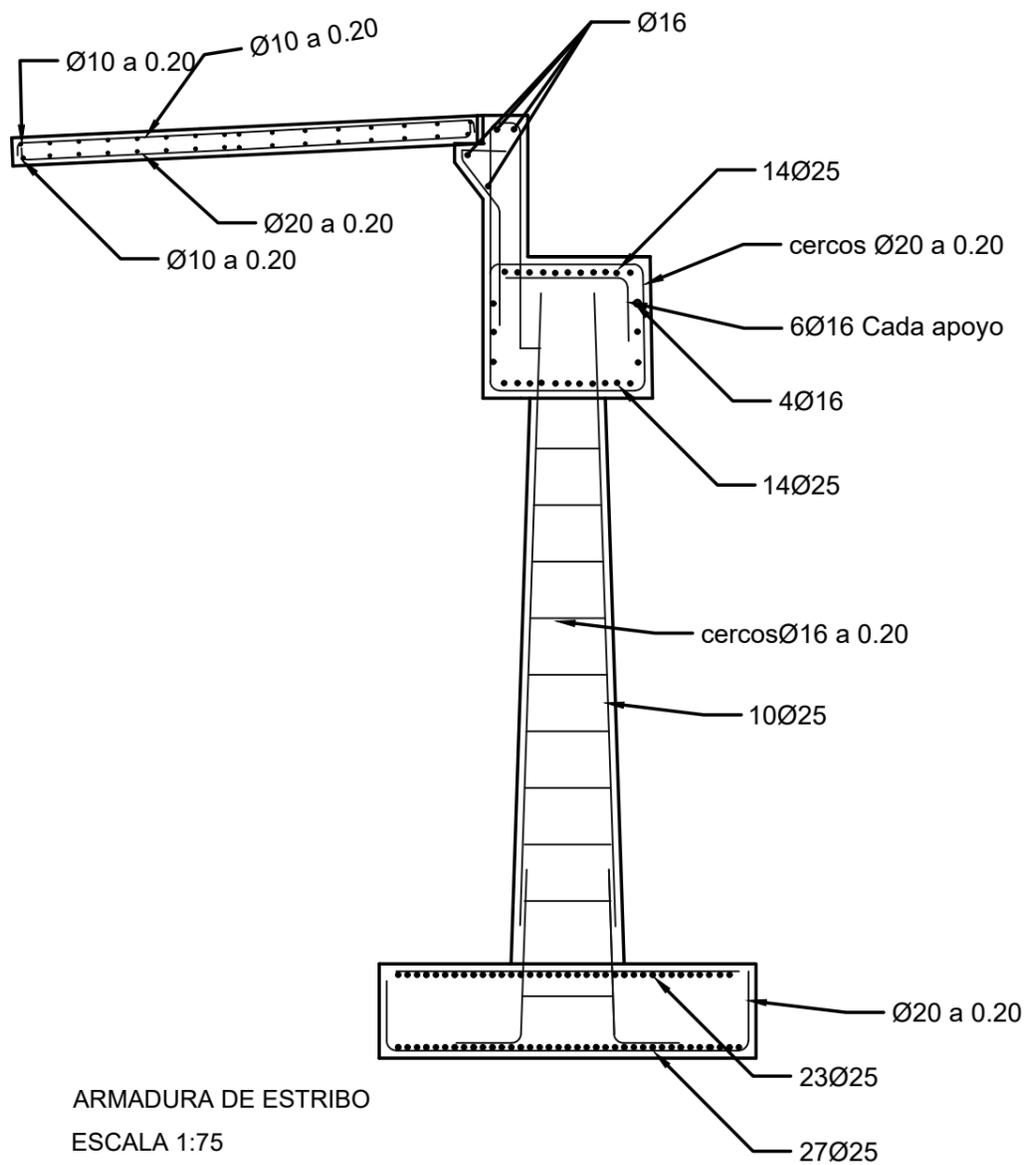
APOYO DE NEOPRENOS ANCLADOS  
ESCALA 1:25



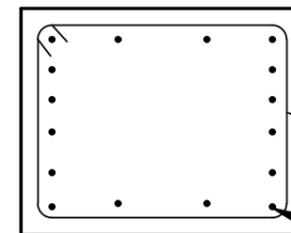
CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	
HORMIGON	NIVELACION	HM-15	HORMIGON NO ESTRUCTURAL				
	ESTRIBO	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55	300
	ZAPATA	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55	300
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$			
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11			

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO LOS HORMIGONES E CONTACTO CON EL TERRENO SE FABRICARÁN CON CEMENTO RESISTENTE A SULFATOS



ARMADURA DE ESTRIBO  
ESCALA 1:75



Cercos Ø16 a 0.20

16Ø25

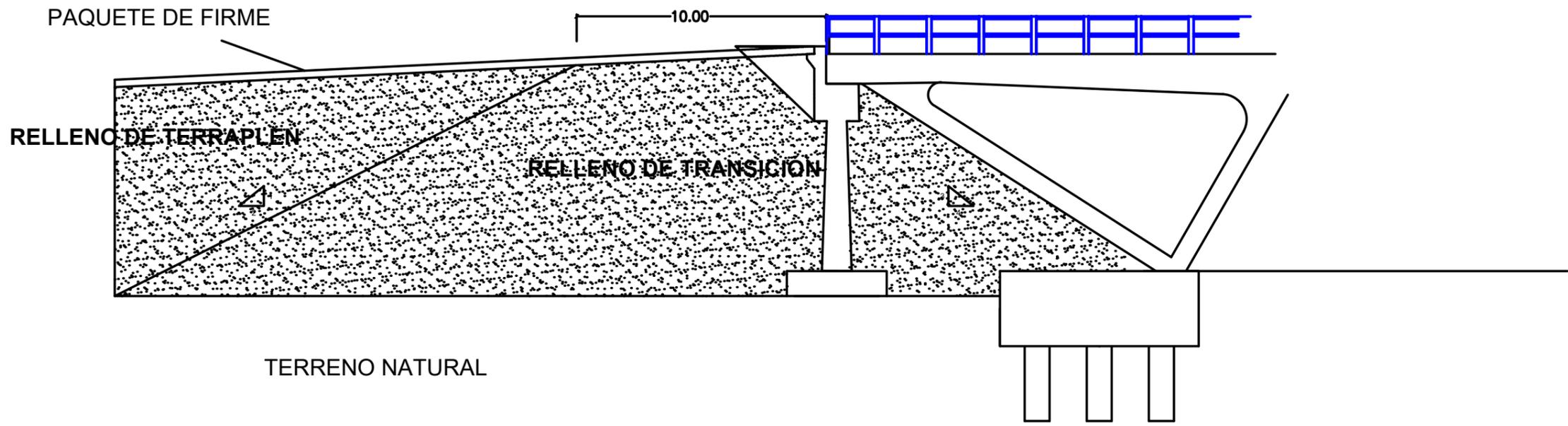
SECCION DIAFRAGMA  
ESCALA 1:25

CONTROL DE CALIDAD

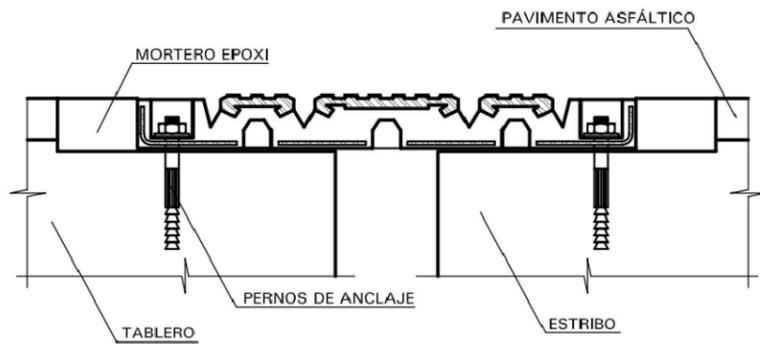
MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	NIVELACION	HM-15	HORMIGON NO ESTRUCTURAL			
	ESTRIBO	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
	ZAPATA	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$		
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGÚN IAP-11		

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO  
LOS HORMIGONES E CONTACTO CON EL TERRENO SE FABRICARÁN CON CEMENTO RESISTENTE A SULFATOS

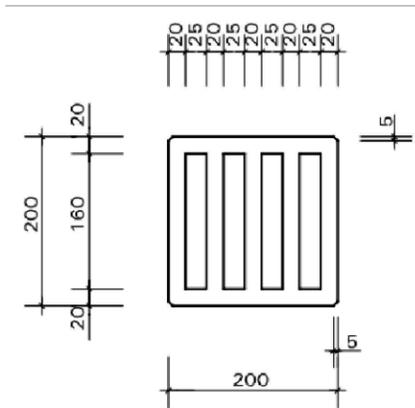
	TRABAJO FIN DE GRADO <b>INGENIERÍA CIVIL</b>	Firma del alumno/a <b>MIRANDA LARUTA, EYNAR GONZALO</b>	Fecha <b>20/06/2020</b>	Nº proyecto	Título del proyecto <b>DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA</b>	Denominación del plano <b>ARMADURA PASIVA ESTRIBO</b>	Escala <b>VARIAS</b>	Nº plano <b>2.10.2</b>
								Nº hoja <b>2 DE 2</b>



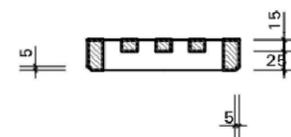
ESCALA 1:200



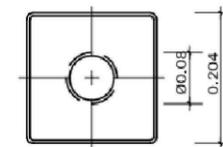
JUNTA DE DILATACION



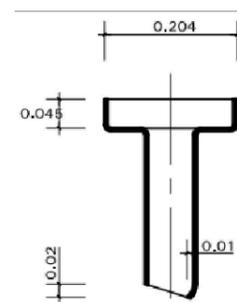
REJILLA



SECCION REJILLA

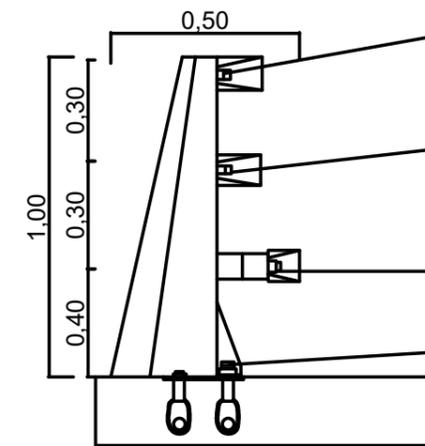


BUZON



SECCION BUZON

PRETIL META M16-H3/W6



- 4 Tornillos DIN 603 M20x130
- +4 tuercas DIN 934 M20
- +4 tuercas DIN 125 M20
- (90:10 Nm)
- 4 Tornillos DIN 603 M20x130
- +4 tuercas DIN 934 M20
- +4 tuercas DIN 125 M20
- (90:10 Nm)
- 4 Tornillos DIN 603 M20x130
- +4 tuercas DIN 934 M20
- +4 tuercas DIN 125 M20
- (90:10 Nm)
- 4 Tornillos M22x80
- +4 arandelas DIN 7986 M22
- (50:10Nm)

CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA	MÁXIMA RELACION AGUA/CEMENTO (mm)	MINIMO CONTENIDO DE CEMENTO (Kg/m3)
HORMIGON	NIVELACION	HM-15	HORMIGON NO ESTRUCTURAL			
	ESTRIBO	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
	ZAPATA	HA-30/P/20/IIb	ESTADISTICO	$\gamma_c=1.50$	50	0.55
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$		
EJECUCION	TODOS LOS ELEMENTOS	INTENSO	SEGÚN IAP-11			

PARA GARANTIZAR LOS RECUBRIMIENTOS EXIGIDOS DE LAS ARMADURAS SE UTILIZARÁN SEPARADORES DE MORTERO DE CEMENTO. LOS HORMIGONES E CONTACTO CON EL TERRENO SE FABRICARÁN CON CEMENTO RESISTENTE A SULFATOS



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

**DOCUMENTO Nº3: PLIEGODE PRESCIPCIONES  
TECNICAS PARTICULARES**

[DISEÑO DE PUENTE PORTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

<b>PARTE 1ª -INTRODUCCION Y GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
artículo 100 Definición y ámbito de aplicación	3
Artículo 101 Disposiciones generales	3
Artículo 102 Descripción de las obras	8
Artículo 103 Iniciación de las obras	9
Artículo 104 Desarrollo y control de las obras	9
Artículo 105 Responsabilidades iniciales del contratista	12
Artículo 106 Medición y abono	12
<b>PARTE 2ª-MATERIALES BASICOS</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO I: CONGLOMERADOS</b>	<b>14</b>
Artículo 202 Cementos	14
<b>CAPITULO II: LIGANTES BITUMINOSOS</b>	<b>16</b>
Artículo 211 Betunes asfálticos	16
<b>CAPITULO IV: METALES</b>	<b>18</b>
Artículo 240 Barras corrugadas para hormigón estructural	18
Artículo 246 Tendones para hormigón pretensado	19
Artículo 248 Accesorios para hormigón pretensado	20
<b>PARTE 3ª- EXPLANACIONES</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO I: TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>22</b>
Artículo 300 Desbroce de terreno	22
<b>CAPÍTULO II: EXCAVACIONES</b>	<b>23</b>
Artículo 221 Excavación en zanjas y pozos	23
<b>CAPITULO III: RELLENOS</b>	<b>24</b>
Artículo 330 Terraplenes.	24
Artículo 340 Terminación y refino de la explanada	27
<b>PARTE 6ª- PUENTES Y ESTRUCTURAS</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO I: COMPONENTES</b>	<b>28</b>
Artículo 600 Armadura pasiva para hormigón estructural	28

Artículo 601 Armaduras activas a emplear en hormigón armado	29
Artículo 110 Hormigones.	33
Artículo 610A Hormigones de alta resistencia	39
Artículo 612 Lechada de cemento	40
Artículo 612 lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado	40
<b>CAPITULO II OBRAS DE HORMIGON</b>	<b>42</b>
Artículo 630 Obras de hormigón armado o en masa	42
Artículo 631 Obras de hormigón pretensado	43
<b>CAPITULO V CIMENTACIONES</b>	<b>44</b>
artículo 671 Cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ	44
Artículo 680 Encofrados y moldes	50
Artículo 681 Apeos y cimbras	51
<b>CAPITULO VII: OBRAS VARIAS</b>	<b>54</b>
Artículo 690 Impermeabilización de paramentos	54
Artículo 692 Apoyos de material elastomérico	54
Artículo 694 Juntas de tablero	55
Artículo 695 Prueba de carga	55
<b>PARTE 7ª SEÑALIZACION, BALIZAMIENTOS Y SISTEMAS DE CONTENION DE VEHICULOS</b>	<b>56</b>
Artículo 704 Barreras de seguridad, pretilas y sistemas para protección de motociclistas.	56

## PARTE 1ª -INTRODUCCION Y GENERALIDADES

### ARTÍCULO 100 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

#### 100.1 DEFINICION

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes; constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras de carreteras y puentes; y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y a las unidades de obra

La estructuración y articulado del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se ha realizado en correspondencia con el Pliego General PG-3. En caso de discrepancia entre ambos Pliegos prevalecerá lo prescrito en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### 100.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares complementado con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (en adelante, PG-3), y las modificaciones a él efectuadas, incluso a nivel de Orden Circular, será de aplicación en la construcción, dirección, control e inspección de las obras del siguiente Proyecto:

**Proyecto:** "Diseño de puente pòrtico para carretera" sobre la A-2 Pk: 310+740, ubicado en la provincia de Zaragoza.

En todos los artículos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en la Ley de Contratos del Estado, en el Reglamento General de Contratación y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. En caso contrario, prevalecerá siempre el contenido de estas disposiciones.

### ARTÍCULO 101 DISPOSICIONES GENERALES

#### 101.1 ADSCRIPCION DE LAS OBRAS

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de obras del Estado, en lo sucesivo "PCAG", aprobado por Decreto 3.854/70, de 31 de diciembre.

#### 101.2 DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

El Director de las Obras, resolverá, en general, sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la Legislación vigente. De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, vertedero, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

#### 101.3 FUNCIONES DEL DIRECTOR

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.

- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas

#### **101.4 PERSONAL DEL CONTRATISTA**

Cuando en los Pliegos Particulares del Contrato se exija una titulación determinada al Delegado del Contratista o la aportación de personal facultativo bajo la dependencia de aquél, el Director vigilará el estricto cumplimiento de tal exigencia en sus propios términos.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá exigir del Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, ordenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

#### **101.5 ORDENES AL CONTRATISTA**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 8 del PCAG.

Las órdenes emanadas de la Superioridad jerárquica del Director, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección. De darse la excepción antes expresada, la Autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Se hará constar en el Libro de Órdenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

#### **101.6 LIBRO DE INCIDENCIAS**

El contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que la Administración pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la obra", cuando así lo decidiese aquélla.

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Ingeniero Director de las obras considere oportunos, y entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales, así como temperatura ambiente máxima y mínima.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados, con resumen de los resultados o relación de los documentos en que éstos se recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y en qué tajo y cuál meramente presente y cuál averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en localidad o en el ritmo de ejecución de la obra.

#### **101.7 NORMAS Y DISPOSICIONES GENERALES DE TIPO GENERAL**

##### **101.7.1 NORMATIVAS ADMINISTRATIVAS**

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3854/1970 de 31 de Diciembre, BOE-A-1971-218.
- Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001).
- Reglamento General de Carreteras 1812/1994 (BOE 228 DE 23.9.94), y los R.D.1911/1997 (BOE del 9 de enero), 597/1999 (BOE del 29 de abril) Y 114/2001 (BOE del 21 de febrero).
- Ley 16/1987 de 30 de julio de ordenación de los Transportes Terrestres, y modificaciones posteriores, DE 18.09.93, 26.03.98 Y 11.06.99.

- R.D. 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (BOE nº 241 de 08.10.90) y modificaciones posteriores: R.D. 780/2001, de 6 de julio; O.M. de 02.08.01; O.M. de 19.10.01 y R.D. 366/2002, de 19 de abril.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Decreto 3410/1975, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado (BOE del 27 y 29 de diciembre). Vigente en la parte no derogada por la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas (disposición derogatoria única de la citada Ley) y las afecciones correspondientes.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE del 24). Modifica las leyes de Contratos de las Administraciones Públicas, de Autopistas, de Costas y de Aguas.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/61 de 30 de noviembre y sus modificaciones posteriores.

### 101.7.2 NORMAS TECNICAS GENERALES

#### EXPROPIACIONES

- Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (BOE del 17) y sus posteriores modificaciones.
- Decreto, de 26 de abril de 1957, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (BOE del 20 de junio).
- Proyecto de Real Decreto por el que se aprueban las normas técnicas de valoración catastral de los bienes inmuebles de características especiales, de 1 de junio de 2007.
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

#### CERRETERAS

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras (BOE del 30 de septiembre).
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE del 23). Modificado por el Real Decreto 1911/1997, de 19 de diciembre, (BOE del 10 de enero de 1998), por el Real Decreto 597/1999, de 16 de abril (BOE del 29 de abril de 1999) y por el Real Decreto 114/2001, de 9 de febrero BOE del 21 de febrero de

2001). La Orden de 16 de diciembre de 1997 del Ministerio de Fomento desarrolla algunos de sus artículos.

- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. Edición actualizada a 1 de enero de 2007
- Norma 8.3.-I.C sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". (O.M. 31.08.87)

#### DRENAJE

- Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día (datos hasta 1970), Dirección General de Carreteras.
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1997.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Orden, de 21 de junio de 1965, por la que se aprueba la Norma 5.1-IC sobre drenaje (BOE del 17 de septiembre). Vigente en la parte no derogada por la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de 1990.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de la instrucción de carreteras (BOE del 10 de marzo).
- orden circular 17/2003: recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera

#### GEOLOGIA

- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.
- Orden Circular 314/90 TyP, de 28 de agosto, sobre normalización de los estudios geológicos y geotécnicos a incluir en anteproyectos y proyectos.

### OBRAS DE PASO: PUENTES Y ESTRUCTURAS

- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Dirección General de Carreteras, mayo de 2000.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)
- Real Decreto 1247/2008 julio, por el que se aprueba la «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)» (BOE del 22 de agosto).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Nota de Servicio de la Subdirección General de Construcción, de 28 de julio de 1992, sobre losas de transición en obras de paso.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera, publicadas por la Dirección General de Carreteras en 1982.
- Guía de cimentaciones de obras de carreteras 2009
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera, Dirección General de Carreteras, 1995.
- UNE-36065 Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.
- UNE-36094. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- UNE-36092. Mallas electrosoldadas de acero para armadura de hormigón armado
- Instrucción Española de Carreteras, I.C.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras
- ORDEN FOM/3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera.

### SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHICULOS

- Nota de Servicio 1/95 SGC sobre bases de cálculo y diseño de pretilas en puentes de carretera.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos, aprobadas por Orden Circular 321/95, de 12 de diciembre de 1995.
- Nota de servicio 4/2001, pintura de barandas.
- Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical (BOE 29.01.00).
- UNE-36092. Mallas electrosoldadas de acero para armadura de hormigón armado.
- Orden Circular 23/2008 sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en puentes de carretera, de la Dirección General de Carreteras, aprobada el 30 de julio de 2008

### FIRMES Y PAVIMENTOS

- orden fom/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1 ic secciones de firme, de la instrucción de carreteras (boe de 12 de diciembre de 2003).
- orden circular oc 3/2019 sobre mezclas bituminosas tipo sma.
- Recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos (OC 20/2006).
- Nota Servicio 1/2017 sobre valor umbral del coeficiente de rozamiento transversal (CRT) medido con equipo SCRIM.
- Orden Circular 24/2008 sobre el pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Artículos: 542-Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543-Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.

### EQUIPAMIENTO VIAL

- norma 8.1-I.C 2014 señalización vertical de la instrucción de carreteras.
- Resolución de 1 de junio de 2009, de la Dirección General de Tráfico, por la que se aprueba el Manual de Señalización Variable
- Orden Circular 38/2016 sobre la aplicación de la disposición transitoria única de la Orden FOM/534/2015, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-/C Señalización vertical de la instrucción de carreteras.
- Norma 8.2- IC. Marcas viales (Orden de 16 de julio de 1987)

- Criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal (NS 2/2007).
- Criterios para la redacción de los proyectos de marcas viales (NT de 30 de junio de 1998).
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal (Diciembre 2012).
- Instrucción 8.3-IC. Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado (Orden de 31 de agosto de 1987).
- Señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras (OC 15/2003).
- Hitos empleados en las inauguraciones de obras (NS 5/2001).
- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas.
- Hitos de arista (OC 309/90).
- NS 2/2017 sobre los carteles de los centros de conservación y explotación y otras instalaciones, el rotulado y equipamiento de señalización de vehículos de conservación y algunos elementos de balizamiento habituales en la conservación de las carreteras.
- Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras (Orden FOM/3053/2008).

#### **SEGURIDAD Y SALUD**

- Ley de subcontratación en la construcción (Ley 32/2006)
- Desarrollo Ley de subcontratación en la construcción (RD 1109/2007)
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (RD 1627/1997)
- Medidas de prevención extraordinaria en obras con afección a líneas ferroviarias (OC 12/2003)
- Delegación de competencias en materia de seguridad y salud en los Jefes de Demarcación de Carreteras del Estado (Resolución 5 de marzo de 1999)
- Redacción y supervisión de estudios de seguridad y salud en los proyectos (NS de 10 de abril de 2017)
- Aplicación de la nueva Ley de Subcontratación (NS de 4 de mayo de 2007)
- Diligencia del libro de incidencias para control y seguimiento del plan de seguridad y salud en las obras (NS 7/2001)

- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera

#### **OTRAS NORMAS**

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71) (B.O.E. 16.3.71).
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71) (B.O.E. 11.3.71).
- R.D. 485, 486, 487 y 488/1997 de 14 de Abril, R.D. 664 y 665/1997 de 12 de mayo, O.M. 25.03.98, R.D. 773/1997 de 30 de mayo, RD 1215/1997 de 18 de julio, R.D. 374/2001 de 6 de abril y R.D. 614/2001 de 8 de junio; sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en los lugares de trabajo.
- Orden de 16 de Abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/1993)
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción B.O.E. 256 de 25 de octubre.
- Ley 31/1995. Ley de prevención de riesgos laborales de 8 de noviembre. B.O.E. 269 de 10 de noviembre.
- Emisión de certificado de buena ejecución de obras (NS de 20 de diciembre de 2003)
- Ley del Ruido (Ley 37/2003)
- Desarrollo de la Ley del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (RD 1367/2007)
- Desarrollo de la Ley del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (RD 1513/2005)
- Reducción del ruido en el entorno de las carreteras.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RD 105/2008)
- Manual para la Redacción de los Informes de los Programas de Vigilancia y Seguimiento Ambiental en Carreteras

## ARTICULO 102 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 102.1 DESCRIPCION GENERAL

sobre la A-2 Pk: 310+740, ubicado en la provincia de Zaragoza, se proyecta un paso superior de 3 vanos de luces 15,000-42,5-15,000 m. La tipología elegida del mismo, evitando disponer pila en mediana, consiste en un pórtico de células triangulares aprovechando las células laterales como parte del esquema resistente del tablero consiguiendo de esta manera una estructura esbelta y ligera en concordancia de las limitaciones de gálibo vertical existentes. La sección del tablero, de hormigón pretensado, presenta una anchura de 18,45m

con voladizos de 2,75 m; el canto de la sección varía de 1,10 m en zona de estribos y centro del vano central a 1,70 m sobre las pilas. Dicha sección se encuentra aligerada únicamente en el vano central para conseguir disponer el mayor peso posible en los vanos laterales que forman parte de las células triangulares de la estructura y reducir al mínimo el peso propio en el vano central, para garantizar que el movimiento vertical de la estructura en la zona de estribos sea el mínimo posible, consiguiendo de esta manera una distribución inteligente del peso propio de la estructura. El paramento inferior del tablero está formado por parábolas de 2º grado con función estética y estructural, minimizando el peso propio de la estructura en las zonas de centros de vano.

### 102.2 TIRANTES

Las células triangulares de la estructura inyectan rigidez al esquema estructural de flexión vertical del tablero y a su vez tienen la función de sustento vertical empotrado a la cimentación. Con el empotramiento de las pilas a la cimentación se consigue que los movimientos globales de la estructura sean menores y que se aprovechen las rigideces a flexión del tirante y de la pila inclinada, evitando además la introducción de rótulas de hormigón.

### 102.3 PILAS

Las pilas inclinadas están constituidas por cuatro fustes de inclinación de 60º, empotrados a la cimentación con una sección de 1,10x1,00m cada pilar, que de la misma forma se encuentran empotrados al tablero.

El tirante de la célula triangular está constituido por un tabique aligerado de 0,90 m de canto y 1,00m de ancho empotrados a la cimentación y por otro lado empotrados en la base de apoyo a los estribos.

### 102.4 CIMENTACIÓN

La cimentación de las pilas de la célula triangular consiste en una cimentación profunda de 15 pilotes de 1500 mm de diámetro. Con estos pilotes se absorben tanto las cargas verticales como las acciones horizontales que aparecen por el esquema de pórtico triangular de la estructura. Las características geométricas de la estructura unidas a la geometría de las células triangulares generan como resultado una acción horizontal no muy elevada en comparación con otras disposiciones de células triangulares y luces de estructuras de esta tipología de manera que dicha acción horizontal se absorbe con la resistencia a cortante de los 15 pilotes de 1500 mm de diámetro adecuadamente.

El tirante absorbe las tracciones del esquema estructural y el aligeramiento del mismo nos ayuda a mejorar el aprovechamiento del esfuerzo axial en el pretensado del tablero, al ser la rigidez axial del tirante mucho menor, de manera que la práctica totalidad de las compresiones del pretensado se insertan en el tablero propiamente dicho.

### 102.5 ESTRIBOS

Se añade un estribo abierto con una zapata y una viga cabezal y cinco diafragmas que conectan la viga cargadera con la zapata, ayudando al tirante de la célula a absorber la carga vertical máxima que se produce en las hipótesis de sobrecarga y carro en los vanos laterales

### 102.6 DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA

Será documento contractual el programa de trabajo, cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 128 del RGC o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares. En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del Proyecto, se hará constar en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales, de forma análoga a la expresada en el Artículo 102.3 del presente Pliego. No obstante, lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, de acuerdo con el Artículo 82.1 del RGC.

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los proyectos, son documentos informativos. Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza

de los datos que se suministran; y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios. Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

### **102.7 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES**

En caso de contradicción entre los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalece lo prescrito en este último. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en Contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director, o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Acta de comprobación del replanteo.

## **ARTICULO 103 INICIACIÓN DE LAS OBRAS**

### **103.1 INSPECCIÓN DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 21 del PCAG.

Corresponde la función de inspección de las obras a los superiores jerárquicos de Director dentro de la organización de la Dirección General de Carreteras, sin perjuicio de la inspección complementaria que pueda establecerse al amparo de la Cláusula 21 del PCAG. Si, excepcionalmente, el Director estuviera afecto a Servicio distinto al que haya sido adscrita la obra, y en defecto de lo que disponga la Resolución en la que se le designe para tal función, el Servicio, a los exclusivos efectos de inspección, designará las personas u órganos a quienes compete dicha función.

### **103.2 COMPROBACION DEL REPLANTEO**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 127 del RGC y en las Cláusulas 24, 25 y 26 del PCAG. Se hará constar, además de los contenidos expresados en dicho Artículo y Cláusulas,

las contradicciones, errores u omisiones que se hubieran observado en los documentos contractuales del Proyecto. El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes. La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica; así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle. Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente. Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

### **103.3 PROGRAMA DE TRABAJOS**

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 128 y 129 del RGC y en la Cláusula 27 del PCAG.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, bien expresamente, por citación de Instrucción de carácter general dictada al amparo del Artículo 74 del RGC, o mediante referencia al Programa que con carácter informativo figure en el Proyecto aprobado, fijará el método a emplear, tales como diagrama de barras, Pert, C. P. M. o análogos, y grado de 103 INICIACIÓN DE LAS OBRAS 2 desarrollo, especificando los grupos de unidades de obra que constituyen cada una de las actividades, los tramos en que deben dividirse las obras, y la relación de obras, como túneles, grandes viaductos y análogas, que exigen un programa específico.

El programa de trabajos deberá tener en cuenta los períodos que la Dirección de obra precisa para proceder a los replanteos de detalle y a los preceptivos ensayos de aceptación.

### **103.4 ORDEN DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 127 del RGC y en la Cláusula 24 del PCAG.

Sí, no obstante haber formulado observaciones el Contratista que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, el Director decidiera su iniciación, el Contratista está obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que a la Administración incumbe como consecuencia inmediata y directa de las órdenes que emite.

## **ARTÍCULO 104 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

### **104.1 REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS**

El Director de las obras aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de las obras, y suministrará al contratista toda la información de que disponga para que aquellos puedan ser realizados.

#### **104.2 EQUIPOS DE MAQUINARIA**

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista para la correcta ejecución de las Obras, serán reconocidos por el Director de la Obra a fin de constatar si reúnen las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado

Cualquier modificación que el contratista propusiere introducir en el equipo de maquinaria cuya aportación revista carácter obligatorio, por venir exigida en el contrato o haber sido comprometida en la licitación, deberá ser aceptada por la administración, previo informe del Director de las obras

#### **104.3 ENSAYOS**

Será preceptiva la realización de los ensayos mencionados expresamente en los pliegos de prescripciones técnicas o citados en la normativa técnica de carácter general que resultare aplicable.

En relación con los productos importados de otros estados miembros de la comunidad económica europea, aun cuando su designación y, eventualmente, sus marcajes fueran distintos de los indicados en el presente pliego, no será precisa la realización de nuevos ensayos si de los documentos que acompañen a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrán en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados estados, con arreglo a sus propias normas.

Si una partida fuere identificable, y el contratista presentare una hoja de ensayos, suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, o por otro laboratorio de pruebas u organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la comunidad económica europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.

El límite máximo fijado en los pliegos de cláusulas administrativas para el importe de los gastos que se originen para ensayos y análisis de materiales y unidades de obra de cuenta del contratista no será de aplicación a los necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos. De confirmarse su existencia, tales gastos se imputarán al contratista.

#### **104.4 MATERIALES**

Si el pliego de prescripciones técnicas particulares no exigiera una determinada procedencia, el contratista notificara al Director de las obras con suficiente antelación la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, a fin de que por el Director de las obras puedan ordenarse los ensayos necesarios para acreditar su idoneidad.

La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para el acopio de los materiales, sin perjuicio de la ulterior comprobación, en cualquier momento, de la permanencia de dicha idoneidad.

Los productos importados de otros estados miembros de la comunidad económica europea, incluso si se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones técnicas diferentes de las que se contienen en el presente pliego, podrán utilizarse si asegurasen un nivel de protección de la seguridad de los usuarios equivalente al que proporcionan estas.

Si el pliego de prescripciones técnicas particulares fijase la procedencia de unos materiales, y durante la ejecución de las obras se encontrasen otros idóneos que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre aquellos, el Director de las obras podrá autorizar o, en su caso, ordenar un cambio de procedencia a favor de estos. Si el contratista obtuviera de terrenos de titularidad pública productos minerales en cantidad superior a la requerida para la obra, la administración podrá apropiarse de los excesos, sin perjuicio de las responsabilidades que para aquel pudieran derivarse.

El Director de las obras autorizará al contratista el uso de los materiales procedentes de demolición, excavación o tala en las obras; en caso contrario le ordenará los puntos y formas de acopio de dichos materiales, y el contratista tendrá derecho al abono de los gastos suplementarios de transporte, vigilancia y almacenamiento.

#### **104.5 ACOPIOS**

El emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlas, así como el de los eventuales almacenes, requerirán la aprobación previa del Director de las obras.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos: Las cargas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Las superficies utilizadas deberán acondicionarse, una vez utilizado el acopio, restituyéndolas a su natural Estado.

Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de los acopios serán de cuenta del contratista.

#### **104.6 TRABAJOS NOCTURNOS**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de las obras, y realizarse solamente en las unidades de obra que él indique. El contratista deberá instalar equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Director de las obras ordene, y mantenerlos en perfecto Estado mientras duren los trabajos.

#### **104.7 TRABAJOS DEFECTUOSOS**

El pliego de prescripciones técnicas particulares deberá, en su caso, expresar los límites dentro de los que se ejercerá la Facultad del Director de las obras de proponer a la administración la aceptación de unidades de obra defectuosas o que no cumplan estrictamente las condiciones del contrato, con la consiguiente rebaja de los precios, si estimase que las mismas son, sin embargo, admisibles. En este caso el contratista quedará obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la administración, a no ser que prefiriere demoler y reconstruir las unidades defectuosas, por su cuenta y con arreglo a las condiciones del contrato.

El Director de las obras, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el programa de trabajo, maquinaria, equipo y personal facultativo, que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

#### **104.8 CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACION DE DESVIOS**

Si, por necesidades surgidas durante el desarrollo de las obras, fuera necesario construir desvíos provisionales o accesos a tramos total o parcialmente terminados, se construirán con arreglo a las instrucciones del Director de las obras como si hubieran figurado en los documentos del contrato; pero el contratista tendrá derecho a que se le abonen los gastos ocasionados.

Salvo que el pliego de prescripciones técnicas particulares dispusiera otra cosa, se entenderá incluido en el precio de los desvíos previstos en el contrato el abono de los gastos de su conservación. Lo mismo ocurrirá con los tramos de obra cuya utilización haya sido asimismo prevista.

#### **104.9 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA DE OBRAS E INSTALACIONES**

El contratista será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, y determinará las medidas que deban adoptarse en cada ocasión para señalar, balizar y, en su caso, defender las obras que afecten a la libre circulación.

El Director de las obras podrá introducir las modificaciones y ampliaciones que considere adecuadas para cada tajo, mediante las oportunas órdenes escritas, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte del contratista.

No deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una carretera sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa. Estos elementos deberán ser modificados e incluso retirados por quien los colocó, tan pronto como varíe o desaparezca la afección a la libre circulación que origino su colocación, cualquiera que fuere el periodo de tiempo en que no resultarán necesarios, especialmente en horas nocturnas y días festivos. Si no se cumpliera lo anterior la administración podrá retirarlos, bien directamente o por medio de terceros, pasando el oportuno cargo de gastos al contratista, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlo ni sin restablecerlos.

Si la señalización de instalaciones se aplicase sobre instalaciones dependientes de otros organismos públicos, el contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan éstos; siendo de cuenta de aquél los gastos de dicho organismo en ejercicio de las facultades inspectoras que sean de su competencia.

#### **104.10 PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

##### **104.10.1 Drenaje**

Durante las diversas etapas de su construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

#### **104.10.2 Heladas**

Cuando se teman heladas, el contratista protegerá todas las zonas de las obras que pudieran ser perjudicadas por ellas. Las partes dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con el presente pliego.

#### **104.10.3 Incendios**

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que figuren en el pliego de prescripciones técnicas particulares, o que se dicten por el Director de las obras. En todo caso, adoptara las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se pudieran producir.

#### **104.11 MODIFICACIONES DE OBRA**

Cuando el Director de las obra ordenase, en caso de emergencia, la realización de aquellas unidades de obra que fueran imprescindibles o indispensables para garantizar o salvaguardar la permanencia de partes de obra ya ejecutadas anteriormente, o para evitar daños inmediatos a terceros, si dichas unidades de obra no figurasen en los cuadros de precio del contrato, o si su ejecución requiriese alteración de importancia en los programas de trabajo y disposición de maquinaria, dándose asimismo las circunstancias de que tal emergencia no fuere imputable al contratista ni consecuencia de fuerza mayor, este formulara las observaciones que estimase oportunas a los efectos de la tramitación de las subsiguiente modificación de obra, a fin de que el Director de las obras, si lo estimase conveniente, compruebe la procedencia del correspondiente aumento de gastos.

### **ARTÍCULO 105 RESPONSABILIDADES INICIALES DEL CONTRATISTA**

#### **105.1 DAÑOS Y PERJUICIOS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 134 del RGC. En relación con las excepciones que el citado Artículo prevé sobre indemnizaciones a terceros, la Administración podrá exigir al

Contratista la reparación material del daño causado por razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se le abonen los gastos que de tal reparación se deriven.

#### **105.2 OBJETOS ENCONTRADOS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 19 del PCAG. Además de lo previsto en dicha Cláusula, si durante las excavaciones se encontraran restos arqueológicos, se suspenderán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección. En el plazo más perentorio posible, y previos los correspondientes asesoramientos, el Director confirmará o levantará la suspensión, de cuyos gastos, en su caso, podrá reintegrarse el Contratista.

#### **105.3 EVITACIÓN DE CONTAMINACIONES**

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes de la Dirección cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terreno de propiedad del Contratista, dentro de los límites impuestos en las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

#### **105.4 PERMISOS Y LICENCIAS**

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a la Expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

Además de lo anterior el Contratista deberá de atender las inspecciones oficiales y conseguir las autorizaciones de puesta en marcha de las reposiciones de los servicios afectados ante los propietarios y/o los organismos competentes.

### **ARTICULO 106 MEDICIÓN Y ABONO**

#### **106.1 MEDICIÓN DE LAS OBRAS**

La Dirección realizará mensualmente, y en la forma que establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior. El contratista o su Delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar a la Dirección con suficiente antelación,

a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista o su Delegado.

A falta del aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones de la Administración sobre el particular.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique la necesidad de pesar materiales directamente, el Contratista deberá situar, en los puntos que designe el Director, las básculas o instalaciones necesarias, debidamente contrastadas, para efectuar las mediciones por peso requeridas; su utilización deberá ir precedida de la correspondiente aprobación del citado Director. Dichas básculas o instalaciones serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los documentos contractuales correspondientes.

## **106.2 ABONO DE LAS OBRAS**

### **106.2.1 Certificaciones**

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en el Artículo 142 del RGC, Cláusulas 46 y siguientes del PCAG y Artículo 5º del Decreto 462/71, de 11 de marzo, apartado uno.

### **106.2.2 Anualidades**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 152 del RGC y en la Cláusula 53 del PCAG. La modificación de las anualidades fijadas para el abono del Contrato se ajustará a lo previsto en las citadas disposiciones. El Contratista necesitará autorización previa del Director para ejecutar las obras con mayor celeridad de la prevista. Este podrá exigir las modificaciones pertinentes en el Programa de Trabajos, de forma que la ejecución de unidades de obra que deban desarrollarse sin solución de continuidad no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades. Todo ello de acuerdo con lo previsto en la Cláusula 53 del PCAG.

### **106.2.3 Precios unitarios**

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a cualesquiera de los que, bajo el título genérico de costes indirectos, se mencionan en el artículo 67 del Reglamento General de Contratación, se considerarán siempre incluidos en los precios de las unidades de obra del proyecto cuando no figuren en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha Cláusula, los precios unitarios fijados en el Contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y figuren en el Cuadro de Precios los de los elementos excluidos como unidad independiente.

### **106.2.4 Partidas alzadas**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 52 del PCAG. Además de lo que se prescribe en dicha Cláusula, las partidas alzadas de abono íntegro deberán incluirse en los Cuadros de Precios del Proyecto.

### **106.2.5 Tolerancias**

Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevea determinadas tolerancias en la cantidad de unidades de obra, caso de las excavaciones, de las diferencias de medición entre unidades que se miden previa y posteriormente a su empleo, y análogos, el Contratista tendrá derecho al abono de la obra realmente realizada, hasta el límite fijado por la tolerancia prevista, no siendo de abono en ningún caso las cantidades que excedan de dicho límite.

## **106.3 OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA**

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el Contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos, a título indicativo:

- Los gastos de construcción, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.

- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basura.
- Los gastos de conservación de desagües.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los daños a terceros, con las excepciones que señala el Artículo 134 del RGC.

## PARTE 2ª-MATERIALES BASICOS

### CAPITULO I: CONGLOMERADOS

#### ARTICULO 202 CEMENTOS

##### 202.1 DEFINICIÓN

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos en cuya composición interviene como componente principal el clínker de cemento portland o, en su caso, el clínker de cemento de aluminato de calcio, los cuales, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

##### 202.2 CONDICIONES GENERALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para

los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Independientemente de lo anterior se estará, además, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

En este artículo será de aplicación todo lo dispuesto en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC)

##### 202.3 DENOMINACIÓN

TIPO DE HORMIGON	TIPO DE CEMENTO
HORMIGON EN MASA	CEM I 32,5 N
HORMIGON ARMADO	CEM II/A-D 42,5 en cimentación CEM I 42,5 N en alzados
HORMIGON PRETENSADO	CEM I 52,5 N

##### 202.4 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Para el transporte, almacenamiento y manipulación, será de aplicación lo dispuesto en la norma UNE 80402, así como en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC).

El cemento será transportado en cisternas presurizadas y dotadas de medios neumáticos para el trasvase rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad y provistos de sistemas de filtros. El almacenamiento del cemento no deberá ser muy prolongado para evitar su meteorización, por lo que se recomienda que el tiempo de almacenamiento máximo desde la fecha de expedición hasta su empleo no sea más de tres (3) meses para la clase de resistencia 32,5, de dos (2) meses para la clase de resistencia 42,5 y de un (1) mes para la clase de resistencia de 52,5.

En cumplimiento de las precauciones en la manipulación de los cementos que establece la Instrucción para la recepción de cementos (RC) y la Orden del Ministerio de la Presidencia PRE/1954/2004, cuando se usen agentes reductores del cromo (VI) y sin perjuicio de la aplicación de otras disposiciones comunitarias sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos, el envase del cemento o de los preparados que contienen cemento deberá ir marcado de forma legible e indeleble con información sobre la fecha de envasado, así como sobre las condiciones de almacenamiento y el tiempo de almacenamiento adecuados para mantener la actividad del agente reductor y el contenido de cromo (VI) soluble por debajo del límite indicado en el apartado 202.4.

Excepcionalmente, en obras de pequeño volumen y a juicio del Director de las Obras, el cemento se podrá suministrar, transportar y almacenar en envases, de acuerdo con lo dispuesto en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC). En el envase deberá figurar el peso nominal en kilogramos, debiendo estar garantizado por el suministrador con una tolerancia entre un dos por ciento por defecto (-2%) y un cuatro por ciento en exceso (+4%), con un máximo de un kilogramo (1 kg) en cada envase.

### **202.5 RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN**

Cada remesa de cemento que llegue a la obra, tanto a granel como envasado, deberá ir acompañada de la documentación que reglamentariamente dispone la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC).

### **202.6 CONTROL DE CALIDAD**

Para el control de recepción será de aplicación lo dispuesto en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC). Durante la recepción de los cementos, deberá verificarse que éstos se adecuan a lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y que satisfacen los requisitos y demás condiciones exigidas en la mencionada Instrucción.

El control de la recepción del cemento deberá incluir obligatoriamente, al menos:

- Una primera fase, de comprobación de la documentación y del etiquetado. En el caso de cementos sujetos al Real Decreto 1313/1988, deberá cumplir lo especificado en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC).
- Una segunda fase, consistente en una inspección visual del suministro.

Adicionalmente, si así lo establece el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras, se podrá llevar a cabo una tercera fase de control mediante la realización de ensayos de identificación y, en su caso, ensayos complementarios, según lo dispuesto en los anejos 5 y 6 de la Instrucción para la recepción de cementos (RC).

Con independencia de lo anterior, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos sobre los materiales que se suministren a la obra.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar un tamaño de lote inferior al que se especifica en la Instrucción para la recepción de cementos (RC).

En cumplimiento de la Orden del Ministerio de la Presidencia PRE/1954/2004, se comprobará (Anexo A de la norma UNE-EN 196-10), que el contenido de cromo (VI) soluble en el cemento a emplear en obras de carretera no sea superior a dos partes por millón ( $\neq 2$  ppm) del peso seco del cemento.

### **202.7 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Los criterios de conformidad y la actuación en caso de rechazo de la remesa o lote recibido seguirán lo dispuesto en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC). El Director de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el cemento no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en este artículo.

## CAPITULO II: LIGANTES BITUMINOSOS

### ARTICULO 211 BETUNES ASFÁSTICOS

#### 211.1 DEFINICIÓN

Se definen como betunes asfálticos, de acuerdo con la norma UNE-EN 12597, los ligantes hidrocarbonados, prácticamente no volátiles, obtenidos a partir del crudo de petróleo o presentes en los asfaltos naturales, que son totalmente o casi totalmente solubles en tolueno, y con viscosidad elevada a temperatura ambiente.

A efectos de aplicación de este artículo, se especifican tres tipos de betunes asfálticos:

- Convencionales (norma UNE-EN 12591).
- Duros (norma UNE-EN 13924-1), para los betunes asfálticos destinados a la producción de mezclas bituminosas de alto módulo.
- Multigrado (norma UNE-EN 13924-2), con aplicaciones semejantes a las especificadas para los ligantes convencionales en los artículos correspondientes de mezclas bituminosas de la Parte 5 de este Pliego.

#### 211.2 CONDICIONES GENERALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Los betunes asfálticos deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, conforme a lo establecido en las normas UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 y UNE-EN 13924-2.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados. De forma explícita se prohíbe el uso de betunes asfálticos que contengan alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos -hulla u otros-, o betunes oxidados.

#### 211.3 DENOMINACIONES

La denominación de los betunes asfálticos convencionales y duros se compondrá de dos números, representativos de su penetración mínima y máxima, determinada según la norma UNE-EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/). En los betunes asfálticos multigrado la denominación se compondrá de las letras MG seguidas de cuatro números, los dos primeros indicativos de su penetración mínima y máxima, determinada de acuerdo con la norma UNE-EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/); y el tercer y cuarto número, precedido de un guión (-), y a su vez separados por una barra inclinada a la derecha (/), representativos del rango del punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427). A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán los betunes asfálticos de la tabla 211.1. De acuerdo con su denominación, las características de dichos betunes asfálticos deberán cumplir las especificaciones de las tablas 211.2.a y 211.2.b, conforme a lo establecido en los anexos nacionales de las normas UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 y UNE-EN 13924-2.

**TABLA 211.1 – TIPOS DE BETUNES ASFÁSTICOS**

BETÚN ASFÁLTICO DURO NORMA UNE-EN 13924-1	BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL NORMA UNE-EN 12591	BETÚN ASFÁLTICO MULTIGRADO NORMA UNE-EN 13924-2
15/25		
	35/50	MG 35/50-59/69
	50/70	MG 50/70-54/64
	70/100	
	160/220	

#### 211.4 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El betún asfáltico será transportado en cisternas calorífugas. Las cisternas dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras, estarán provistas de termómetros situados en puntos bien visibles, y deberán estar preparadas para poder calentar el betún asfáltico cuando, por cualquier anomalía, la temperatura disminuya y pueda impedir su trasiego.

El betún asfáltico se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios situados en puntos de fácil acceso.

Los tanques deberán ser calorífugos y dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

Deberán estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de diez grados Celsius ( $\pm 10$  ° C).

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos.

Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el trasiego del betún asfáltico, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactoras, aisladas térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación o jornada de trabajo.

#### 211.5 RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Cada cisterna de betún asfáltico que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE de la norma correspondiente UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2. El albarán contendrá explícitamente, al menos, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún asfáltico suministrado de acuerdo con la denominación especificada en este artículo.

- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE. - Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea correspondiente (EN 12591, EN 13924-1 o EN 13924-2). - Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto
- - Información sobre las características esenciales incluidas en la norma correspondiente (UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2):
  - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, norma UNE-EN 1426).
  - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, norma UNE-EN 1427).
  - Dependencia de la consistencia con la temperatura (índice de penetración, Anexo A de la norma UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2).
  - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, norma UNE-EN 12607-1):
    - penetración retenida (norma UNE-EN 1426).
    - incremento del punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427).
    - cambio de masa (norma UNE-EN 12607-1).
  - Fragilidad a baja temperatura de servicio (punto de fragilidad Fraass, norma UNE-EN 12593), sólo en el caso de los betunes de la norma UNE-EN 12591 o norma 13924-2.

El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre la temperatura máxima de calentamiento, el rango de temperatura de mezclado y de compactación, el tiempo máximo de almacenamiento, en su caso, o cualquier otra condición que fuese necesaria para asegurar uniformidad y mantenimiento de las propiedades del producto durante todo el proceso de fabricación y puesta en obra.

## 211.6 CONTROL DE CALIDAD

### 211.6.1 Control de recepción

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego.

Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra.

En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación. De cada cisterna de betún asfáltico que llegue a la obra se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg) (norma UNE-EN 58), en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración (norma UNE-EN 1426), y la otra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

### 211.6.2 Control a la entrada del mezclador

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 211.7 de este artículo, a la cantidad de trescientas toneladas (300 t) de betún asfáltico. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote. De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg) (norma UNE-EN 58), en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador. Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración (norma UNE-EN 1426), del punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427) y se calculará el índice de penetración (Anexo A de la UNE-EN 12591, UNE-EN 13924-1 o UNE-EN 13924-2, según corresponda). La otra muestra se utilizará para ensayos de contraste en caso de ser necesario.

### 211.6.3 Control adicional

El Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en las tablas 211.2.a y

211.2.b, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico.

## 211.7 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico no cumpla alguna de las características establecidas en las tablas 211.2.a y 211.2.b.

TABLA 211.2.a - REQUISITOS DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS CONVENCIONALES

CARACTERÍSTICA	UNE-EN	UNIDAD	35/50	50/70	70/100	160/220	
PENETRACIÓN A 25°C	1426	0,1 mm	35-50	50-70	70-100	160-220	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	50-58	46-54	43-51	35-43	
RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO UNE-EN 12607-1	CAMBIO DE MASA	12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0
	PENETRACIÓN RETENIDA	1426	%	≥ 53	≥ 53	≥ 46	≥ 37
	INCREMENTO PUNTO REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≤ 11	≤ 10	≤ 11	≤ 12
ÍNDICE DE PENETRACIÓN	12591 13924 Anexo A		De -1,5 a +0,7				
PUNTO DE FRAGILIDAD FRAASS	12593	°C	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -15	
PUNTO DE INFLAMACIÓN EN VASO ABIERTO	ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 220	
SOLUBILIDAD	12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	

TABLA 211.2.b - REQUISITOS DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS DUROS Y MULTIGRADO

CARACTERÍSTICA	UNE-EN	UNIDAD	15/25	MG 35/50-59/69	MG 50/70-54/64	
PENETRACIÓN A 25°C	1426	0,1 mm	15-25	35-50	50-70	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	1427	°C	60-76	59-69	54-64	
RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO UNE-EN 12607-1	CAMBIO DE MASA	12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
	PENETRACIÓN RETENIDA	1426	%	≥ 55	≥ 50	≥ 50
	INCREMENTO PUNTO REBLANDECIMIENTO	1427	°C	≤ 10	≤ 10	≤ 10
ÍNDICE DE PENETRACIÓN	12591 13924 Anexo A		De -1,5 a +0,7	De +0,1 a +1,5	De +0,1 a +1,5	
PUNTO DE FRAGILIDAD FRAASS	12593	°C	TBR	≤ -8	≤ -12	
PUNTO DE INFLAMACIÓN EN VASO ABIERTO	ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 235	≥ 235	
SOLUBILIDAD	12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	

## CAPITULO IV: METALES

### ARTÍCULO 240 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL

### 240.1 DEFINICIÓN

Se denominan barras corrugadas para hormigón estructural aquellos productos de acero de forma sensiblemente cilíndrica que presentan en su superficie resaltos o estrías con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

Los distintos elementos que conforman la geometría exterior de estas barras (tales como corrugas, aletas y núcleo) se definen según se especifica en la UNE 36068 y UNE 36065. Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36068.

### 240.2 MATERIALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE.

En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Las características de las barras corrugadas para hormigón estructural cumplirán con las especificaciones indicadas en el apartado 31.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, así como en la UNE 36068 y UNE 36065. Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco por ciento (95,5%) de su sección nominal.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo o tipos de acero correspondientes a estos productos de acuerdo con la UNE 36068 y UNE 36065.

La marca indeleble de identificación se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 31.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### 240.3 SUMINISTRO

La calidad de las barras corrugadas estará garantizada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

### 240.4 ALMACENAMIENTO

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 31.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### 240.5 RECEPCIÓN

Para efectuar la recepción de las barras corrugadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 90.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

### 240.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## ARTÍCULO 246 TENDONES PARA HORMIGÓN PRETENSADO

### 246.1 DEFINICIÓN

Se denominan tendones para hormigón pretensado aquellos productos de acero formados por armaduras paralelas de pretensado, alojadas dentro de un mismo conducto. En el caso de armaduras pretesas, recibe el nombre de tendón cada una de las armaduras individuales.

### 246.2 MATERIALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Los tendones para hormigón pretensado estarán formados por alambres o cordones que estén normalizados y, por tanto, cumplan con las especificaciones de los artículos 243, 244 y 245, según el caso, de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo y grado de acero correspondiente a los productos que forman los tendones (alambres o cordones), de acuerdo con los apartados 32.2, 32.3 y 32.5, según el caso, de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, y con lo indicado específicamente en la UNE 36094.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá las prescripciones relativas a las características geométricas y ponderales, así como las mecánicas, de los tendones, ya que estos productos no están normalizados. Cuando por el tipo de obra o ubicación de la misma, los tendones deban cumplir exigencias especiales de durabilidad, éstas se especificarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **246.3 SUMINISTRO**

En tanto que estos productos no estén normalizados y se fabriquen y suministren bajo pedido específico, el fabricante, a través del Contratista, garantizará la calidad de los componentes del producto (alambres o cordones), de acuerdo con lo indicado en el apartado 32.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

La garantía de calidad de los tendones será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

### **246.4 ALMACENAMIENTO**

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 32.7 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### **246.5 RECEPCIÓN**

No se aceptarán tendones formados por armaduras (alambres o cordones) procedentes de distintos rollos, salvo si el módulo de elasticidad de los rollos empleados, que figurará en su tarjeta de identificación, no difiere en más de un dos por ciento (2%) del menor valor del módulo de elasticidad presente en el tendón.

Para efectuar la recepción de tendones será necesario realizar ensayos de control de calidad de los elementos (alambres o cordones) que los componen, de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicadas en el apartado 90.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

## **246.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## **ARTÍCULO 248 ACCESORIOS PARA HORMIGÓN PRETENSADO**

### **248.1 DEFINICIÓN**

Son objeto del presente artículo, los dispositivos de anclaje y empalme de las armaduras activas postesas, así como las vainas y otros accesorios (tubos de purga, boquillas de inyección, separadores, trompetas de empalme y tubos matriz), con las acepciones recogidas en los artículos 34 y 35 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá exactamente cada uno de los accesorios del sistema de pretensado adoptado.

### **248.2 MATERIALES**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE.

En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Los materiales cumplirán todas las prescripciones recogidas en los artículos 34 y 35 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará con suficiente precisión todas las características de los distintos accesorios de pretensado, tales como presiones transmitidas al hormigón en los anclajes, magnitud del movimiento armadura-cuña en los anclajes de este tipo, diámetro de las vainas, etc.

### **248.3 SUMINISTRO**

La calidad de los accesorios utilizados en hormigón pretensado se garantizará mediante la entrega, junto al pedido, de los documentos acreditativos correspondientes.

Los anclajes y empalmes deberán entregarse convenientemente protegidos para que no sufran daños durante su transporte, manejo en obra y almacenamiento.

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en este sentido en los artículos 91 y 92 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

La garantía de calidad de los accesorios utilizados en hormigón pretensado será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

### **248.4 ALMACENAMIENTO**

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 34.3 y en el artículo 35 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### **248.5 RECEPCIÓN**

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la conformidad con el material suministrado se efectuará una vez realizadas las comprobaciones que se indican en los artículos 91 y 92 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

### **248.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## PARTE 3a- EXPLANACIONES

### CAPÍTULO I: TRABAJOS PRELIMINARES

#### ARTICULO 300 DESBROCE DE TERRENO

##### 300.1 DEFINICIÓN

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo. La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las Obras.

##### 300.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

###### 300.2.1 Remoción de los materiales de desbroce

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción. Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente.

En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos

elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de las Obras sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en este Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

###### 300.2.2 Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras.

En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de las Obras.

El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado. Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de las Obras.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m).

Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo. Si se proyecta

enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos.

Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

### 300.3 MEDICIÓN Y ABONO

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá comprendida en las de excavación.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes, no serán objeto de abono independiente. Tampoco, se abonará el desbroce de las zonas de préstamo.

## CAPÍTULO II: EXCAVACIONES

### ARTICULO 221 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

#### 321.1 DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

#### 321.2 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

- **Excavación en terreno de tránsito:** Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que no siendo necesario, para su excavación, el empleo de explosivos sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito estará definida

por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por 320 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS 2 otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra, o en su defecto, por el Director de las Obras.

- Excavación en tierra: Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

### 321.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 321.3.1 Principios generales

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras. Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### 321.3.2 Taludes

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

#### 321.3.3 Limpieza del fondo

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados.

Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

#### **321.4 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS**

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

#### **321.5 MEDICIÓN Y ABONO**

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada. Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye, salvo especificación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista, ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.

## **CAPITULO III: RELLENOS**

### **ARTÍCULO 330 TERRAPLENES.**

#### **330.1 DEFINICIÓN**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el apartado 330.3 de este artículo, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

#### **330.2 ZONAS DE LOS RELLENOS TIPO TERRAPLÉN**

En los rellenos tipo terraplén se distinguirán las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el Proyecto:

- Coronación: Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.
- Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón

los revestimientos sin misión estructural en el relleno entre los que se consideran, plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.

- Cimiento: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de un metro (1 m).

### 330.3 MATERIALES

#### 330.3.1 Criterios generales

Los materiales a emplear en rellenos tipo terraplén serán, con carácter general, suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en obra, de los préstamos que se definan en el Proyecto o que se autoricen por el Director de las Obras.

Los criterios para conseguir un relleno tipo terraplén que tenga las debidas condiciones irán encaminados a emplear los distintos materiales, según sus características, en las zonas más apropiadas de la obra, según las normas habituales de buena práctica en las técnicas de puesta en obra. En todo caso, se utilizarán materiales que permitan cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en Proyecto.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, especificará el tipo de material a emplear y las condiciones de puesta en obra, de acuerdo con la clasificación que en los apartados siguientes se define, así como las divisiones adicionales que en el mismo se establezcan, según los materiales locales disponibles.

#### 330.3.2 Características de los materiales

A los efectos de este artículo, los rellenos tipo terraplén estarán constituidos por materiales que cumplan alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

- Cernido, o material que pasa, por el tamiz 20 UNE mayor del setenta por ciento ( $\# 20 > 70\%$ ), según UNE 103101.
- Cernido o material que pasa, por el tamiz 0,080 UNE mayor o igual del treinta y cinco por ciento ( $\# 0,080 \geq 35\%$ ), según UNE 103101.

Además de los suelos naturales, se podrán utilizar en terraplenes los productos procedentes de procesos industriales o de manipulación humana, siempre que cumplan las especificaciones de este artículo y que sus características físico-químicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto.

En todo caso se estará a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción. El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar como material para terraplenes, cualquiera que así lo aconseje la experiencia local. Dicho rechazo habrá de ser justificado expresamente en el Libro de Órdenes.

#### 330.3.3 Clasificación de los materiales

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los tipos siguientes (cualquier valor porcentual que se indique, salvo que se especifique lo contrario, se refiere a porcentaje en peso):

##### 330.3.1.1 Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ( $MO < 0,2\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ( $SS < 0,2\%$ ), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \# 100 \text{ mm}$ ).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ( $\# 0,40 \# 15\%$ ) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
  - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ( $\# 2 < 80\%$ ).
  - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ( $\# 0,40 < 75\%$ ).
  - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ( $\# 0,080 < 25\%$ ).
  - Límite líquido menor de treinta ( $LL < 30$ ), según UNE 103103.
  - Índice de plasticidad menor de diez ( $IP < 10$ ), según UNE 103103 y UNE 103104.

##### 330.3.1.2 Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ( $MO < 1\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ( $SS < 0,2\%$ ), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ ).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ( $\# 2 < 80\%$ ). – Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ( $\# 0,080 < 35\%$ ).
- Límite líquido inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta ( $LL > 30$ ) el índice de plasticidad será superior a cuatro ( $IP > 4$ ), según UNE 103103 y UNE 103104.

#### **330.3.1.3 Suelos tolerables**

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ( $MO < 2\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ( $\text{yeso} < 5\%$ ), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ( $SS < 1\%$ ), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco ( $LL < 65$ ), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ( $LL > 40$ ) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ( $IP > 0,73 (LL-20)$ ).

Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento ( $1\%$ ), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal ( $0,2 \text{ MPa}$ ).

Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento ( $3\%$ ), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

#### **330.3.1.4 Suelos marginales**

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ( $MO < 5\%$ ), según UNE 103204.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento ( $5\%$ ), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a noventa ( $LL > 90$ ) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ( $IP < 0,73 (LL-20)$ ).

#### **330.3.1.5 Suelos inadecuados**

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

#### **330.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias de este artículo. Previamente a la ejecución de los rellenos, el Contratista presentará un programa de trabajos en que se especificará, al menos:

maquinaria prevista, sistemas de arranque y transporte, equipo de extendido y compactación, y procedimiento de compactación, para su aprobación por el Director de las Obras.

#### **330.5 MEDICIÓN Y ABONO**

Los rellenos tipo terraplén se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sean inferiores, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento ( $2\%$ ) de la altura media del relleno tipo terraplén.

En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimiento haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del terraplén

### **ARTÍCULO 340 TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA**

#### **340.1 DEFINICIÓN**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

#### **340.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Cuando haya de procederse a un recrecido de espesor inferior a un medio (1/2) de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

La capa de coronación de la explanada tendrá como mínimo el espesor indicado en el Proyecto, no siendo admisible en ningún punto de la misma, espesores inferiores.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben las condiciones de calidad y características geométricas de ésta. Una vez terminada la explanada, deberá conservarse con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de las obras cuando no se dispongan otras capas sobre ella.

Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### **340.3 TOLERANCIAS DE ACABADO**

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y en ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas con precisión milimétrica con arreglo a los planos.

Entre estacas, los puntos de la superficie de explanación no estarán, en ningún punto más de tres centímetros (3 cm) por encima ni por debajo de la superficie teórica definida por las estacas.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con la regla de tres metros (3 m), estática según NLT-334 aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua. Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por el Contratista a su cargo, de acuerdo con lo que señala este Pliego.

#### **340.4 MEDICIÓN Y ABONO**

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén, relleno todo-uno o pedraplén, según sea el caso.

## PARTE 6ª- PUENTES Y ESTRUCTURAS

### CAPÍTULO I: COMPONENTES

#### ARTÍCULO 600 ARMADURA PASIVA PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL

##### 600.1 DEFINICION

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

##### 600.2 MATERIALES

Ver Artículo 241, "Barras corrugadas para hormigón armado".

##### 600.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se aceptarán las barras que presenten grietas, sopladuras o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

##### 600.4 DOBLADO

Salvo indicación en contrario, los radios interiores de doblado de las armaduras no serán inferiores, excepto en ganchos y patillas, a los valores que se indican en la Tabla 600.1, siendo  $f_{ck}$  la resistencia característica del hormigón y  $f_y$  el límite elástico del acero, en kilopondios por centímetro cuadrado ( $kp/cm^2$ ).

TABLA 600.1

$f_y \backslash f_{ck}$	125	150	175	200	225	250	300	>350
2.200	6 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø
4.200	10 Ø*	10 Ø	8 Ø	7 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø	5 Ø
4.600	10 Ø*	11 Ø	9 Ø	8 Ø	7 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø
5.000	10 Ø*	12 Ø	10 Ø	9 Ø	8 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø

(\*) Se limita, en el cálculo, el valor de  $f_y$ , a  $3.750 kp/cm^2$ .

Los cercos o estribos podrán doblarse con radios menores a los indicados en la Tabla 600.1 con tal de que ello no origine en dichas zonas de las barras un principio de fisuración.

El doblado se realizará, en general, en frío y a velocidad moderada, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Como norma general, deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados ( $5^{\circ}C$ ).

En el caso del acero tipo AE22L, se admitirá el doblado en caliente, cuidando de no alcanzar la temperatura correspondiente al rojo cereza oscuro, aproximadamente ochocientos grados centígrados ( $800^{\circ}C$ ), y dejando luego enfriar lentamente las barras calentadas.

##### 600.5 COLOCACION

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

La distancia horizontal libre entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- El diámetro de la mayor.

- Los seis quintos (6/5) del tamaño tal que el ochenta y cinco por ciento (85%) del árido total sea inferior a ese tamaño.

La distancia vertical entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los dos valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- Setenta y cinco centésimas (0,75) del diámetro de la mayor.

En forjados, vigas y elementos similares, se podrán colocar dos barras de la armadura principal en contacto, una sobre otra, siempre que sean corrugadas.

En soportes y otros elementos verticales, se podrán colocar dos o tres barras de la armadura principal en contacto, siempre que sean corrugadas.

La distancia libre entre cualquier punto de la superficie de una barra de armadura y el paramento más próximo de la pieza, será igual o superior al diámetro de dicha barra.

En las estructuras no expuestas a ambientes agresivos dicha distancia será además igual o superior a:

- Un centímetro (1 cm), si los paramentos de la pieza van a ir protegidos.
- Dos centímetros (2 cm), si los paramentos de la pieza van a estar expuestos a la intemperie, a condensaciones o en contacto permanente con el agua.
- Dos centímetros (2 cm) en las partes curvas de las barras.

Los empalmes y solapes deberán venir expresamente indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

#### 600.6 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la instrucción EH-73. Los niveles de control de calidad, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano.

#### 600.7 MEDICION Y ABONO

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos Planos.

Salvo indicación expresa del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el del kilogramo (kg) de armadura.

### ARTÍCULO 601 ARMADURAS ACTIVAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

#### 601.1 DEFINICIÓN

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce el esfuerzo de pretensado.

#### 601.2 MATERIALES

Ver Artículo 245, "Cordones para hormigón pretensado".

Ver Artículo 248, "Accesorios para hormigón pretensado".

Se entiende por tendón el conjunto de las armaduras activas alojadas dentro de un mismo conducto o vaina.

Existen también otros elementos que pueden utilizarse para constituir las armaduras activas. Pero en estos casos será preceptivo obtener una autorización previa del Director de las obras para su utilización. Las armaduras activas pueden ser de dos tipos:

- Armaduras pretesas: Las que se tesan antes del vertido del hormigón, al cual transmiten su esfuerzo por adherencia una vez endurecido.
- **Armaduras postesas:** Las que se tesan una vez endurecido el hormigón, al cual transmiten su esfuerzo por medio de anclajes.

#### 601.3 TRANSPORTE y ALMACENAMIENTO

El transporte del acero de pretensado se realizará en vehículos cubiertos y de forma que vaya debidamente embalado y protegido contra la humedad, deterioro, contaminación y grasas.

El almacenamiento se realizará en locales ventilados, en los que no pueda ensuciarse la superficie del material y al abrigo de la humedad del suelo y paredes para evitar riesgos de oxidación

o corrosión. Se adoptarán las precauciones precisas en el almacén para evitar cualquier deterioro de los aceros debido al ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades y otras causas.

#### **601.4 COLOCACIÓN DE ARMADURAS Y ACCESORIOS**

La posición de las armaduras o sus vainas en el interior de los encofrados, se ajustará a lo indicado en los Planos, para lo cual se sujetarán con alambres o calzos. El Director aprobará la distribución de los calzos y disposición de los apoyos para lograr el adecuado trazado de las armaduras y su perfecta y permanente sujeción.

En todo caso, los medios de fijación adoptados serán tales que no provoquen aumentos de rozamiento de las armaduras cuando se tesen. Se deberá tener presente la posibilidad de flotación de las vainas en los casos en que el hormigonado se efectúe antes del enfilado de las armaduras. Las condiciones térmicas habrán de tenerse en cuenta si una variación importante en la temperatura pudiese provocar una modificación en el reglaje de la posición de los tendones.

En particular, las fijaciones deberán resistir a los efectos que puedan derivarse de las variaciones de temperatura. Las uniones entre trozos sucesivos de vainas o entre vainas y anclajes deberán tener una hermeticidad que garantice que no puede penetrar lechada de cemento durante el hormigonado. También será necesario asegurarse de que la posición de los tendones dentro de sus vainas o conductos es la adecuada. Para ello, si fuese preciso, se recurrirá al empleo de espaciadores.

Queda terminantemente prohibido dejar las armaduras o sus vainas sobre el fondo del encofrado para ir las levantando después, a medida que se hormigona la pieza, hasta colocarlas en la posición adecuada. En los elementos con armaduras pretesas habrá que conceder un cuidado particular al paralelismo de las mismas. El montaje de los dispositivos de anclaje se realizará siguiendo estrictamente las especificaciones propias del sistema utilizado.

En los puntos en que se vaya a disponer de un anclaje, se colocará en el encofrado o molde un taco adecuado para formar un cajeadado, en el cual apoye el anclaje y que facilite la colocación del material de protección del anclaje una vez terminado el tesado y la inyección. Las placas de reparto de los anclajes deben colocarse perpendiculares al trazado de los tendones correspondientes, con objeto de que el eje del gato coincida con el del trazado. Para conseguir una perfecta colocación, dicho trazado deberá ser recto en las inmediaciones del anclaje, al menos en a longitud prescrita en las especificaciones del sistema de pretensado. La fijación de los

anclajes al encofrado o molde deberá garantizar que se mantiene su posición durante el vertido y compactación del hormigón.

Antes de utilizar un anclaje, se comprobará que las cuñas y el interior de los tacos o conos hembra de anclaje están limpios, de tal forma que aquéllas puedan moverse libremente dentro del anclaje, para su perfecto ajuste. Las roscas de las barras y tuercas deben estar limpias y engrasadas, manteniéndolas con sus envolturas protectoras hasta el momento de su utilización.

Las barras roscadas que hayan de introducirse en conductos a tal efecto dispuestos en el hormigón de la pieza que se va a pretensar, deberán protegerse adecuadamente para evitar que se dañen por abrasión sus extremos roscados durante la colocación. Los dientes de las cuñas se limpiarán con cepillo de alambre, para eliminar cualquier suciedad u oxidación que pudiera haberse acumulado en las hendiduras.

La superficie exterior de las cuñas deberá recubrirse, durante su almacenamiento, con grafito o cera. Deberán llevar las marcas necesarias para que no puedan confundirse, unas con otras, las destinadas al anclaje de tendones de características diferentes.

Cuando los anclajes sean reutilizables, por ejemplo, en el caso de armaduras pretesas, se devolverán a almacén para su limpieza y revisión una vez usados.

En el momento de su puesta en obra, las armaduras deberán estar libres de óxido no adherente y perfectamente limpias, sin trazas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación o su adherencia. No presentarán indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, ni pliegues o dobleces. Se admite que las armaduras, en el momento de su utilización, presenten ligera oxidación adherente, entendiéndose por tal la que no se desprende a frotar las armaduras con cepillo de alambre o un trapo seco.

Debe evitarse todo contacto, directo o electrolítico, entre los aceros de pretensado y otros metales, a causa del peligro de que se produzca el efecto pila. Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar que las armaduras, durante su colocación en obra, experimenten daños, especialmente entalladuras o calentamientos locales que puedan modificar sus características. Se cuidará especialmente de que, en las proximidades de la zona activa de las armaduras de pretensado, no se realicen operaciones de soldadura u otras capaces de desprender calor, para evitar que los aceros resulten sometidos a temperaturas elevadas, corrientes parásitas o chispas desprendidas al soldar.

Todo ajuste de longitud o arreglo de los extremos de las armaduras se hará mecánicamente o por oxicorte.

Caso de emplear el soplete, se evitará cuidadosamente que la llama pueda alcanzar a otros tendones ya tesados. La zona de acero alterada por la operación de oxicorte deberá quedar fuera de la zona activa de la armadura.

No se utilizarán empalmes de tendones no previstos en los Planos, salvo autorización expresa del Director. Se recuerda en tal caso la necesidad de que el ensanchamiento de la vaina alrededor del empalme debe tener suficiente longitud para no coartar su movimiento durante el tesado del tendón.

Una vez colocados los tendones, y antes de autorizar el hormigonado, el Director revisará tanto las armaduras como las vainas, anclajes y demás elementos ya dispuestos en su posición definitiva. Comprobará si la posición de las armaduras concuerda con la indicada en los Planos y si sus sujeciones son las adecuadas para garantizar la invariabilidad de su posición durante el hormigonado.

En el intervalo de tiempo entre el hormigonado y la inyección de la vaina se tomarán las precauciones necesarias para evitar la entrada, a través de los anclajes, de agua o cualquier otro agente agresivo, capaz de ocasionar la corrosión del tendón o anclajes. Una vez terminadas las operaciones de tesado y, en su caso, de retesado, y realizada la inyección de los conductos en que van alojadas las armaduras, todas las piezas que constituyen el anclaje deberán protegerse contra la corrosión, mediante hormigón, mortero, pintura u otro tipo de recubrimiento adecuado.

Esta protección habrá de efectuarse lo más pronto posible y, en cualquier caso, antes de transcurrido un mes desde la terminación del tesado.

El plazo de un mes indicado para efectuar la protección definitiva de los anclajes, debe interpretarse como un máximo que conviene rebajar siempre que sea posible y, sobre todo, cuando la estructura se encuentra sometida a atmósferas muy agresivas.

En el caso de que fuese imposible, por el plan de obra previsto, realizar la inyección y la consiguiente protección de anclajes en el plazo indicado, se asegurará una protección provisional de las armaduras por otro método eficaz, tal como la inyección de aceite soluble. Dicha protección provisional no debe obstaculizar su posible tesado posterior ni la inyección definitiva.

Si se han de cortar los extremos de las armaduras de un anclaje ya tesado, el corte se efectuará como mínimo a tres centímetros (3 cm) del anclaje, y esta operación no podrá hacerse hasta una vez endurecido el mortero de inyección, salvo que la espera pudiese condicionar el ritmo del proceso constructivo previsto.

## 601.5 DISTANCIAS ENTRE ARMADURAS Y RECUBRIMIENTOS

### 601.5.1 Armaduras postesas

Como norma general se admite la colocación en contacto de diversas vainas formando grupo, limitándose a dos en horizontal y a no más de cuatro en su conjunto.

Para ello, las vainas deberán ser corrugadas y, a cada lado del conjunto, habrá de dejarse espacio suficiente para que pueda introducirse un vibrador.

Las distancias libres entre vainas o grupos de vainas en contacto, o entre estas vainas y las demás armaduras, deberán ser al menos iguales a: En dirección vertical: una vez la dimensión vertical de la vaina o grupo de vainas.

En dirección horizontal: para vainas aisladas, una vez la dimensión horizontal de la vaina; para grupos de vainas en contacto, una vez y seis décimas (1,6 veces) la mayor de las dimensiones de las vainas individuales que forman el grupo. En cuanto a recubrimientos, en el caso de estructuras situadas en ambientes no agresivos o poco agresivos, los valores mínimos serán por lo menos iguales al mayor de los límites siguientes:

En dirección vertical:

- Cuatro centímetros (4 cm).
- La dimensión horizontal de la vaina o grupos de vainas en contacto.

En dirección horizontal:

- Cuatro centímetros (4 cm).
- La mitad de la dimensión vertical de la vaina o grupo de vainas en contacto.
- La dimensión horizontal de la vaina o grupo de vainas en contacto.

En casos particulares, cuando existan atmósferas agresivas o especiales riesgos de incendio, estos recubrimientos deberán aumentarse convenientemente.

### 601.6 TOLERANCIAS DE COLOCACIÓN

Salvo especificación en contrario dada en los Planos o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la posición de los tendones en cualquier sección transversal del elemento podrá variar hasta un tres por ciento (3%) de la dimensión de la pieza, paralela al desplazamiento del tendón, siempre que dicho valor no exceda de veinticinco milímetros (25 mm).

Pero si el citado desplazamiento no afecta al canto útil de la sección ni a la colocación del hormigón, la tolerancia anteriormente indicada podrá aumentarse al doble.

La tolerancia respecto a los recubrimientos y distancias entre armaduras activas será del veinte por ciento (20%) de su valor teórico.

En caso necesario, los tendones o vainas podrán desplazarse, para evitar que interfieran unos con otros, siempre que ello no suponga una variación en su trazado superior a las tolerancias indicadas o a un diámetro del tendón o vaina.

De proceder así se vigilará que no se produzcan bruscos cambios de curvatura en el trazado.

El trazado en obra de las armaduras activas no deberá presentar ondulaciones locales excesivas, estableciéndose a estos efectos una tolerancia de un centímetro (1 cm) en una longitud de un metro y medio (1,50 m).

## **601.7 TESADO**

### **601.7.1 Definición**

Se entiende por tesado el conjunto de operaciones necesarias para poner en tensión las armaduras activas.

### **601.7.2 Programa de tesado**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares incluirá un programa de tesado que defina el orden en que deben realizarse las operaciones de tesado en relación con el proceso constructivo y la magnitud de la carga a aplicar a cada una, detallando al menos:

- Las sucesivas etapas parciales de pretensado.
- Orden de tesado de los tendones en cada etapa.
- Resistencia del hormigón en cada etapa de tesado.
- Tensión de anclaje de cada tendón en cada fase.
- Alargamientos que deben obtenerse.

En los casos en que se modifique el proceso constructivo de la pieza o estructura, el Director deberá aprobar el nuevo proceso constructivo y preparar, de acuerdo con él, el correspondiente programa de tesado.

Caso de ser necesarias operaciones de retesado o destesado, deberán figurar también en el programa.

### **601.7.3 Operación de tesado**

El tesado no se iniciará sin autorización previa del Director, el cual comprobará que el hormigón ha alcanzado, por lo menos, una resistencia igual a la especificada como mínima para poder comenzar dicha operación.

Se comprobará escrupulosamente el estado del equipo de tesado, y se vigilará el cumplimiento de las especificaciones del sistema de pretensado.

En particular se cuidará de que el gato apoye perpendicularmente y esté centrado sobre el anclaje. Durante la operación de tesado deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar cualquier daño a personas.

Deberá prohibirse que, en las proximidades de la zona en que va a realizarse el tesado, exista más personal que el que haya de intervenir en el mismo.

Por detrás de los gatos se colocarán protecciones resistentes y se prohibirá, durante el tesado, el paso entre dichas protecciones y el gato. Se proibirá el tesado cuando la temperatura sea inferior a dos grados centígrados (+2°C).

Para poder tomar lectura de los alargamientos, la carga de tesado se introducirá por escalones. Como mínimo serán necesarios los dos siguientes: un primer escalón, hasta alcanzar una carga de tesado igual al diez por ciento (10%) de la máxima; obtenida esta carga, se harán en las armaduras las marcas necesarias para medir los alargamientos. Un segundo escalón en el que se llegará hasta la carga máxima.

Cuando la carga en el gato alcance el valor previsto para cada escalón, se medirá el alargamiento correspondiente, según se indica en el apartado 601.7.4.

Una vez alcanzada la carga prescrita en el programa de tesado se procederá al anclaje de las armaduras del tendón.

Si en el sistema de anclaje utilizado se produce penetración controlada de la cuña, será necesario medir el alargamiento final, una vez terminada dicha penetración.

Con objeto de reducir los rozamientos se podrán utilizar productos lubricantes siempre que no supongan peligro de corrosión para ningún elemento de los tendones, y que permitan un perfecto lavado posterior de los conductos y las armaduras activas para asegurar la correcta inyección.

#### **601.7.4 Control del tesado**

El control de la fuerza de pretensado introducida se realizará midiendo simultáneamente el esfuerzo ejercido por el gato y el alargamiento experimentado por la armadura.

El esfuerzo de tracción ejercido por el gato deberá ser igual al indicado en el programa de tesado, y los aparatos de medida utilizados deberán ser tales que permitan garantizar que la fuerza de pretensado introducida en las armaduras no difiere de la indicada en el referido programa de tesado en más del cinco por ciento (5%).

La medida de los alargamientos podrá hacerse en el propio gato siempre que la sujeción de las armaduras al gato no presente riesgo de deslizamiento relativo entre ambos. En caso contrario los alargamientos se medirán respecto a marcas hechas en las propias armaduras.

Estas medidas se harán con precisión no inferior al dos por ciento (2%) del alargamiento total.

#### **601.7.5 Tolerancias**

Los alargamientos no podrán diferir de los previstos en el programa de tesado en más el cinco por ciento (5%). Caso de superarse esta tolerancia, se examinarán las posibles causas de variación, tales como errores de lectura, de sección de las armaduras, de módulos de elasticidad o de los coeficientes de rozamiento, rotura de algún elemento del tendón, tapones de mortero, etc., y se procederá a un retesado con nueva medición de los alargamientos.

Si durante el tesado se rompe uno o más alambres y la armadura del elemento está constituida por un gran número de ellos, podrá alcanzarse la fuerza total de pretensado necesaria aumentando la tensión en los restantes, siempre que para ello no sea preciso elevar la tensión en cada alambre individual en más de un cinco por ciento (5%) del valor inicialmente previsto.

La aplicación de tensiones superiores requiere un nuevo estudio, que deberá efectuarse basándose en las características mecánicas de los materiales realmente utilizados. En todos estos casos será

preciso realizar la correspondiente comprobación a rotura del elemento, teniendo en cuenta las nuevas condiciones en que se encuentra.

La pérdida total en la fuerza de pretensado, originada por la rotura de alambres irremplazables, no podrá exceder nunca de dos por ciento (2%) de la fuerza total prevista de pretensado

#### **601.8 MEDICIÓN Y ABONO**

Las armaduras activas se medirán y abonarán por kilogramos (kg) colocados en obra, deducidos de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de los Planos, medidas entre caras exteriores de las placas de anclaje.

Los anclajes activos y pasivos, empalmes y demás accesorios, así como las operaciones de tesado, la inyección y eventuales cánones y patentes de utilización, se considerarán incluidos en el precio de la armadura activa.

### **ARTÍCULO 110 HORMIGONES.**

#### **610.1 DEFINICIÓN**

Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", o normativa que la sustituya, así como las especificaciones adicionales contenidas en este artículo. A efectos de aplicación de este artículo, se contemplan todo tipo de hormigones.

Además, para aquellos que formen parte de otras unidades de obra, se considerará lo dispuesto en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

#### **610.2 MATERIALES**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE.

En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Los materiales componentes del hormigón cumplirán las prescripciones recogidas en los siguientes artículos de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales:

- Artículo 202, "Cementos"
- Artículo 280, "Agua a emplear en morteros y hormigones"
- Artículo 281, "Aditivos a emplear en morteros y hormigones"
- Artículo 283, "Adiciones a emplear en hormigones"

Los áridos, cuya definición será la que figura en el artículo 28 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, cumplirán todas las especificaciones recogidas en la citada Instrucción.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la frecuencia y el tamaño de los lotes para la realización de los ensayos previstos en el apartado 81.3.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, para los casos en que varíen las condiciones de suministro, y si no se dispone de un certificado de idoneidad de los mismos emitido, con una antigüedad inferior a un año, por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado.

No se podrán utilizar áridos que no hayan sido aprobados previa y expresamente por el Director de las Obras. El Contratista adjudicatario de las obras será responsable de la calidad de los materiales utilizados y del cumplimiento de todas las especificaciones establecidas para los mismos en este artículo, así como de todas aquéllas que pudieran establecerse en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### 610.3 TIPOS DE HORMIGÓN Y DISTINTIVOS DE LA CALIDAD

Los hormigones no fabricados en central sólo se podrán utilizar cuando así lo autorice el Director de las Obras, estando en cualquier caso limitada su utilización a hormigones de limpieza o unidades de obra no estructurales.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará, cuando sea necesario, las características especiales que deba reunir el hormigón, así como las garantías y datos que deba aportar el Contratista antes de comenzar su utilización.

### 610.4 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

La composición de la mezcla deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurar que el hormigón resultante tendrá las características mecánicas y de durabilidad necesarias para satisfacer las exigencias del proyecto.

Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de construcción previstas (diámetros, características superficiales y distribución de armaduras, modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.). Se prestará especial atención al cumplimiento de la estrategia de durabilidad establecida en el capítulo VII de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### 610.5 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que el Director de las Obras haya aprobado la fórmula de trabajo a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos previos y característicos.

La fórmula de trabajo constará al menos:

- Tipificación del hormigón.
- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido (Kg/m<sup>3</sup>).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua. – Dosificación de adiciones. – Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado.

Los ensayos deberán repetirse siempre que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Cambio de procedencia de alguno de los materiales componentes.
- Cambio en la proporción de cualquiera de los elementos de la mezcla.

- Cambio en el tipo o clase de cemento utilizado.
- Cambio en el tamaño máximo del árido.
- Variación en más de dos décimas (0,2) del módulo granulométrico del árido fino.
- Variación del procedimiento de puesta en obra.

Excepto en los casos en que la consistencia se consiga mediante la adición de fluidificantes o superfluidificantes, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida salvo justificación especial.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otro procedimiento, la consistencia se determinará con cono de Abrams, según la norma UNE 83313. Los valores límite de los asentamientos correspondientes en el cono de Abrams y sus tolerancias serán los indicados en el apartado 30.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## 610.6 EJECUCIÓN

### 610.6.1 Fabricación y transporte del hormigón

La fabricación y transporte del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del artículo 69 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se pondrá especial cuidado en que no se produzca desecación de las amasadas durante el transporte.

A tal efecto, si éste dura más de treinta minutos (30 min) se adoptarán las medidas oportunas, tales como reducir el soleamiento de los elementos de transporte (pintándolos de blanco, etc.) o amasar con agua fría, para conseguir una consistencia adecuada en obra.

### 610.6.2 Entrega del hormigón

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar, en ningún caso, los treinta minutos (30 min), cuando el hormigón pertenezca a un mismo elemento estructural o fase de un elemento estructural. Se cumplirán las prescripciones indicadas en el apartado 69.2.9 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### 610.6.3 Vertido del hormigón

Se cumplirán las prescripciones del artículo 70 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, si se emplean productos retardadores de fraguado; pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

El Director de las Obras dará la autorización para comenzar el hormigonado, una vez verificado que las armaduras están correctamente colocadas en su posición definitiva.

Asimismo, los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por el Director de las Obras antes de su utilización.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros (2 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados.

Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificados en los planos.

Cuando se coloque en obra hormigón proyectado mediante métodos neumáticos, se tendrá la precaución de que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación, que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior a un quinto de metro cúbico (0,2 m<sup>3</sup>), que se elimine todo rebote excesivo del material y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

En el caso de hormigón pretensado, no se verterá el hormigón directamente sobre las vainas para evitar su posible desplazamiento. Si se trata de hormigonar una dovela sobre un carro de avance o un tramo continuo sobre una cimbra autoportante, se seguirá un proceso de vertido tal que se inicie el hormigonado por el extremo más alejado del elemento previamente hormigonado, y de este modo se hayan producido la mayor parte de las deformaciones del carro o autocimbra en el momento en que se hormigone la junta.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

En vigas, el hormigonado se efectuará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura, y procurando que el frente vaya recogido para que no se produzcan segregaciones ni la lechada escurra a lo largo del encofrado.

Cuando esté previsto ejecutar de un modo continuo las pilas y los elementos horizontales apoyados en ellas, se dejarán transcurrir por lo menos dos horas (2 h) antes de proceder a construir dichos elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los elementos verticales haya asentado definitivamente.

En el hormigón ciclópeo se cuidará que éste envuelva los mampuestos, quedando entre ellos separaciones superiores a tres (3) veces el tamaño máximo del árido empleado, sin contar los mampuestos.

#### **610.6.4 Compactación del hormigón**

La compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 70.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará los casos y elementos en los cuales se permitirá la compactación por apisonado o picado.

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados.

La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie. Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada.

La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s). La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto

brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras. Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción.

Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni cocheras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

#### **610.6.5 Hormigonado en condiciones especiales**

##### **610.6.5.1 Hormigonado en tiempo frío**

Se cumplirán las prescripciones del artículo 72 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, la temperatura ambiente puede descender por debajo de los cero grados Celsius (0°C).

A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas (9 h) de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados Celsius (4°C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas podrán rebajarse en tres grados Celsius (3°C) cuando se trate de elementos de gran masa; o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, paja u otros recubrimientos aislantes del frío, con espesor tal que pueda asegurarse que la acción de la helada no afectará al hormigón recién ejecutado; y de forma que la temperatura de su superficie no baje de un grado Celsius bajo cero (-1°C), la de la masa de hormigón no baje de cinco grados Celsius (+5°C), y no se vierta el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0°C). Las prescripciones anteriores serán aplicables en el caso en que se emplee cemento portland.

Si se utiliza cemento de horno alto o puzolánico, las temperaturas mencionadas deberán aumentarse en cinco grados Celsius (5°C); y, además, la temperatura de la superficie del hormigón no deberá bajar de cinco grados Celsius (5°C).

La utilización de aditivos anticongelantes requerirá autorización expresa del Director de las Obras. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contengan iones cloruro.

En los casos en que por absoluta necesidad, y previa autorización del Director de las Obras, se hormigone en tiempo frío con riesgo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad.

En el caso de que se caliente el agua de amasado o los áridos, éstos deberán mezclarse previamente, de manera que la temperatura de la mezcla no sobrepase los cuarenta grados Celsius (40°C), añadiéndose con posterioridad el cemento en la amasadora. El tiempo de amasado deberá prolongarse hasta conseguir una buena homogeneidad de la masa, sin formación de grumos. Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte el hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas; adoptándose, en su caso, las medidas que prescriba el Director de las Obras.

#### **610.6.5.2 Hormigonado en tiempo caluroso**

Se cumplirán las prescripciones del artículo 73 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya. Los sistemas propuestos por el Contratista para reducir la temperatura de la masa de hormigón deberán ser aprobados el Director de las Obras previamente a su utilización. 610.6.5.3 Hormigonado en tiempo lluvioso Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos u otros medios que protejan al hormigón fresco.

Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las Obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Asimismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

#### **610.6.6 Juntas**

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos del Proyecto.

Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

El Director de las Obras aprobará, previamente a su ejecución, la localización de las juntas que no aparezcan en los Planos. Se cumplirán las prescripciones del artículo 71 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado deberán ser perpendiculares a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y deberán estar situadas donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán.

Si el plano de una junta presenta una mala orientación, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario para dar a la superficie la dirección apropiada.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La apertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente. Al reanudar el hormigonado, se limpiarán las juntas de toda suciedad, lechada o árido suelto y se picarán convenientemente.

A continuación, y con la suficiente antelación al hormigonado, se humedecerá la superficie del hormigón endurecido, saturándolo sin encharcarlo. Seguidamente se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente la compactación en las proximidades de la junta.

En el caso de elementos de hormigón pretensado, no se dejarán más juntas que las previstas expresamente en los Planos y solamente podrá interrumpirse el hormigonado cuando por razones imprevistas sea absolutamente necesario. En ese caso, las juntas deberán hacerse perpendiculares a la resultante del trazado de las armaduras activas.

No podrá reanudarse el hormigonado sin el previo examen de las juntas y autorización del Director de las Obras, que fijará las disposiciones que estime necesarias sobre el tratamiento de las mismas. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará, en su caso, de forma expresa, los casos y elementos en los que se permitirá el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas (por ejemplo, impregnación con productos adecuados), siempre que tales técnicas estén avaladas mediante ensayos de suficiente garantía para poder asegurar que los resultados serán tan eficaces, al menos, como los obtenidos cuando se utilizan los métodos tradicionales.

#### **610.6.7 Curado del hormigón**

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo que, al efecto, fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto, el que resulte de aplicar las indicaciones del artículo 74 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón, para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

Podrán utilizarse como procedimientos de curado, el riego directo con agua (evitando que se produzca el deslavado del hormigón), la disposición de arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, láminas de plástico y productos filmógenos de curado, de forma que la velocidad de evaporación no supere en ningún caso el medio litro por metro cuadrado y hora (0,50 l/m<sup>2</sup> /h). Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40°C), deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75°C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20°C/h).

Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones estipuladas en el artículo 285 de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, "Productos filmógenos de curado". La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón.

No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya a adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

El Director de las Obras autorizará en su caso la utilización de técnicas especiales de curado, que se aplicarán de acuerdo a las normas de buena práctica de dichas técnicas.

El Director de las Obras dará la autorización previa para la utilización de curado al vapor, así como del procedimiento que se vaya a seguir, de acuerdo con las prescripciones incluidas en este apartado.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las Obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

### **610.7 CONTROL DE CALIDAD**

No se admitirá el control a nivel reducido para los hormigones contemplados en este artículo. En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se indicarán expresamente los niveles de control de calidad de los elementos de hormigón, los cuales se reflejarán además en cada Plano.

Asimismo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se establecerá un Plan de Control de la ejecución en el que figuren los lotes en que queda dividida la obra, indicando para cada uno de ellos los distintos aspectos que serán objeto de control.

### **610.8 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

#### **610.8.1 Tolerancias**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá un sistema de tolerancias, así como las decisiones y sistemática a seguir en caso de incumplimientos.

A falta de indicaciones concretas para algunas desviaciones específicas, el Director de las Obras podrá fijar los límites admisibles correspondientes.

#### **610.8.2 Reparación de defectos**

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación.

Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

### **610.9 RECEPCIÓN**

No se procederá a la recepción de la unidad de obra terminada hasta que se satisfaga el cumplimiento de las tolerancias exigidas, el resultado de los ensayos de control sea favorable y se haya efectuado, en su caso, la reparación adecuada de los defectos existentes.

### **610.10 MEDICIÓN Y ABONO**

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los Planos del proyecto, de las unidades de obra realmente ejecutadas. El cemento, áridos, agua, aditivos y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario del hormigón, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá definir otras unidades de medición y abono distintas del metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón que aparece en el articulado, tales como metro (m) de viga, metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de losa, etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

### **610.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## **ARTÍCULO 610A HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA**

### **610.A.1 DEFINICIÓN**

Se define como hormigón de alta resistencia (HAR) aquel hormigón cuya resistencia característica a compresión, en probeta cilíndrica de 15 x 30 cm, a veintiocho días (28 d), supera los 50 N/mm<sup>2</sup>. Los hormigones de resistencia característica superior a 100 N/mm<sup>2</sup>, no son objeto de este artículo y su empleo requiere estudios especiales.

Los hormigones de alta resistencia, además de una resistencia a compresión elevada, parámetro que define de forma tradicional la categoría del hormigón, por su dosificación, puesta en obra y curado, ofrecen en general mejores prestaciones en lo que se refiere a permeabilidad, resistencia a los sulfatos, a la reacción "árido-alcalis", resistencia a la abrasión, etc.; lo que les confiere mayor durabilidad. Las siguientes especificaciones deben considerarse complementarias a las del artículo 610 de este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, "Hormigones".

### **610.A.2 MATERIALES**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE.

En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

La garantía de calidad de los materiales empleados en la mezcla que forma el hormigón de alta resistencia será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Será de aplicación todo lo dispuesto en el Título 3º del Anejo 11 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### **610.A.3 EJECUCIÓN**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la máxima relación agua/cemento, pudiendo modificarse sólo con la autorización expresa del Director de las Obras.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará también la dosificación de cemento en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>) de hormigón fresco. Dosificaciones superiores a quinientos kilogramos por metro cúbico (500 kg/m<sup>3</sup>) deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

El mantenimiento de una baja y homogénea humedad de los áridos es condición indispensable para la obtención de hormigones de alta resistencia.

Es obligado el trabajo con los áridos absolutamente separados y los de pronto uso (mínimo veinticuatro horas (24 h)) estarán almacenados a cubierto.

Estas especificaciones pueden modificarse a juicio del Director de las Obras. Será de aplicación todo lo dispuesto en el Título 5º del Anejo nº 11 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

#### **610.A.4 CONTROL DE CALIDAD**

Será de aplicación todo lo dispuesto en el Título 6º del Anejo nº 11 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

#### **610.A.5 MEDICIÓN Y ABONO**

La medición y abono del hormigón de alta resistencia se efectuará de forma análoga a lo indicado en el artículo 610 para el hormigón tradicional.

#### **610.A.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

### **ARTÍCULO 612 LECHADA DE CEMENTO**

#### **612.1 DEFINICIÓN**

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

No se consideran incluidas en este Artículo las lechadas para relleno de conductos de hormigón pretensado.

#### **612.2 MATERIALES**

Ver Artículo 202, "Cementos".

Ver Artículo 280, "Agua a emplear en morteros y hormigones".

#### **612.3 COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS**

La proporción, en peso, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la lechada deberá ser aprobada por el Director de las obras para cada uso.

#### **612.4 EJECUCIÓN**

El amasado se hará mecánicamente. La lechada carecerá de grumos y burbujas de aire, y para evitarlos se intercalarán filtros depuradores entre la mezcladora y la bomba de inyección.

#### **612.5 MEDICIÓN Y ABONO**

Las lechadas se medirán y abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente inyectados.

### **ARTÍCULO 612 LECHADAS DE CEMENTO PARA INYECCIÓN DE CONDUCTOS EN OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO**

#### **613.1 DEFINICIÓN**

Se define como lechada, para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado, la mezcla de carácter coloidal de cemento, agua y, eventualmente, arena fina, y productos de adición, que se inyecta en los conductos de las armaduras activas para establecer la necesaria adherencia entre dichas armaduras y el hormigón, así como para protegerlas contra la corrosión.

#### **613.2 MATERIALES**

El agua de amasado cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo 280, "Agua a emplear en morteros y hormigones" del presente Pliego. En particular, no deberá contener sustancias perjudiciales para las armaduras activas o la propia lechada, ni más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ión cloro por litro; no tendrá un pH inferior a siete (7), ni presentará trazas de hidratos de carbono.

El cemento será de tipo portland y designación P-350, y deberá ser aceptado por el Director de las obras, una vez comprobadas sus características en lo referente a exudación, fluidez y disminución de volumen.

La arena fina deberá estar exenta de impurezas y sustancias perjudiciales, tales como las que contengan iones ácidos, de finos que pasen por el tamiz 0,080 UNE, y de partículas laminares como las procedentes de mica o pizarra.

Los productos de adición deberán estar exentos de sustancias perjudiciales para las armaduras o la propia lechada, tales como cloruros, sulfuros o nitratos.

### 613.3 COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La composición de la mezcla se establecerá experimentalmente y deberá ser aprobada por el Director.

Salvo indicación en contrario, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no se utilizará arena fina en la inyección de conductos de diámetro menor de quince centímetros (15 cm).

Los productos de adición podrán utilizarse si se demuestra, mediante los oportunos ensayos, que su empleo mejora las características de la lechada. Se dosificarán teniendo en cuenta las condiciones locales de temperatura y previa aprobación del Director.

### 613.4 CARACTERÍSTICAS

La lechada deberá tener la consistencia máxima compatible con la inyectabilidad. El valor de la fluidez, expresado por el tiempo que tarda en salir un litro (1 l) de lechada por el cono de Marsh, estará comprendido entre diecisiete (17) y veinticinco (25) segundos.

Los valores óptimos de la relación agua/cemento son los comprendidos entre treinta y seis y cuarenta y cuatro centésimas (0,36 y 0,44), no debiendo pasar de cincuenta centésimas (0,50).

El valor de la exudación, medido en probeta cilíndrica, herméticamente cerrada, de diez centímetros (10 cm) de diámetro y diez centímetros (10 cm) de altura, no será superior al dos por ciento (2%) a las tres (3) horas, ni al cuatro por ciento (4%), como máximo absoluto, y la propia lechada deberá reabsorber el agua exudada pasadas veinticuatro (24) horas.

La disminución de volumen o contracción, medida sobre la misma probeta, no será superior al dos por ciento (2%).

En cuanto a la expansión eventual, que se presenta cuando se emplean aditivos destinados a tal fin, no podrá exceder del diez por ciento (10%).

La resistencia a compresión de la pasta, determinada según los métodos prescritos para la pasta de cemento en el vigente Pliego de Condiciones Generales para la Recepción de Cementos, no será inferior a trescientos kilopondios por centímetro cuadrado (300 kp/cm<sup>2</sup>).

### 613.5 FABRICACIÓN

La mezcla se preparará mecánicamente, con maquinaria apropiada, que deberá constar de dos tambores al menos: el primero, mezclador, en el que se realizará la mezcla íntima de componentes, y el segundo, agitador, donde se mantendrá la mezcla en agitación continua para evitar la segregación y sedimentación de la lechada antes de su inyección. Los tambores irán provistos de un tamiz 0,50 UNE, a través del cual habrá de pasar la lechada.

### 613.6 EJECUCIÓN DE LA INYECCIÓN

La inyección deberá llevarse a cabo lo antes posible después del tesado, no debiendo transcurrir entre la iniciación de éste y el principio de aquella más de un mes, salvo si se ha previsto una adecuada protección provisional de las armaduras, o existe autorización expresa del Director.

En ambientes agresivos, el plazo indicado deberá disminuirse convenientemente. Antes de proceder a la inyección deberá limpiarse el conducto con aire a presión. Observando si éste llega a salir por el extremo opuesto en forma continua y regular, o si, por el contrario, existe algún tapón en el conducto capaz de impedir el paso de la inyección, en cuyo caso se tomarán las medidas oportunas para asegurar que el conducto quede correctamente inyectado.

Si se sospecha la posibilidad de existencia de hielo en los conductos, se inyectará agua caliente, pero nunca vapor, y a continuación aire a presión. Si los conductos son de hormigón, se deberá inyectar agua para humedecer dicho hormigón e impedir que deseque la lechada inyectada, con el consiguiente riesgo de crear una obstrucción.

Igualmente, si los tendones han sido lubricados o protegidos provisionalmente, deberá inyectarse agua hasta la eliminación del producto utilizado.

Las conexiones de las boquillas de inyección estarán limpias de hormigón o cualquier otro material, y serán herméticas, a fin de evitar posibles arrastres de aire. Antes de iniciar la inyección deberán abrirse todos los tubos de purga. No se inyectará si se temen heladas en un plazo de dos (2) días, ni cuando la temperatura de la pieza sea inferior a cinco grados centígrados (5°C); de no ser posible cumplir esta prescripción, se tomarán medidas tales como calentamiento del elemento o de la lechada, siempre que sean aprobadas por el Director.

No deberán transcurrir más de treinta (30) minutos desde el amasado hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores. La inyección deberá hacerse desde el anclaje más bajo o desde el tubo de purga inferior del conducto, con todos los tubos de purga restantes abiertos.

A medida que la inyección vaya saliendo por los sucesivos tubos de purga más próximos al punto por donde se inyecta, se irán cerrando éstos, dejando previamente fluir por ellos la lechada hasta que tenga la misma consistencia que la que se inyecta y hayan cesado de salir burbujas de aire.

La lechada se inyectará a una presión comprendida entre tres y siete kilopondios por centímetro cuadrado (3 y 7 kp/cm<sup>2</sup>), sin que se deban sobrepasar en ningún momento los diez kilopondios por centímetro cuadrado (10 kp/cm<sup>2</sup>). La velocidad de avance, para conductos de diámetro inferior a diez centímetros (10 cm), estará comprendida entre seis y doce metros por minuto (6 y 12 m/min).

La inyección de cada conducto se hará de forma continua e ininterrumpida, y con la uniformidad necesaria para impedir la segregación de la mezcla. Una vez efectuada la inyección, se mantendrá la presión en los conductos durante treinta segundos (30 s), como mínimo, y a continuación se cerrará la válvula o llave situada antes de la boquilla.

En conductos muy largos o de gran sección útil, se intentará reinyectar antes de las dos horas (2 h), para eliminar la posible reducción de volumen de la mezcla y los posibles huecos situados en la parte superior de los conductos.

### **613.7 BOMBAS DE INYECCIÓN**

Las bombas podrán ser accionadas por un motor individual o a mano. No se permite utilizar bombas de aire comprimido.

En el caso de conductos cortos, es aconsejable el empleo de bombas accionadas a mano. Para inyectar conductos largos, de unos veinticinco metros (25 m), deberán utilizarse bombas a motor. En cualquier caso, la bomba deberá proporcionar una inyección continua e ininterrumpida, con pequeñas variaciones de presión.

La bomba deberá estar provista de un dispositivo de seguridad que evite las sobrepresiones que puedan producirse por atascos en el interior de los conductos. La alimentación deberá ser por gravedad y no por succión, ya que este último sistema tiende a introducir aire en la mezcla, lo que debe evitarse.

### **613.8 CONTROL DE LA INYECCIÓN**

Se controlará la calidad y dosificación de los materiales que componen la lechada, para comprobar que se cumplen las prescripciones del presente Pliego.

El contenido de agua y la dosificación de los aditivos se comprobará al menos una vez al día. Si el aditivo se suministra en envases con indicación de su contenido en peso, se verificará un muestreo de dichos envases con el fin de garantizar una variación real mínima en la dosificación.

La lechada deberá controlarse antes de entrar en el conducto y a la salida del mismo, comprobándose, por una parte, las características de la mezcla, por lo menos una vez por cada serie de conductos a inyectar, homogéneos en longitud, disposición y forma, y, por otra parte, la diferencia entre los valores de la fluidez a la entrada y a la salida de los conductos, que deberá ser relativamente pequeña.

Durante la inyección, se controlarán las presiones del manómetro de la bomba, comprobando que los valores permanecen constantes: cualquier brusca variación en estos valores es indicativa de irregularidades en la inyección, bien por existencia de fugas o de obstrucciones.

En tiempo frío, se comprobarán las temperaturas durante las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la inyección.

En los casos en que exista duda sobre la calidad de la inyección realizada, el Director podrá exigir la realización de radiografías del conducto.

### **613.9 MEDICIÓN Y ABONO**

Tanto la lechada o producto de inyección, como la operación de inyección de los conductos, no tendrán abono directo, considerándose incluidas en el precio unitario de las armaduras activas a emplear en hormigón pretensado.

## **CAPITULO II OBRAS DE HORMIGON**

### **ARTÍCULO 630 OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO O EN MASA**

#### **630.1 DEFINICIÓN**

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos. No se consideran aquí incluidos los pavimentos de hormigón contemplados en el Artículo 550 de este Pliego.

#### **630.2 MATERIALES**

##### **630.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, "Hormigones".

##### **630.2.2 Armaduras**

Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".

### 630.3 EJECUCIÓN

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye las operaciones siguientes:

- Colocación de apeos y cimbras. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".
- Colocación de encofrados. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Colocación de armaduras. Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".
- Dosificación y fabricación del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Transporte del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Vertido del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Compactación del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Hormigonado en condiciones especiales. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Juntas. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Curado. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Desencofrado. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Descimbrado. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".
- Reparación de defectos. Ver Artículo 610, "Hormigones".

### 630.4 CONTROL DE LA EJECUCIÓN

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EH-73. Los niveles de control, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano. Para el control de la ejecución se tendrán en cuenta las tolerancias prescritas en los Artículos correspondientes de este Pliego.

### 630.5 MEDICIÓN Y ABONO

Las obras de hormigón en masa o armado, se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen:

- Hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Armaduras. Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".
- Encofrados. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Apeos y cimbras. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos

## ARTÍCULO 631 OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO

### 631.1 DEFINICIÓN

Se definen como obras de hormigón pretensado aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, sometido a compresión por fuerzas introducidas durante la construcción, antes o después del hormigonado, por medio de armaduras activas o por otros medios exteriores.

### 631.2 MATERIALES

#### 631.2.1 Hormigón

Ver Artículo 610, "Hormigones".

#### 631.2.2 Armaduras pasivas

Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".

#### 631.2.3 Armaduras activas

Ver Artículo 601, "Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado".

#### 631.2.4 Lechada de cemento para inyección de conductos

Ver Artículo 613, "Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado".

### 631.3 EJECUCIÓN

La ejecución de las obras de hormigón pretensado incluye las operaciones siguientes:

- Colocación de apeos y cimbras. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".
- Colocación de encofrados o moldes. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Colocación de armaduras pasivas. Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado". – Colocación de armaduras activas. Ver Artículo 601, "Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado".
- Dosificación y fabricación del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Transporte del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Vertido del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones". – Compactación del hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Hormigonado en condiciones especiales. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Juntas. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Curado. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Tesado de armaduras activas. Ver Artículo 601, "Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado".
- Inyección de conductos. Ver Artículo 613, "Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado".
- Desencofrado Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Descimbrado. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".
- Reparación de defectos. Ver Artículo 610, "Hormigones".

#### 631.4 CONTROL DE EJECUCIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 630.4, Control de la ejecución, del Artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado", con la excepción de que no se admitirá el control a nivel reducido.

#### 631.5 MEDICIÓN Y ABONO

Las obras de hormigón pretensado se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen:

- Hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".

- Armaduras pasivas. Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".
- Armaduras activas. Ver Artículo 601, "Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado".
- Inyección. Ver Artículo 613, "Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado".
- Encofrados. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Apeos y cimbras. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos.

- Hormigón. Ver Artículo 610, "Hormigones".
- Armaduras. Ver Artículo 600, "Armaduras a emplear en hormigón armado".
- Encofrados. Ver Artículo 680, "Encofrados y moldes".
- Apeos y cimbras. Ver Artículo 681, "Apeos y cimbras".

## CAPITULO V CIMENTACIONES

### ARTÍCULO 671 CIMENTACIONES POR PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO MOLDEADOS IN SITU

#### 671.1 DEFINICIÓN

Se definen como cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados *in situ* las realizadas mediante pilotes de hormigón armado, cuya ejecución se efectúa perforando previamente el terreno y rellenando la excavación con hormigón fresco y las correspondientes armaduras.

Se consideran los siguientes tipos de pilotes moldeados "in situ":

– Atendiendo al modo de sostener las paredes de la perforación:

- Pilotes con entubación recuperable: La entubación se extrae a medida que se hormigona el pilote, y es siempre de acero.

- Pilotes con entubación perdida: La entubación constituye la protección exterior o forro del pilote. Pilotes perforados con lodos bentoníticos: Son los pilotes en los que se utiliza, como contención de las paredes de perforación, lodo bentonítico.
  - Pilotes perforados sin sostenimiento: Pilotes en los que no se utiliza ningún sistema de contención de las paredes de perforación por permitirlo el terreno, sin que se prevea presencia de agua.
  - Pilotes perforados con barrena continua: Pilotes perforados con una hélice continua de fuste hueco, a través del cual se procede al hormigonado a medida que se extrae la hélice.
- Atendiendo a la forma de introducir la entubación en el terreno:
- Pilotes de desplazamiento: La entubación se hinca con azuche inferior desplazando el terreno por percusión.
  - Pilotes sondeados: La entubación se introduce en el terreno, extrayendo al mismo tiempo los productos de su interior mediante cuchara, sonda o cualquier otro artificio.
  - Atendiendo a la forma de la entubación:
    - Pilotes de entubación abierta: La entubación no tiene fondo, y puede ser introducida en el terreno por hinca o medios mecánicos alternativos.
    - Pilotes de entubación cerrada: La entubación tiene fondo, constituyendo una caja prácticamente impermeable que aísla al pilote del terreno. En este caso los pilotes son, necesariamente de entubación perdida y de desplazamiento.
    - Pilotes de entubación taponada: La entubación es abierta, pero se hinca con tapón de grava y hormigón, o bien con azuche perdido. Durante la hinca la entubación se comporta como cerrada, pero luego suele recuperarse, funcionando como una entubación abierta.

No deberán ejecutarse pilotes con barrena continua, salvo indicación expresa del Proyecto o del Director de las Obras, cuando:

- La inclinación de los pilotes sea mayor de seis grados sexagesimales (6E), salvo que se tomen medidas para controlar la dirección de la perforación y la colocación de la armadura.
- Existan capas de terreno inestable con un espesor mayor que tres (3) veces el diámetro del pilote, salvo que pueda demostrarse, mediante pilotes de prueba, que la ejecución es satisfactoria.

A efectos de este artículo se considerarán como terrenos inestables los siguientes:

- Suelos uniformes no cohesivos con coeficiente de uniformidad -relación de diámetros correspondientes al sesenta y diez por ciento (60% y 10%), en peso- inferior a dos ( $d_{60}/d_{10} < 2$ ) por debajo del nivel de agua.
- Suelos flojos no cohesivos con índice de densidad inferior a cero con treinta y cinco (0,35).
- Suelos blandos con resistencia al corte no drenada inferior a quince kilopascales ( $T_{fu} < 15$  kPa).

Se entiende como diámetro nominal, de un pilote de sección circular, el diámetro medio de la perforación realizada en la zona superior del pilote.

Se considera como zona superior del pilote la que va desde su extremo superior hasta tres (3) diámetros por debajo del mismo.

Los diámetros nominales normalmente utilizados son los siguientes (expresados en milímetros): 450, 500, 550, 650, 750, 850, 1.000, 1.250, 1.500, 1.800, 2.000, 2.200 y 2.500.

Este artículo sólo se refiere a pilotes con diámetros nominales superiores a los trescientos cincuenta milímetros (350 mm).

### 671.2 MATERIALES

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el R.D. 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE.

En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

#### 671.2.1 Hormigón

Se cumplirán las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) así como las de la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos. Por otra parte además de lo indicado en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo 610, "Hormigones" de este Pliego.

Los hormigones para pilotes hormigonados "in situ" deberán cumplir, salvo indicación en contra del Proyecto, los siguientes requisitos:

- El tamaño máximo del árido no excederá de treinta y dos milímetros (32 mm) o de un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor de ambas dimensiones.
- El contenido de cemento será mayor de trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>) y se recomienda utilizar al menos cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>). El conjunto de partículas finas en el hormigón -comprendido el cemento y otros materiales finos- deberá estar comprendido entre cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>) y quinientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (550 kg/m<sup>3</sup>).
- La relación agua/cemento y el empleo de aditivos en su caso se determinará según la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), debiendo contar con la aprobación del Director de las Obras.
- La resistencia característica mínima del hormigón será la indicada en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras y nunca inferior a lo especificado en la EHE.
- Los valores de consistencia para el hormigón fresco, según la metodología de colocación, estarán en los siguientes intervalos:

Asiento en cono de Abrams, UNE 83313 A (cm)	Condiciones de puesta en obra
5 ≤ A < 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Colocación en perforaciones permanentemente entubadas o en perforaciones en seco no entubadas de diámetro mayor o igual que seiscientos milímetros (600 mm).</li> <li>– Cuando la cota de hormigonado quede por debajo de un entubado provisional.</li> <li>– Cuando la armadura existente, esté muy espaciada, de tal forma que el hormigón pueda evolucionar libremente entre las barras.</li> </ul>
10 ≤ A < 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cuando la armadura no esté suficientemente espaciada</li> <li>– Cuando la cota de descabezado se encuentre en un entubado provisional</li> <li>– Cuando la perforación del pilote es en seco y su diámetro sea menor que seiscientos milímetros (600 mm).</li> </ul>
15 ≤ A ≤ 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cuando el hormigón se coloque en condiciones de inmersión mediante tubo-tremie o bombeo.</li> </ul>

- No ser atacable por el terreno circundante o por el agua.

### 671.2.2 Armaduras

Se estará a lo dispuesto al respecto en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) así como en el artículo 600, "Armaduras pasivas a emplear en hormigón estructural", de este Pliego y en UNE 36068.

Los diámetros mínimos de las armaduras longitudinales serán de doce milímetros (12 mm). La armadura longitudinal mínima será de cinco (5) barras de doce milímetros (12 mm) y en todo caso, la relación mínima del área de la armadura con relación al área nominal del pilote, será la siguiente:

Sección nominal del pilote $A_c$	Área de refuerzo longitudinal $A_s$
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,5\% A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 25 \text{ cm}^2$
$A_c > 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,25\% A_c$

En el Proyecto se establecerán las medidas necesarias para dotar de rigidez a las jaulas.

La separación entre las barras longitudinales deberá ser la mayor posible, para asegurar un correcto flujo del hormigón, pero no excederá los doscientos milímetros (200 mm).

Cuando los pilotes se hormigonen en condiciones sumergidas, la distancia mínima de separación entre las barras verticales de una alineación, no deberá ser menor de cien milímetros (100 mm).

La distancia mínima de separación entre barras de una misma alineación concéntrica podrá ser reducida a tres (3) veces el diámetro de una barra (ó su equivalente) si se cumplen las siguientes condiciones:

- Se utiliza una mezcla de hormigón muy fluida y diámetro máximo del árido no superior a la cuarta parte (1/4) de la separación entre barras.
- Los pilotes son hormigonados en condiciones secas.

La mínima distancia entre las barras de las eventuales diferentes alineaciones concéntricas será mayor o igual que el diámetro de la barra. En ningún caso la separación entre barras longitudinales será inferior a veinte milímetros (20 mm), salvo en la zona de solape de las barras, donde podrá ser reducida.

Los diámetros de las barras transversales para cercos o armaduras helicoidales serán superiores a seis milímetros (6 mm) y mayores que un cuarto (1/4) del diámetro máximo de las barras longitudinales.

La armadura transversal deberá adaptarse, con precisión, alrededor de la armadura longitudinal principal, y estará unida a ella mediante medios adecuados.

Cuando el esfuerzo cortante en el pilote exceda la mitad (1/2) de la resistencia a cortante del hormigón deberán disponerse los cercos de acuerdo con la normativa vigente. Respecto a las prescripciones a adoptar al respecto de las acciones sísmicas se estará en todo caso a lo dispuesto en la Norma de Construcción Sismorresistente, o normativa que en su caso la sustituya.

En todos aquellos pilotes que se ejecuten en zonas donde sea obligatoria la aplicación de dicha Norma, y sin perjuicio de lo establecido en la misma deberá disponerse armadura en toda la longitud del pilote (o refuerzo equivalente en el hormigón con fibras metálicas u otros dispositivos similares), con una cuantía o resistencia a flexión equivalente a la que proporciona la armadura mínima.

En aquellos casos en los que no fuese obligatoria la aplicación de dicha Norma podrá disponerse la armadura en sólo parte del pilote, siempre que se justifique que esa armadura (o refuerzo equivalente, en el sentido antes citado) absorbe todos los esfuerzos de flexión procedentes de acciones estáticas exteriores, derivadas de excentricidades, etc.

#### 671.2.2.1 Recubrimiento

El recubrimiento de hormigón para la armadura se establecerá de acuerdo con lo especificado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

El recubrimiento mínimo se incrementará a setenta y cinco milímetros (75 mm) cuando:

- El pilote se ejecute en terreno blando y se construya sin entubar.
- Se coloque el hormigón en condiciones sumergidas, con un tamaño máximo de árido de veinticinco milímetros (25 mm).
- La armadura se instale después de la colocación del hormigón.
- La perforación tenga las superficies irregulares. El recubrimiento de hormigón se podrá reducir a cuarenta milímetros (40 mm), si se utiliza un encamisado o forro permanente.

#### 671.2.3 Fluidos de estabilización

##### 671.2.3.1 Suspensiones de bentonita

La bentonita usada como lodo de estabilización deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El porcentaje de partículas de tamaño mayor de ochenta micras (80 µm) no será superior a cinco (5).
- El contenido de humedad no será superior al quince por ciento (15%).
- Límite líquido (LL) mayor del trescientos por ciento (300%).
- Los fluidos no deberán presentar, en cantidad significativa, componentes químicos, dañinos para el hormigón o la armadura.

Las propiedades de los lodos bentoníticos deberán ser al menos las siguientes:

	Fresco	Listo para reemplazo	Antes de hormigonar
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	<1.100	<1.200	<1.150 (*)
Viscosidad en cono Marsh (s)	32 a 50	32 a 60	32 a 50
Filtrado (cm <sup>3</sup> )	<30	<50	-
Contenido de arena en peso (%)	-	-	< 3% (**)
pH	7 a 11	7 a 11	7 a 11

##### 671.2.3.2 Polímeros y otras suspensiones

Otras suspensiones conteniendo polímeros, polímeros con bentonita en aditivo u otras arcillas pueden ser usadas como lodos de estabilización en base a la experiencia de:

- Casos previos, en condiciones geotécnicas similares o peores.
- Excavaciones de ensayo a escala natural "in situ".

Las suspensiones deberán ser preparadas, mantenidas y controladas de acuerdo con la normativa o prescripciones vigentes, o en caso de no ser aplicables, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los polímeros deberán cumplir la tabla de propiedades dada en 671.2.3.1, para los lodos bentoníticos salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras.

#### 671.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Además de lo indicado en este apartado se estará a lo dispuesto en el artículo 630, "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego.

El equipo necesario para la ejecución de las obras ofrecerá las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Precisión en la ejecución de la perforación.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad de los pilotes.
- Calidad del hormigón.

#### **671.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con su sección completa, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueas, cortes, ni estrangulamientos.

También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco. En los pilotes de entubación cerrada, ésta se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución en la resistencia del hormigón.

Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos. En los demás tipos de pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes del comienzo del hormigonado, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro.

Sin embargo, si la sedimentación en dicho fondo rebasase los cinco centímetros (5 cm), se echará en el mismo un volumen de gravilla muy limpia y de graduación uniforme, sin nada de arena, equivalente a unos quince centímetros (15 cm) de altura dentro del taladro construido.

Esta gravilla formará un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar. Una vez que el hormigonado haya comenzado, el tubo-tremie deberá estar siempre inmerso en, por lo menos, tres metros (3 m) de hormigón fresco. En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m).

Las armaduras longitudinales se suspenderán a una distancia máxima de veinte centímetros (20 cm) respecto al fondo de la perforación y se dispondrán bien centradas y sujetas. Durante el hormigonado de los pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación de

modo que quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, del orden de dos (2) diámetros, que impida la entrada del terreno circundante.

En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará bien en seco, o bien con el tubo inundado lleno de agua, debiendo elegir el Director de las Obras uno u otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Si se hormigona con el tubo inundado, el hormigón se colocará en obra por medio de tubo-tremie, bomba o cualquier artificio que impida su deslavado.

El tubo-tremie deberá colocarse en el fondo del pilote al comienzo del hormigonado, y después se izará ligeramente, sin exceder un valor equivalente al diámetro del tubo.

La colocación del hormigón bajo agua o lodos estabilizadores debe realizarse por medio de tubo-tremie, al objeto de evitar la segregación, lavado y contaminación del hormigón.

Si el hormigonado se hace con agua en el tubo, se hormigonará la cabeza del pilote hasta una cota al menos treinta centímetros (30 cm) por encima de la indicada en Proyecto y se demolerá posteriormente este exceso por estar constituido por lechada deslavada que refluye por encima del hormigón colocado.

Si al efectuar dicha demolición se observa que los treinta centímetros (30 cm) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición hasta sanear completamente la cabeza, reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo, bien adherido al anterior.

El hormigonado de un pilote se hará en todo caso, sin interrupción; de modo que, entre la introducción de dos (2) masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado.

Si, por alguna avería o accidente, esta prescripción no se cumpliera, el Director de las Obras decidirá si el pilote puede considerarse válido y terminarse, o no. En el caso de que se interrumpa el hormigonado bajo agua, no se aceptará el pilote salvo que, con la aceptación explícita del Director de las Obras, se arbitren medidas para su recuperación y terminación, así como para la comprobación de su correcta ejecución y funcionamiento.

El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado, habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón de relleno cuya resistencia característica mínima a compresión sea de doce megapascales y medio (12,5 MPa) a veintiocho días (28 d). Su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas.

El Contratista confeccionará un parte de trabajo de cada pilote, en el que figurarán, al menos:

- La fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- La profundidad total alcanzada por la entubación y por el taladro.
- La profundidad hasta la que se ha introducido la armadura, y la longitud y constitución de la misma.
- La profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado.
- La utilización o no de trépano, indicando en su caso profundidad, peso y tiempo de empleo.
- La relación volumen de hormigón-altura alcanzada.
- La fecha y hora del comienzo y terminación del mismo.

En el caso de pilotes excavados, se registrará la calidad y espesor de los estratos atravesados y se tomarán muestras del terreno, en la forma y con la frecuencia que ordenen el Proyecto o el Director de las Obras.

Sobre alguno de los pilotes de prueba, o bien sobre cualquiera de los de trabajo, se efectuarán las pruebas de carga y los ensayos sísmicos, de impedancia mecánica o cualquier otro previsto en el Proyecto u ordenado por el Director de las Obras.

En el caso de pilote aislado bajo un pilar se recomienda equipar todos los pilotes para su posible comprobación, y llevar a cabo pruebas del tipo señalado en, al menos, un (1) pilote de cada tres (3).

Si los resultados de los ensayos sísmicos o de impedancia mecánica revelaran posibles anomalías, el Director de las Obras podrá ordenar bien la comprobación del diseño teórico del pilote, bien la comprobación de la continuidad del pilote mediante sondeos, de cuya interpretación podrá establecer:

- La realización de pruebas de carga.
- La necesidad de reparación del pilote.
- El rechazo del pilote.

En el caso de realizar pruebas de carga, si éstas produjesen asentamientos excesivos y se demostrase que ello se debía a defecto del pilote, por causas imputables al Contratista, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución, a cargo del Contratista, de nuevas series de control sobre tres (3) pilotes, por cada pilote defectuoso encontrado.

En el caso de realizar pruebas de carga suplementarias, se aplicará sobre el pilote una carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125%) de la de trabajo.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, definirán los criterios a seguir para la aceptación o rechazo de la cimentación a la vista de los resultados de los ensayos de carga o de cualquier otra comprobación que se realice.

### 671.5 TOLERANCIAS

Los pilotes se construirán con los siguientes rangos de tolerancias:

- La excentricidad del eje del pilote respecto a la posición fijada, será inferior a diez centímetros (10 cm) para pilotes de diámetro no superior a un metro (1 m) y a la décima (1/10) parte del diámetro en caso contrario, pero siempre inferior a quince centímetros (15 cm).
- Para pilotes verticales o con pendiente superior a quince (15V:1H) el error de inclinación no excederá el dos por ciento (2%) del valor de la pendiente.
- Para pilotes inclinados con pendientes comprendidas entre quince (15V:1H) y cuatro (4V:1H) el error de inclinación no excederá del cuatro por ciento (4%) del valor de la pendiente.

### 671.6 MEDICIÓN Y ABONO

Las cimentaciones por pilotes moldeados *Ain situ* se abonarán por metros (m) de pilote realmente ejecutados medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

En caso de que existan causas que lo justifiquen, podrá abonarse el exceso de hormigón consumido sobre el volumen teórico correspondiente al diámetro nominal del pilote, siempre que ello se haya hecho constar expresamente en el Proyecto.

Las pruebas de carga previstas en Proyecto se abonarán a los precios unitarios establecidos en el mismo.

No se abonarán:

- Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- Los ensayos de nuevas series de control ordenados por el Director de las Obras como consecuencia de haber encontrado pilotes defectuosos.

- El exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con agua en el tubo.
- La demolición de la cabeza del pilote, por incluirse dentro del precio del propio pilote.
- Los pilotes rechazados o defectuosos.

## ARTICULO 680 ENCOFRADOS Y MOLDES

### 680.1 DEFINICIÓN

Elementos destinados al moldeo de los hormigones en las estructuras y obras de fábrica.

La ejecución de la unidad de obra comprende las operaciones siguientes:

- Montaje del encofrado, con preparación de superficie de apoyo, si es preciso.
- Preparado de las superficies interiores del encofrado con desencofrante.
- Tapado de juntas entre piezas.
- Apuntalamiento del encofrado
- Desmontaje y retirada del encofrado y todo el material auxiliar, una vez la pieza

estructural esté en disposición de soportar los esfuerzos previstos.

### 680.2 CONDICIONES GENERALES

Los elementos que forman el encofrado y sus uniones han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta su hormigonado. Adoptarán las formas, planas o curvas, de los elementos a hormigonar, de acuerdo con lo indicado en los Planos.

Cuando el acabado superficial es para dejar el hormigón visto:

- Las superficies del encofrado en contacto con las caras que han de quedar vistas, han de ser lisas, sin rebabas ni irregularidades.
- Se debe conseguir, mediante la colocación de angulares en las aristas exteriores del encofrado o cualquier otro procedimiento eficaz, que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas.

En general, las superficies interiores habrán de ser suficientemente uniformes y lisas para conseguir que los paramentos de hormigón no presenten defectos, abombamientos, resaltes o rebabas de más de 5 milímetros. No se aceptarán en los aplomos y alineaciones errores mayores de un centímetro (1 cm).

Los encofrados de madera estarán formados por tablas, bien montadas "in situ" o bien formando paneles, si éstos dan una calidad análoga a la tarima hecha "in situ". Deberán ser desecadas al aire, sin presentar signos de putrefacción, carcoma o ataque de hongos.

Antes de proceder al vertido del hormigón se regarán suficientemente para evitar la absorción de agua contenida en el hormigón, y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

En los encofrados metálicos se deberá cuidar que estén suficientemente arriostrados para impedir movimientos relativos entre distintos paneles de un elemento, que puedan ocasionar variaciones en los recubrimientos de las armaduras o desajustes en los espesores de paredes de las piezas a construir con los mismos.

Los enlaces entre los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se realice con facilidad, sin requerir golpes ni tirones. Los moldes ya usados que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas antes de cada empleo.

### 280.3 CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Los encofrados, con sus ensambles, soportes o cimbras, tendrán la rigidez y resistencias necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos de conjunto superiores a la milésima de la luz.

Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la parte de obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio de su resistencia. El Ingeniero Director podrá exigir del Constructor los croquis y cálculos de los encofrados y cimbras que aseguren el cumplimiento de estas condiciones.

El sistema de encofrado para pilas de viaductos y pasos superiores deberá ser previamente aprobado por la D.O. Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón. En el caso de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Las juntas del encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros (2 mm) para evitar la pérdida de lechada; pero deberán dejar el hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad durante el hormigonado o durante el curado se compriman y deformen los tableros.

En el caso de las juntas verticales de construcción el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras activas y pasivas. El desencofrado deberá realizarse tan pronto como sea posible, sin peligro para el hormigón, y siempre informando al Director de las Obras.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado deberán estar aprobados por el Director de las Obras, sin que ello exima al Contratista de su responsabilidad.

Los dispositivos empleados para el anclaje del encofrado habrán de ser retirados inmediatamente después de efectuado el desencofrado.

Los alambres y anclajes del encofrado que no puedan quitarse fácilmente (será permitido únicamente en casos excepcionales y con la autorización del Director de las Obras) habrán de cortarse a golpe de cincel. No está permitido el empleo de soplete para cortar los salientes de los anclajes. Los agujeros de anclaje habrán de cincelarse limpiamente, o prever conos de material plástico o blando, que una vez efectuado el desencofrado, puedan quitarse fácilmente. Dichos agujeros se rellenarán con hormigón del mismo color que el empleado en

la obra de fábrica. Es imprescindible, en todo caso, disponer los anclajes en líneas y equidistantes. Allí donde sea posible se emplearán apuntalamientos exteriores.

#### **680.4 MEDICIÓN Y ABONO**

Se medirá la superficie según los Planos del Proyecto y que se encuentre en contacto con el hormigón:

- m<sup>2</sup> de encofrado en paramentos ocultos.
- m<sup>2</sup> de encofrado en paramentos vistos.
- m<sup>2</sup> de encofrado en alzado de pilas de viaductos

Incluyen los materiales de encofrado y su amortización, el desencofrante, el montaje y desmontaje del encofrado, los apuntalamientos previos, así como la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos utilizados, y todos los transportes necesarios tanto para su utilización como para su almacenaje.

En caso de existencia de huecos, estos se han de deducir según los criterios que fije el Proyecto.

Los precios incluyen todas las operaciones necesarias para materializar formas especiales como berenjenos, cajetines remates singulares definidos en los planos, etc., así como la colocación y anclajes de latiguillos y otros medios auxiliares.

También incluyen los precios el material y colocación de puntales, cimbras o cualquier otro tipo de estructura auxiliar necesaria para los correctos aplomo, nivelación y rasanteo de superficies. El cimbrado será objeto de abono independiente, según el Artículo correspondiente del presente Pliego, únicamente para alturas superiores a cuatro (4) metros.

### **ARTÍCULO 681 APEOS Y CIMBRAS**

#### **681.1 DEFINICIÓN**

Se define como cimbra la estructura provisional que tiene por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por sí misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados.

La ejecución de la unidad de obra comprende las operaciones siguientes:

- Proyecto de la cimbra y cálculos de su capacidad portante.
- Preparación y ejecución del cimbrado de la cimbra.
- Montaje de apuntalamientos y cimbras.
- Pintado de las superficies interiores del encofrado, con un producto desencofrante, cuando la cimbra actúe de encofrado.
- Tapado de las juntas entre piezas, en su caso.
- Nivelación de la cimbra.
- Pruebas de carga de apuntalamientos y cimbras, cuando proceda.

- Descimbrado y retirada de todos los elementos de la cimbra y de los elementos de cimbrado que puedan perjudicar al resto de la obra.

### 681.2 CONDICIONES GENERALES

El proyecto de la cimbra ha de especificar la naturaleza, características, dimensiones y capacidad resistente de cada uno de sus elementos y del conjunto. La D.O. ha de aprobar el proyecto de la cimbra.

Los elementos que forman la cimbra han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta el hormigonado.

En las obras de hormigón pretensado, la disposición de la cimbra ha de permitir las deformaciones que se derivan del tesado de las armaduras activas y ha de resistir la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, sus diferentes elementos han de estar sujetos con tornillos o bien soldados. Las presiones transmitidas al terreno no han de producir asentamientos perjudiciales para el sistema de hormigonado previsto.

Los arriostrados han de tener la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se han de retirar los que se puedan antes del tesado de las armaduras, si la estructura se ha de pretensar.

La cimbra ha de tener una carrera suficiente para poder realizar las operaciones del descimbrado.

Tolerancias de deformaciones para el hormigonado:

- Movimientos locales de la cimbra .....  $\leq 5$  mm.
- Movimientos del conjunto (L=luz) .....  $\leq L/1000$ .

### 681.3 CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Si la estructura puede ser afectada por una corriente fluvial, se han de tomar las precauciones necesarias contra las avenidas.

El montaje de la cimbra se ha de efectuar por personal especializado. Una vez montada la cimbra, se ha de comprobar que los puntos de apoyo del encofrado de la cara inferior de la estructura se ajustan en cota a los cálculos con las tolerancias establecidas.

La D.O. puede ordenar, si lo considera necesario, una prueba de carga de la cimbra hasta un 20% superior al peso que habrá de soportar.

Las pruebas de sobrecarga de la cimbra se han de efectuar de manera uniforme y pausada. Se ha de observar el comportamiento general de la cimbra siguiendo sus deformaciones. El descimbrado se hará de forma suave y uniforme sin producir golpes ni sacudidas. No se ha de descimbrar sin la autorización de la D.O.

En los elementos que se haya de hormigonar a contraflecha, se ha de tener en cuenta ésta en la ejecución de la cimbra.

El desmontaje se ha de efectuar de conformidad con el programa previsto en el Proyecto. Si no lo contraindica el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se ha de empezar para el centro del tramo y continuar hacia a los extremos.

El orden, el recorrido del descenso de los apoyos en cada fase del descimbrado, la forma de ejecución y los medios a utilizar en cada caso, se han de ajustar a lo indicado por la D.O. No se ha de descimbrar hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia adecuada. Para conocer el momento de desenganchado de la cimbra se han de realizar los ensayos informativos correspondientes sobre probetas de hormigón.

Cuando los elementos sean de cierta importancia, al descimbrar la cimbra es recomendable utilizar cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos similares.

Si la estructura es de cierta importancia y cuando la D.O. lo estime conveniente las cimbras se han de mantener despegadas dos o tres centímetros durante 12 horas, antes de retirarlas completamente.

En el caso de elementos pretensados, el proceso de desmontaje de la cimbra ha de tener en cuenta el tesado del elemento, evitando que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, a tensiones perjudiciales no previstas.

### 681.4 MEDICIÓN Y ABONO

m<sup>3</sup> de cimbra, medido según volumen realmente limitado entre la superficie de apoyo de la cimbra aprobada expresamente por la D.O. y el encofrado de la cara inferior de la estructura a sustentar.

Este criterio incluye la amortización o alquiler de la cimbra y todas las unidades descritas en la unidad de obra o que aparezcan en su descomposición. La unidad incluye el proyecto de apuntalamientos y cimbras, preparaciones y ejecución de su cimiento, pruebas de carga, transportes, nivelación y todos los materiales, operaciones y medios auxiliares necesarios para su construcción, montaje y retirada.

La unidad no será de abono independiente cuando la altura de la cimbra sea inferior a cuatro metros (4 m). En este caso se considerará incluida en la unidad correspondiente a los encofrados.

Los precios incluyen la ejecución de las operaciones anteriormente descritas en este apartado, en turnos continuos de trabajo diurnos o nocturnos en cualquier día y época del año, los elementos auxiliares de iluminación y energía que sean necesarios para trabajos nocturnos, los accesos y posicionamientos en zonas con cortes de tráfico, los acopios intermedios y los desplazamientos de cualquier elementos auxiliar que se precise, para obtener altos rendimientos de ejecución, sin que haya lugar a sobreprecio o reclamación alguna por estas u otras circunstancias presentes en la obra, dando por sentado que se ha realizado un estudio exhaustivo de la ejecución de la unidad en el plazo previsto.

## CAPITULO VII: OBRAS VARIAS

### ARTÍCULO 690 IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS

#### 690.1 DEFINICIÓN

Consiste en la impermeabilización de paramentos de fábricas de hormigón, u otros materiales, en estribos, pilas, tableros, bóvedas, aletas, muros, etc.

#### 690.2 MATERIALES

Serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Cuando se utilicen asfaltos o betunes asfálticos serán del tipo G-1 o G.2, según vayan a utilizarse bajo o sobre el nivel del terreno. Cada uno de dichos tipos cumplirá las condiciones que se le exigen en la Norma UNE 41088.

#### 690.3 EJECUCIÓN

La ejecución de los trabajos se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras.

#### 690.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las impermeabilizaciones de paramentos se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre Planos. En el precio unitario quedarán incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad.

### ARTÍCULO 692 APOYOS DE MATERIAL ELASTOMÉRICO

#### 692.1 DEFINICIÓN

Se definen así los aparatos de apoyo constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica, traslaciones o giros de los elementos estructurales que soportan.

Los apoyos pueden ser zunchados o sin zunchar, entendiéndose por zunchados aquellos que constan de un cierto número de capas de material elastomérico separadas por zunchos de chapa de acero que quedan unidos fuertemente al material elastomérico durante el proceso de fabricación.

### 692.2 MATERIALES

#### 692.2.1 Material elastomérico

El material elastomérico podrá ser caucho natural o sintético. Deberá presentar una buena resistencia a la acción de grasas, intemperie, ozono atmosférico, y a las temperaturas extremas a que haya de estar sometido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá la composición y características mecánicas del material y, en particular, su dureza, módulo de deformación transversal y porcentaje máximo de variación de sus características mecánicas, después de someter al material a un proceso definido de envejecimiento artificial.

#### 692.2.2 Zunchos de acero

Las placas de acero empleadas en los zunchos tendrán un límite elástico de dos mil cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (2.400 kgf/cm<sup>2</sup>), y una carga de rotura mínima de cuatro mil doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (4.200 kgf/cm<sup>2</sup>).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá la carga tangencial mínima que deberá ser capaz de resistir la unión al material elastomérico, sin presentar ningún despegue, así como la deformación angular correspondiente.

#### 692.3 EJECUCIÓN

Los apoyos de material elastomérico se asentarán sobre una capa de mortero de cemento designado como M 450, en el Artículo 611, "Morteros de cemento", de al menos, un centímetro (1 cm) de espesor, de forma que quede su cara superior perfectamente horizontal, salvo que se indique expresamente en los Planos que deban quedar con determinada pendiente. Se vigilará que la placa esté libre en toda su altura, con objeto de que no quede coartada su libertad de movimiento horizontal.

#### 692.4 MEDICIÓN Y ABONO

Los apoyos se abonarán por unidades de cada tipo y dimensiones realmente colocadas en obra y contados sobre los Planos. En el precio unitario quedarán incluidos el mortero de asiento, y cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

## **ARTÍCULO 694 JUNTAS DE TABLERO**

### **694.1 DEFINICIÓN**

Se definen como juntas de tablero, los dispositivos que enlazan los bordes de dos tableros contiguos, o de un tablero y un estribo de forma que permitan los movimientos por cambios de temperatura, deformaciones reológicas en caso de hormigón y deformaciones de la estructura, al tiempo que presentan una superficie lo más continua posible a la rodadura.

### **694.2 CONDICIONES GENERALES**

El tipo de las juntas y los materiales que las constituyen serán los definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **694.3 EJECUCIÓN**

Antes de montar la junta, se ajustará su abertura inicial, en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y de los acortamientos diferidos previstos, en caso de estructuras de hormigón.

La junta se montará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al tablero y a su enrase con la superficie del pavimento.

### **694.4 MEDICIÓN Y ABONO**

Las juntas de tablero se abonarán por metros (m) de junta colocada, medidos sobre Planos. En el precio unitario quedarán comprendidos todos los materiales especiales, así como anclajes, soldaduras, morteros, pinturas, y cuantos trabajos y materiales sean necesarios para su correcta ejecución.

## **ARTÍCULO 695 PRUEBA DE CARGA**

### **695.1 DEFINICIÓN**

Se define como prueba de carga al conjunto de operaciones de control, cuya realización es preceptiva en puentes y pasarelas antes de su apertura al tráfico, a fin de comprobar la adecuada concepción, la estabilidad y el buen comportamiento de la obra.

### **695.2 EJECUCIÓN**

Las pruebas a realizar serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No se procederá a la realización de las pruebas de carga hasta haber comprobado que el hormigón ha alcanzado la resistencia característica especificada en el Proyecto.

El tren de cargas de la prueba, formado por camiones o vehículos similares, deberá ser aprobado previamente por el Director de las obras.

Durante el desarrollo de las pruebas se adoptarán las precauciones necesarias para evitar un posible accidente. En caso de aparecer algún defecto que el Director considere peligroso, se estudiarán las causas posibles del mismo y se adoptarán las medidas que el Director estime oportunas. El Director podrá ordenar la realización de pruebas complementarias cuando lo estime necesario, aun cuando no hubieran estado previstas inicialmente en el Proyecto.

### **695.3 ACTA DE LAS PRUEBAS DE CARGA**

Finalizadas las pruebas, se redactará un Acta en la que, además de cuantas observaciones crea conveniente añadir el Director, se incluirán los siguientes apartados:

- Datos generales de fecha, personas asistentes a la prueba, clave del Proyecto, y finalidad de la prueba.
- Descripción de la obra.
- Estado de la obra previo a la realización de las pruebas.
- Tren de cargas utilizado.
- Aparatos de medida.
- Condiciones climatológicas.
- Puntos de referencia respecto a los que se hayan realizado medidas y dejado constancia para identificación futura.
- Descripción del ensayo y resultados obtenidos.

- Estado final de la obra.

#### **695.4 MEDICIÓN Y ABONO**

Esta unidad se medirá y abonará según se indique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **PARTE 7ª SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS**

### **ARTÍCULO 704 BARRERAS DE SEGURIDAD, PRETILES Y SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS.**

#### **704.1 DEFINICIÓN**

Se definen como barreras de seguridad a los sistemas de contención de vehículos que se instalan en las márgenes de las carreteras. Su finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control.

Los pretiles son sistemas de contención de vehículos que se disponen específicamente sobre puentes, obras de paso y eventualmente sobre muros de sostenimiento en el lado del desnivel. Los sistemas para protección de motociclistas son aquellos específicamente diseñados para reducir las consecuencias del impacto del motociclista contra el sistema de contención o bien para evitar su paso a través de ellos.

#### **704.2 TIPOS**

Las barreras de seguridad y pretiles se clasifican, según el comportamiento del sistema, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en las normas UNE-EN 1317-1 y UNE-EN 1317-2. Según su geometría y funcionalidad las barreras se clasifican en simples y dobles, en función de que sean aptas para el choque por uno o por ambos de sus lados.

Los sistemas para protección de motociclistas se clasifican, según su comportamiento, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en la norma UNE 135900.

#### **704.3 MATERIALES**

##### **704.3.1 Consideraciones generales**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto.

Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

##### **704.3.2 Barreras y pretiles**

Las barreras de seguridad y los pretiles podrán fabricarse en cualquier material, siempre que el sistema disponga del correspondiente marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 1317-5.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las características de las barreras de seguridad y pretiles, estableciendo como mínimo la clase y nivel de contención de las mismas, el índice de severidad, la anchura de trabajo, la deflexión dinámica y el tipo de superficie de sustentación.

Además, podrá fijar otras características que formen parte de los ensayos para la obtención del marcado CE, así como cualquier otra prescripción por motivos de seguridad o que garantice que el comportamiento de la instalación sea semejante al declarado en el marcado CE.

#### 704.3.4 Características

Las características técnicas de los elementos constituyentes de cualquier sistema de contención de vehículos, serán las especificadas por el fabricante e incluidas en el informe inicial de tipo aplicado para la obtención del correspondiente marcado CE (o Declaración de Prestaciones con la norma UNE-ENV 1317-4 para los terminales y transiciones) según establece la norma UNE-EN 1317-5. Dichas características técnicas deberán ser conformes con lo dispuesto en la norma UNE-EN 1317-5 para la descripción técnica del producto.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares específicamente indique otra prescripción, no podrán emplearse los siguientes elementos:

- Barreras de seguridad o pretilos de nivel de contención N1.
- Barreras de seguridad o pretilos con índice de severidad C.
- Barreras de seguridad con anchura de trabajo W8.
- Barreras de seguridad con deflexión dinámica superior a dos metros y medio (> 2,5 m).

El terreno de sustentación a considerar será una zahorra artificial ZA 0/20, conforme al artículo 510 de este Pliego, con una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento ( 98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Próctor modificado, a menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares específicamente indique otra cosa.

Para los pretilos, se comprobará que el elemento soporte empleado en los ensayos para la obtención del marcado CE, incluidas uniones, arriostramientos, apoyos y disposición en general, es asimilable a la geometría y colocación de los elementos — tanto obras de paso como coronaciones de muros — sobre los que se vayan a sustentar esos pretilos. Su deflexión dinámica máxima vendrá fijada por la geometría de los tableros de los puentes o coronación de los muros.

En cualquier caso, el elemento de sustentación sobre obras de paso no será de geometría, armadura ni resistencia característica inferior al empleado en los ensayos de choque a escala real, según la norma UNE-EN 1317-2.

### 704.4 EJECUCIÓN

#### 704.4.1 Seguridad y señalización de las obras

Antes de iniciarse la instalación de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad, pretilos o sistemas de protección de motociclistas, el Contratista someterá a la aprobación del

Director de las Obras los sistemas de señalización a utilizar para la protección del tráfico, del personal, de los materiales y la maquinaria durante el período de ejecución de las mismas.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las medidas de seguridad y señalización a utilizar durante la ejecución de las obras, de acuerdo con toda la legislación que en materia de seguridad viaria, laboral y ambiental esté vigente.

#### 704.4.2 Preparación de la superficie existente

Para las barreras de seguridad, el tipo de terreno sobre el que se sustenten, deberá ser semejante al empleado en los ensayos de choque (norma UNE-EN 1317-2), con el fin de garantizar el comportamiento del sistema de forma semejante a la ensayada.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares expresamente indique otro terreno, el prescrito en la zona adyacente al pavimento será una zahorra artificial ZA 0/20, conforme a los requisitos establecidos en el artículo 510 de este Pliego, con una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento ( 98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Próctor modificado.

Si en los informes de los ensayos iniciales de tipo para la obtención del correspondiente marcado CE (o certificado de conformidad con la norma UNE-ENV 1317-4 para los terminales y transiciones) según establece la norma UNE-EN 1317-5, se ha realizado algún ensayo estático de respuesta del terreno (por ejemplo, un ensayo de empuje sobre los postes), éste se aplicará en la instalación de la barrera, debiendo figurar el procedimiento en el manual de instalación suministrado por el fabricante (norma UNE-EN 1317-5).

La cimentación de pretilos o atenuadores de impacto se realizará de forma que se garantice que el comportamiento del conjunto será semejante al declarado en los ensayos para obtener el marcado CE.

#### 704.4.3 Replanteo

Previamente al inicio de la obra, se llevará a cabo un cuidadoso replanteo que garantice la correcta terminación de los trabajos, acorde con las prescripciones del Proyecto.

#### 704.4.4 Instalación

Antes de proceder al inicio de los trabajos el fabricante deberá proporcionar un manual de instalación de la barrera, pretil o sistema de contención (norma UNE-EN 1317-5) que tenga en

cuenta las características del soporte o elemento de sustentación, así como otros posibles condicionantes, de manera que sea posible obtener el comportamiento declarado en el ensayo inicial de tipo.

#### **704.5 LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará el procedimiento de instalación y el tiempo máximo de apertura al tráfico autorizado, así como cualquier otra limitación en la ejecución definida en el Proyecto en función del tipo de vía, por la instalación de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad, pretilas o sistemas de protección de motociclistas, o cualquier otra circunstancia significativa que incida en la calidad y durabilidad del elemento o en la seguridad viaria.

#### **704.6 CONTROL DE CALIDAD**

##### **704.6.1 Consideraciones generales**

El control de calidad de los sistemas de contención incluye la comprobación de los elementos constituyentes suministrados, de la puesta en obra, así como de la unidad terminada.

##### **704.6.2 Control de procedencia de los materiales**

###### **704.6.2.1 Consideraciones generales**

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego.

Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

###### **704.6.2.2 Identificación**

A la entrega de cada suministro, el contratista facilitará al Director de las Obras un albarán con documentación anexa incluyendo, al menos, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Identificación del fabricante.
- Designación de la marca comercial.
- Cantidad de elementos que se suministran.
- Identificación de los lotes (referencia) de cada tipo de elemento suministrado
- Fecha de fabricación.

Los productos que obligatoriamente deban ostentar el marcado CE deberán, además incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año de su primera colocación.
- Número de referencia de la Declaración de Prestaciones.
- Referencia a la norma europea EN 1317.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Identificación de las características del producto (clases de nivel de contención, severidad del impacto, anchura de trabajo y deflexión dinámica).

Para cada tipo de sistema de contención se deberá adjuntar la Declaración de Prestaciones del marcado CE, según la norma UNE-EN 1317-5, emitida por el fabricante, que deberá ir acompañada del correspondiente marcado CE (o certificado de conformidad con la norma UNE-ENV 1317-4 para los terminales y transiciones) según la norma UNE-EN 1317-5, emitido también por un organismo de certificación.

Junto con esta información se incluirá la descripción técnica de cada producto (norma UNE-EN 1317-5) que deberá contener al menos los siguientes datos:

- Planos generales del sistema con descripción del esquema de instalación y tolerancias.
- Planos de todos los componentes, con dimensiones, tolerancias y especificaciones de todos los materiales.

- Especificaciones para todos los materiales y los acabados (incluyendo recubrimientos protectores).
- Evaluación de la durabilidad del producto.
- Planos de todos los elementos ensamblados en fábrica.
- Lista completa de todas las partes, incluyendo pesos.
- Detalles del pretensado (si es de aplicación).
- Cualquier otra información de interés (por ejemplo, información relativa al reciclaje, medio ambiente o seguridad).
- Información sobre sustancias reguladas.

Además, el fabricante estará obligado (norma UNE-EN 1317-5) a suministrar, a través del Contratista, un manual de instalación donde se especifiquen todas las condiciones relativas a implantación, mantenimiento, inspección y terrenos soporte existente.

El Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar la marca o referencia de los elementos constituyentes de los sistemas de contención suministrados, a fin de verificar que se corresponden con la clase y calidad indicada en la documentación que les acompaña. Además, podrá exigir siempre que lo considere oportuno, la presentación de los informes completos de los ensayos realizados para la obtención del marcado CE, o certificado de conformidad cuando el marcado CE no sea de aplicación.

#### **704.6.3 Control de calidad de los materiales**

El control de calidad de los acopios se realizará sobre los elementos constituyentes de los sistemas de contención. Los criterios serán los indicados en la descripción técnica de cada producto (norma UNE-EN 1317-5) y coincidirán con los empleados para elaborar el informe de evaluación de la muestra ensayada (norma UNE-EN 1317-5) correspondiente a los ensayos iniciales de tipo realizado para evaluar la conformidad del producto y obtener el correspondiente marcado CE.

#### **704.6.4 Control de la puesta en obra**

El Contratista facilitará al Director de las Obras, diariamente, un parte de ejecución de obra en el cual deberán figurar, al menos, los siguientes conceptos:

- Fecha de instalación.
- Localización de la obra.
- Clave de la obra.

- Número de elementos instalados, o número de metros ejecutados, por tipo.
- Ubicación de los sistemas instalados.
- Observaciones e incidencias que a juicio del Contratista pudieran influir en las características y durabilidad de los sistemas instalados.

El Director de las Obras, además de disponer de la información de los ensayos anteriores, podrá, en el uso de sus atribuciones, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad de los elementos constituyentes de los sistemas de contención que se encuentren acopiados.

#### **704.7 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Se rechazarán todos aquellos acopios que no cumplan alguna de las condiciones especificadas en la descripción técnica de cada producto (norma UNE-EN 1317-2) entregada por el suministrador a través del Contratista.

Los acopios rechazados podrán presentarse a una nueva inspección, siempre que el suministrador, a través del Contratista, acredite que todas las unidades han vuelto a ser examinadas y ensayadas, se han eliminado todas las defectuosas o corregido sus defectos. Las nuevas unidades, en cualquier caso, serán sometidas de nuevo a los ensayos de control.

#### **704.8 PERIODO DE GARANTÍA**

El período de garantía de los elementos constituyentes de los sistemas de contención que no hayan sido objeto de arrancamiento, rotura o deformación por la acción del tráfico, fabricados e instalados con carácter permanente según las normas y pliegos de prescripciones técnicas aplicables, así como conservados regularmente de acuerdo con las instrucciones facilitadas por el fabricante, será de dos (2) años, contabilizados desde la fecha de su instalación.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá fijar períodos de garantía de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad, pretilos o sistemas de protección de motociclistas superiores a los especificados en este apartado, dependiendo de la ubicación de dichos sistemas de contención, de su naturaleza, o de cualquier otra circunstancia que incida en su calidad y durabilidad, así como en la seguridad viaria.

El Director de las Obras podrá prohibir la instalación de elementos constituyentes de los sistemas de contención objeto de este Pliego con períodos de tiempo entre su fabricación e instalación inferiores a doce (12) meses, cuando las condiciones de almacenamiento y conservación no hayan sido adecuadas. En cualquier caso no se instalarán elementos constituyentes de estos sistemas cuyo período de tiempo, comprendido entre su fabricación e instalación supere los doce ( 12) meses, independientemente de las condiciones de almacenamiento.

El suministrador, a través del Contratista, facilitará al Director de las Obras las instrucciones a las que se refiere este apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la conservación de los elementos constituyentes de los sistemas de contención instalados.

#### **704.9 MEDICIÓN Y ABONO**

Las barreras de seguridad, pretilas y sistemas de protección de motociclistas se abonarán por metros lineales (m) realmente colocados en obra, incluyendo en el precio cualquier elemento necesario para su colocación y puesta en obra.

Los abatimientos inicial y final de los extremos de las barreras pretilas y sistemas de protección de motociclistas se abonarán por unidades (ud) realmente colocadas en obra, incluyendo en el precio cualquier elemento necesario para su colocación, unión a la barrera y anclaje al terreno.

Zaragoza, junio de 2020

AUTOR DEL PROYECTO

FD: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Ingeniero Civil

DIRECTOR DEL PROYECTO

Miguel Ángel Morales Arribas

Ingeniero de Caminos, canales y puertos



**Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia**  
Centro adscrito  
**Universidad Zaragoza**

## **DOCUMENTO N° 4 PRESUPUESTO**

[DISEÑO DE PUENTE PÓRTICO DE CARRETERA]

Autor: Eynar Gonzalo Miranda Laruta

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

## INDICE DE CONTENIDO

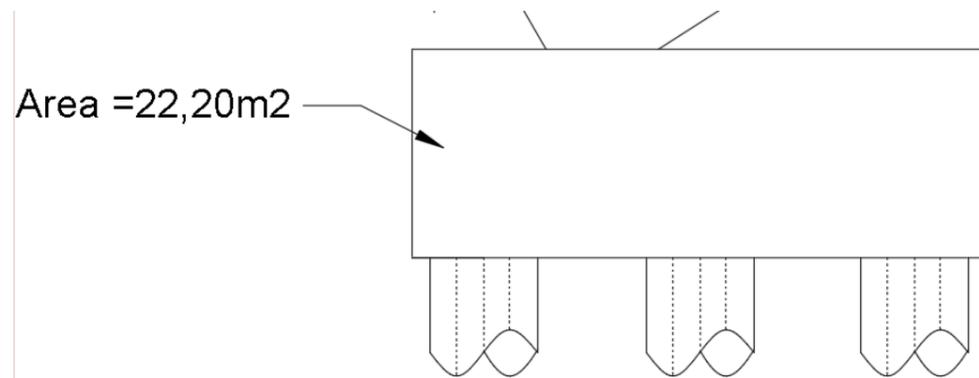
<b>1. MEDICIONES</b>	<b>2</b>
1.1. mediciones auxiliares	2
1.1.1. excavación	2
1.1.2. encofrado	2
1.1.3. armadura	3
1.1.4. hormigonado	3
1.2. Medición general	3
<b>2. CUADRO DE PRECIOS</b>	<b>6</b>
2.1. Cuadro de precios 1	6
2.2. Cuadro de precios 2	8
<b>3. PRESUPUESTO</b>	<b>12</b>
3.1. presupuesto por capítulos	12
3.2. Presupuesto de ejecución material	15
3.3. Presupuesto base de licitación	15

## 1. MEDICIONES

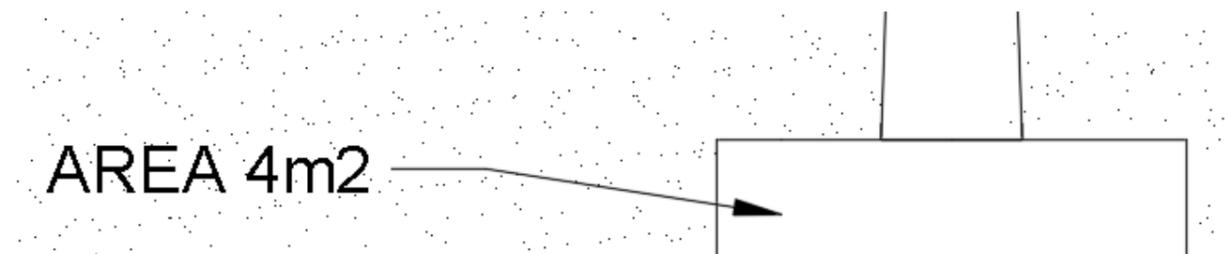
### 1.1. MEDICIONES AUXILIARES

#### 1.1.1. excavación

Encepado



Zapata estribo



#### EXCAVACIÓN

	ÁREA(m2)	LONGITUD (m)	NUMERO	VOLUMEN(m3)
DESBROCE	1200 (30x40)		2	2400
ENCEPADO				
1	23,20	15,60	1,00	361,92
ENCEPADO				
2	23,20	15,60	1,00	361,92
Z. ESRIBO	4,00	18,45	2,00	147,60
PILOTE	1,76	15,00	30,00	792,00
				<b>1663,44</b>

#### 1.1.2. encofrado

ENCOFRADO							
ZONA	NUMERO	ANCHO	ALTO	AREA	AREA PARCIAL	ÁREA TOTAL	
ENCEPADO							
LADO MENOR	4,00	8,00	2,90	23,20	92,80	273,76	
LADO MAYOR	4,00	15,60	2,90	45,24	180,96		
ESTRIBO							
ZAPATA							
LADO MENOR	4,00	4,00	1,00	4,00	16,00	89,80	
LADO MAYOR	4,00	18,45	1,00	18,45	73,80		
DIAFRAGMA							
LADO MENOR	20,00	0,80	8,00	6,40	128,00	320,00	
LADO MAYOR	20,00	1,20	8,00	9,60	192,00		
VIGA CABEZAL							
H. INFERIOR	2,00	1,60	18,45	29,52	54,64	295,24	
V. FRONTAL	2,00	18,45	1,50	27,68	55,35		
V. FRON PORT	2,00	18,45	1,50	27,68	55,35		
V. PORTERIOR	2,00	18,45	3,00	55,35	110,70		
V. LATERAL	4,00	1,60	3,00	4,80	19,20		
							705,04
PILAS							
LADO FRONT-POST	16,00	1,00	7,50	7,50	120,00	252,00	
LADO LATERAL	16,00	1,10	7,50	8,25	132,00		
TIRANTES							
LADO FRONT-POST	16,00	0,80	12,20	9,76	156,16	351,36	
LADO LATERAL	16,00	1,00	12,20	12,20	195,20		
TABLERO							
H. VOLADIZO INF	2,00	2,54	72,50	184,15	368,3	1497,5	
V. VOLADIZO EXT	2,00	0,25	72,50	18,125	36,25		
INF INCLINADA	2,00	1,73	72,50	125,43	250,85		
H. INF. VANO LATERAL	2,00	variable	15,00	172,8	345,6		
H. INF. VANO CENTRAL	1,00	variable	42,50	496,5	496,5		

**1.1.3.armadura**

ARMADURA								
	PARTE	Nº PARTES	Nº TOTAL	LONGITUD(m)	Ø(mm)	PESO	PARCIALES	TOTALES
ENCEPADO	A. principal long	2,00	27,00	11,10	25,00	2309,70	11360,08	42262,92
	A. secundarial long	2,00	18,00	11,10	16,00	630,70		
	A. principal transv	1,00	45,00	11,90	25,00	2063,47		
	A. secundarial transv	1,00	36,00	11,90	16,00	676,16		
PILOTES	A. longitudinal	2,00	20,00	7,75	20,00	19112,66	30902,84	
	A. transv	1,00	75,00	3,32	16,00	11790,17		
ESTRIBO	Z. Long inf	2,00	27,00	10,40	25,00	4328,09	10201,60	31318,50
	Z. Long sup	2,00	23,00	9,40	25,00	3332,39		
	Z. transv	1,00	92,00	5,60	20,00	2541,12		
	Diafragma. long	1,00	16,00	10,50	25,00	6473,64	8932,69	
	Diafragma. transv	1,00	41,00	3,80	16,00	2459,05	8873,15	
	V.C. long	2,00	28,00	9,40	25,00	4056,82		
		2,00	12,00	9,40	16,00	712,15		
	V.C. transv	1,00	91,00	6,20	20,00	2782,80		
		1,00	91,00	4,60	16,00	1321,38	3311,05	
	L.transicion long	2,00	50,00	8,90	10,00	1097,44		
L.transicion transv	1,00	88,00	5,10	20,00	2213,62			
PILAS	A. longitudinal	1,00	20,00	9,80	25,00	6042,07	7910,82	20652,57
	A. transversal	1,00	40,00	3,70	16,00	1868,75		
TIRANTES	A. longitudinal	2,00	22,00	7,52	25,00	10200,00	12741,75	
	A. transversal	1,00	61,00	3,30	16,00	2541,75		
TABLERO	VOLDIZO LONG SUP	6,00	12,00	12,00	16,00	2727,36	10980,60	135321,92
	VOLDIZO LONG INF	6,00	12,00	12,00	12,00	1534,14		
	VOLDIZO TRANSV SUP	1,00	483,00	3,10	16,00	4726,49		
	VOLDIZO TRANSV INF	1,00	362,00	3,10	12,00	1992,61		
	Z. INCLINADA LONG	6,00	8,00	12,00	16,00	1818,24	1818,24	
	LONG SUP	6,00	67,00	12,00	20,00	11896,71	122523,08	
	LONG INF	6,00	79,00	12,00	20,00	14027,46		
	CERCOS V. LATERAL	9,00	675,00	4,28	12,00	46168,11		
	CERCOS V. CENTRAL	8,00	1700,00	3,60	12,00	43467,38		
	A. TRANV INF	2,00	181,00	7,80	20,00	6963,42		
A. Y1860 S7		23,00	20,00	72,70	0,6"	39377,96	39377,96	

**1.1.4.hormigonado**

HORMIGONADO					
	ÁREA(m2)	LONGITUD (m)	NÚMERO	HORMIGÓN	VOLUMEN(m3)
ENCEPADO 1-2	0,80	15,60	2,00	HL-150	24,96
ENCEPADO 1-2	22,20	15,60	2,00	HA-25	692,64
PILOTE	1,76	15,00	30,00	HA-25	792,00
PILAS	1,10	7,50	8,00	HA-30	66,00
TIRANTE	0,80	12,20	8,00	HA-30	78,08
					144,08
ESTRIBO					
ZAPATA	0,40	18,45	2,00	HL-150	14,76
ZAPATA	4,00	18,45	2,00	HA-30	147,60
DIAFRAGMA	0,80	8,00	10,00	HA-30	64,00
VIGA CABEZAL	3,37	18,45	2,00	HA-30	124,35
LOSA TRANS	5,53	5,00	2,00	HA-31	55,30
TABLERO					391,25
VANO LATERAL	19,27	15,00	2,00	HP-40	578,1
VANO CENTRAL	15,81	42,50	1,00	HP-40	671,925
					1250,025

**1.2. MEDICIÓN GENERAL**

CAPÍTULO 01 CIMENTACIONES						
011	<b>m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO-HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km Según mediciones auxiliares	2	40,00	30,00	1,00	2.400,00
						2.400,00
012	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA Encepado 1 y 2 (Según mediciones auxiliares)	2	23,20	15,60		723,84
						723,84
013	<b>m PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500</b> PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO DE 1500 mm (INCLUIDO) CON ENTUBACIÓN RECUPERABLE (HASTA 6 m) HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ CAMISA Y SU RECUPERACIÓN. Pilote (según mediciones auxiliares)	30	1,76	15,00		792,00
						792,00
014	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b> ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES Encepado 1y2 (Según mediciones auxiliares) Pilotes (Según mediciones auxiliares)	1	11.360,08			11.360,08
		1	30.902,84			30.902,84
						42.262,92
016	<b>m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150</b> HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA Encepado 1y2 (Según mediciones auxiliares)	2	0,80	15,60		24,96
						24,96
015	<b>m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25</b> HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS. Encepado 1y2 (Según mediciones auxiliares) Pilotes (Según mediciones auxiliares)	2	22,20	15,60		692,64
		30	1,76	10,00		528,00
						1.220,64
017	<b>m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS</b> ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN. Encepado 1y2 (Según mediciones auxiliares)		273,76			273,76
						273,76
018	<b>ud TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO PARA PILOTES</b> TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO Y MEDIOS AUXILIARES PARA CAMBIO ENTRE TAJOS PARA PILOTES DESDE 1200 mm A 2000 mm CON GÓNDOLA.					273,76
						1,00
						147,60
						10.201,60
						8.932,69
						8.873,15
						3.311,06
						31.318,50
021	<b>CAPÍTULO 02 ESTRIBOS</b> <b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA Zapata estribos (Según mediciones auxiliares)	2	4,00	18,45		147,60
						147,60
022	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b> ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES Zapata 1y2 (según mediciones auxiliares) Diafragmas (según mediciones auxiliares) Viga cabezal 1y2 (según mediciones auxiliares) Losa de transición 2 (según mediciones auxiliares)					10.201,60
						8.932,69
						8.873,15
						3.311,06
						31.318,50
023	<b>m³ HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30</b> HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS. Zapata 1y2 (según mediciones auxiliares) Diafragmas (según mediciones auxiliares) Viga cabezal 1y2 (según mediciones auxiliares) Losa de transición 2 (según mediciones auxiliares)	2	4,00	18,45		147,60
		10	0,80	8,00		64,00
		2	3,37	18,45		124,35
		2	5,53	5,00		55,30
						391,25
024	<b>m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150</b> HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA Zapata 1y2 (según mediciones auxiliares)	2	0,40	18,45		14,76
						14,76
025	<b>m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS</b> ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO					14,76

	DO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.			
	Zapata 1y2 (según mediciones auxiliares)	1	89,80	89,80
	Diafragmas (según mediciones auxiliares)	1	320,00	320,00
	Viga cabezal 1y2 (según mediciones auxiliares)	1	295,24	295,24
				705,04
<b>031</b>	<b>CAPÍTULO 03 PILAS Y TIRANTES</b>			
	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b>			
	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES			
	Pilas A, longitudinal (Según mediciones auxiliares)	6.042,07		6.042,07
	Pilas A, transversal (Según mediciones auxiliares)	1.868,75		1.868,75
	Tirantes A, longitudinal (Según mediciones auxiliares)	10.200,00		10.200,00
	Tirantes A, transversal (Según mediciones auxiliares)	2.541,75		2.541,75
				20.652,57
<b>032</b>	<b>m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30</b>			
	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.			
	Pilas (Según mediciones auxiliares)	8	1,10	7,50
	Tirantes (Según mediciones auxiliares)	8	0,80	12,20
				144,08
<b>033</b>	<b>m3 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS</b>			
	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHICHEMBRADA i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.			
	Pilas (Según mediciones auxiliares)	252,00		252,00
	Tirantes (Según mediciones auxiliares)	351,36		351,36
				603,36
<b>041</b>	<b>CAPÍTULO 04 TABLERO</b>			
	<b>m³ CIMBRA CUAJADA</b>			
	CIMBRA CUAJADA i/ PROYECTO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO, NIVELACIÓN Y APUNTALAMIENTO DE LA CIMBRA, PRUEBAS DE CARGA, TRANSPORTES, MONTAJE Y DESMONTAJE, TOTALMENTE TERMINADA Y MONTADA			
				7.211,00
<b>042</b>	<b>kg ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES</b>			
	ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADO-			

	RES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES.			
	Según mediciones auxiliares	39.377,96		39.377,96
				39.377,96
<b>043</b>	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b>			
	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES			
	A. voladizos (según mediciones auxiliares)	10.980,60		10.980,60
	A. zona inclinada (según mediciones auxiliares)	1.818,24		1.818,24
	A. área central (según mediciones auxiliares)	122.523,08		122.523,08
				135.321,92
<b>044</b>	<b>m3 HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40</b>			
	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO.			
	Vano lateral (según mediciones auxiliares)	2	19,27	15,00
	Vano central (según mediciones auxiliares)	1	15,81	42,50
				578,10
				671,93
				1.250,03
<b>051</b>	<b>CAPÍTULO 05 AUXILIARES</b>			
	<b>ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100</b>			
	Apoyo de neopreno zunchado 400x500x100, incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribo			
	4 por estribo	8		8,00
				8,00
<b>052</b>	<b>m JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm</b>			
	JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm DE MOVIMIENTO MÁXIMO, TIPO JNA O SIMILAR, TOTALMENTE COLOCADA i/ P.P. DE OPERACIONES DE CORTE Y DEMOLICIÓN, PERFORACIONES, RESINA EPOXI, PERNOS, ANCLAJES QUÍMICOS Y SELLADORES.			
	Ancho de tablero	2	18,45	36,90
				36,90
<b>053</b>	<b>m PRETIL META16 – H3/W3</b>			
	PRETIL CON NIVEL DE CONTENCIÓN H3, ANCHURA DE TRABAJO W2 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 0,60 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD B i/ ANCLAJES Y TODOS LOS MATERIALES Y OPERACIONES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA. NOTA: SE MEDIRÁ EL TERMINAL O LA TRANSICIÓN COMO LONGITUD DE PRETIL (INCLUIR EN PPTP)			
	Longitud de puente	2	72,50	145,00
				145,00

## 2. CUADRO DE PRECIOS

### 2.1. CUADRO DE PRECIOS 1

CAPÍTULO 01 CIMENTACIONES		
011	m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS <i>i/</i> DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km	0,61
	CERO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	
012	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS <i>i/</i> AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA	1,66
	UN EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
013	m PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500 PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO DE 1500 mm (INCLUIDO) CON ENTUBACIÓN RECUPERABLE (HASTA 6 m) HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD <i>i/</i> CAMISA Y SU RECUPERACIÓN.	110,44
	CIENTO DIEZ EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
014	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	0,95
	CERO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
016	m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA	62,07
	SESENTA Y DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
015	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	93,15
	NOVENTA Y TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
017	m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	24,24
	VEINTICUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
MOS 018	ud TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO PARA PILOTES TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO Y MEDIOS AUXILIARES PARA CAMBIO ENTRE TAJOS PARA PILOTES DESDE 1200 mm A 2000 mm CON GÓNDO-LA.	9.000,00
	NUEVE MIL EUROS	

### CAPÍTULO 02 ESTRIBOS

021	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS <i>i/</i> AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA	1,66
	UN EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
022	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	0,95
	CERO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
023	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	101,55
	CIENTO UN EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
024	m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA	62,07
	SESENTA Y DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
025	m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	24,24
	VEINTICUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
MOS		

**CAPÍTULO 03 PILAS Y TIRANTES**

031	kg	<b>ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b>	0,95
		ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	
		CERO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
032	m3	<b>HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30</b>	101,55
		HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	
		CIENTO UN EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
033	m3	<b>ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS</b>	24,24
		ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHIHEMBADA <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	
		VEINTICUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
MOS			

**CAPÍTULO 04 TABLERO**

041	m²	<b>CIMBRA CUAJADA</b>	11,56
		CIMBRA CUAJADA <i>i/</i> PROYECTO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO, NIVELACIÓN Y APUNTALAMIENTO DE LA CIMBRA, PRUEBAS DE CARGA, TRANSPORTES, MONTAJE Y DESMONTAJE, TOTALMENTE TERMINADA Y MONTADA	
		ONCE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
042	kg	<b>ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES</b>	3,26
		ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR <i>i/</i> VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES.	
		TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	
043	kg	<b>ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b>	0,95
		ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	
		CERO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
044	m3	<b>HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40</b>	116,79
		HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO.	
		CIENTO DIECISEIS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	

**CAPÍTULO 05 AUXILIARES**

051	ud	<b>Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100</b>	385,06
		Apoyo de neopreno zunchado 400x500x100, incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribo	
		TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
052	m	<b>JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm</b>	353,87
		JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm DE MOVIMIENTO MÁXIMO, TIPO JNA O SIMILAR, TOTALMENTE COLOCADA <i>i/</i> P.P. DE OPERACIONES DE CORTE Y DEMOLICIÓN, PERFORACIONES, RESINA EPOXI, PERNOS, ANCLAJES QUÍMICOS Y SELLADORES.	
		TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
053	m	<b>PRETIL META16 – H3/W3</b>	200,93
		PRETIL CON NIVEL DE CONTENCIÓN H3, ANCHURA DE TRABAJO W2 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 0,60 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD B <i>i/</i> ANCLAJES Y TODOS LOS MATERIALES Y OPERACIONES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA. NOTA: SE MEDIRÁ EL TERMINAL O LA TRANSICIÓN COMO LONGITUD DE PRETIL (INCLUIR EN PPTP)	
		DOSCIENTOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
MOS			

ZARAGOZA, a junio de 2020.

AUTOR DEL PROYECTO

DIRECTOR DEL PROYECTO

Eynar. Gonzalo Miranda Laruta

Miguel Ángel Morales Arribas

Ingeniero Civil

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## 2.2. CUADRO DE PRECIOS 2

### CAPÍTULO 01 CIMENTACIONES

011	m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS <i>i/</i> DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km				
		TOTAL PARTIDA.....	0,61		
012	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS <i>i/</i> AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILEADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA				
		Mano de obra.....	0,13		
		Maquinaria.....	1,44		
		Suma la partida.....	1,57		
		Costes indirectos..... 6,00%	0,09		
		TOTAL PARTIDA.....	1,66		
013	m PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500 PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO DE 1500 mm (INCLUIDO) CON ENTUBACIÓN RECUPERABLE (HASTA 6 m) HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD <i>i/</i> CAMISA Y SU RECUPERACIÓN.				
		Mano de obra.....	23,18		
		Maquinaria.....	76,60		
		Resto de obra y materiales.....	4,41		
		Suma la partida.....	104,19		
		Costes indirectos..... 6,00%	6,25		
		TOTAL PARTIDA.....	110,44		
014	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES				
		Mano de obra.....	0,14		
		Maquinaria.....	0,12		
		Resto de obra y materiales.....	0,64		
		Suma la partida.....	0,90		

		Costes indirectos.....	6,00%	0,05	
		TOTAL PARTIDA.....		0,95	
015	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.				
		Mano de obra.....		11,41	
		Maquinaria.....		6,95	
		Resto de obra y materiales.....		69,52	
		Suma la partida.....		87,88	
		Costes indirectos..... 6,00%		5,27	
		TOTAL PARTIDA.....		93,15	
016	m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA				
		Mano de obra.....		11,41	
		Maquinaria.....		0,08	
		Resto de obra y materiales.....		47,07	
		Suma la partida.....		58,56	
		Costes indirectos..... 6,00%		3,51	
		TOTAL PARTIDA.....		62,07	
017	m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.				
		Mano de obra.....		11,41	
		Maquinaria.....		8,86	
		Resto de obra y materiales.....		2,60	
		Suma la partida.....		22,87	
		Costes indirectos..... 6,00%		1,37	
		TOTAL PARTIDA.....		24,24	
018	ud TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO PARA PILOTES TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO Y MEDIOS AUXILIARES PARA CAMBIO ENTRE TAJOS PARA PILOTES DESDE 1200 mm A 2000 mm CON GÓNDO-LA.				
		Maquinaria.....		8.490,57	
		Suma la partida.....		8.490,57	
		Costes indirectos..... 6,00%		509,43	
		TOTAL PARTIDA.....		9.000,00	

024	<b>m³ HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30</b> HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	Mano de obra ..... 11,41 Maquinaria..... 6,95 Resto de obra y materiales ..... 77,44  Suma la partida ..... 95,80 Costes indirectos..... 6,00% 5,75
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>101,55</b>
025	<b>m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150</b> HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA	Mano de obra ..... 11,41 Maquinaria..... 0,08 Resto de obra y materiales ..... 47,07  Suma la partida ..... 58,56 Costes indirectos..... 6,00% 3,51
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>62,07</b>
026	<b>m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS</b> ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	Mano de obra ..... 11,41 Maquinaria..... 8,86 Resto de obra y materiales ..... 2,60  Suma la partida ..... 22,87 Costes indirectos..... 6,00% 1,37
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>24,24</b>

**CAPÍTULO 02 ESTRIBOS**

021	<b>m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km	Mano de obra ..... 0,25 Maquinaria ..... 0,45  Suma la partida ..... 0,70 Costes indirectos..... 6,00% 0,04
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>0,74</b>
022	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA	Mano de obra ..... 0,13 Maquinaria ..... 1,44  Suma la partida ..... 1,57 Costes indirectos..... 6,00% 0,09
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1,66</b>
023	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b> ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	Mano de obra ..... 0,14 Maquinaria ..... 0,12 Resto de obra y materiales ..... 0,64  Suma la partida ..... 0,90 Costes indirectos..... 6,00% 0,05
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>0,95</b>

**CAPÍTULO 03 PILAS Y TIRANTES**

031	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	Mano de obra..... 0,14 Maquinaria..... 0,12 Resto de obra y materiales..... 0,64  Suma la partida..... 0,90 Costes indirectos ..... 6,00% 0,05  <b>TOTAL PARTIDA..... 0,95</b>
032	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	Mano de obra..... 11,41 Maquinaria..... 6,95 Resto de obra y materiales..... 77,44  Suma la partida..... 95,80 Costes indirectos ..... 6,00% 5,75  <b>TOTAL PARTIDA..... 101,55</b>
033	m3 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHIHEMBADA i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	Mano de obra..... 11,41 Maquinaria..... 8,86 Resto de obra y materiales..... 2,60  Suma la partida..... 22,87 Costes indirectos ..... 6,00% 1,37  <b>TOTAL PARTIDA..... 24,24</b>

**CAPÍTULO 04 TABLERO**

041	m³ CIMBRA CUAJADA CIMBRA CUAJADA i/ PROYECTO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO, NIVELACIÓN Y APUNTAMIENTO DE LA CIMBRA, PRUEBAS DE CARGA, TRANSPORTES, MONTAJE Y DESMONTAJE, TOTALMENTE TERMINADA Y MONTADA	Mano de obra..... 4,42 Maquinaria..... 0,96 Resto de obra y materiales..... 5,53  Suma la partida..... 10,91 Costes indirectos ..... 6,00% 0,65  <b>TOTAL PARTIDA..... 11,56</b>
042	kg ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES.	Mano de obra..... 0,34 Maquinaria..... 0,44 Resto de obra y materiales..... 2,30  Suma la partida..... 3,08 Costes indirectos ..... 6,00% 0,18  <b>TOTAL PARTIDA..... 3,26</b>
043	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	Mano de obra..... 0,14 Maquinaria..... 0,12 Resto de obra y materiales..... 0,64  Suma la partida..... 0,90 Costes indirectos ..... 6,00% 0,05  <b>TOTAL PARTIDA..... 0,95</b>
044	m3 HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40 HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO.	Mano de obra..... 16,59 Maquinaria..... 21,14

Resto de obra y materiales.....	72,45
Suma la partida.....	110,18
Costes indirectos..... 6,00%	6,61
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>116,79</b>

**CAPÍTULO 05 AUXILIARES**

ZARAGOZA, a junio de 2020.

051	<p><b>ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100</b> Apoyo de neopreno zunchado 400x500x100, incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribo</p>	
	Mano de obra.....	11,96
	Resto de obra y materiales.....	351,30
	Suma la partida.....	363,26
	Costes indirectos..... 6,00%	21,80
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>385,06</b>

AUTOR DEL PROYECTO

DIRECTOR DEL PROYECTO

**Eynar. Gonzalo Miranda Laruta**  
**Ingeniero Civil**

**Miguel Ángel Morales Arribas**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**

052	<p><b>m JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm</b> JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm DE MOVIMIENTO MÁXIMO, TIPO JNA O SIMILAR, TOTALMENTE COLOCADA i/ P.P. DE OPERACIONES DE CORTE Y DEMOLICIÓN, PERFORACIONES, RESINA EPOXI, PERNOS, ANCLAJES QUÍMICOS Y SELLADORES.</p>	
	Mano de obra.....	119,53
	Maquinaria.....	9,32
	Resto de obra y materiales.....	204,99
	Suma la partida.....	333,84
	Costes indirectos..... 6,00%	20,03
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>353,87</b>

053	<p><b>m PRETIL META16 – H3/W3</b> PRETIL CON NIVEL DE CONTENCIÓN H3, ANCHURA DE TRABAJO W2 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 0,60 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD B i/ ANCLAJES Y TODOS LOS MATERIALES Y OPERACIONES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA. NOTA: SE MEDIRÁ EL TERMINAL O LA TRANSICIÓN COMO LONGITUD DE PRETIL (INCLUIR EN PPTP)</p>	
	Mano de obra.....	11,96
	Maquinaria.....	177,60
	Suma la partida.....	189,56
	Costes indirectos..... 6,00%	11,37
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>200,93</b>

### 3. PRESUPUESTO

#### 3.1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

<b>CAPÍTULO 01 CIMENTACIONES</b>				
011	<b>m2 DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA</b> DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS <i>i/</i> DESTOCONADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO-HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km			
012	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS <i>i/</i> AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA	2.400,00	0,61	1.464,00
013	<b>m PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO 1500</b> PERFORACIÓN DE PILOTE DE DIÁMETRO DE 1500 mm (INCLUIDO) CON ENTUBACIÓN RECUPERABLE (HASTA 6 m) HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD <i>i/</i> CAMISA Y SU RECUPERACIÓN.	723,84	1,66	1.201,57
014	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b> ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	792,00	110,44	87.468,48
016	<b>m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150</b> HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA	42.262,92	0,95	40.149,77
015	<b>m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25</b> HORMIGÓN PARA ARMAR HA-25 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	24,96	62,07	1.549,27
017	<b>m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS</b> ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	1.220,64	93,15	113.702,62
018	<b>ud TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO PARA PILOTES</b> TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA DEL EQUIPO Y MEDIOS AUXILIARES PARA CAMBIO ENTRE TAJOS PARA PILOTES DESDE 1200 mm A 2000 mm CON GÓNDOLA.	273,76	24,24	6.635,94
		1,00	9.000,00	9.000,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 CIMENTACIONES.....</b>				<b>261.171,65</b>

<b>CAPÍTULO 02 ESTRIBOS</b>				
021	<b>m3 EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS</b> EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TRÁNSITO CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO RIPPER O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS <i>i/</i> AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA			
022	<b>kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S</b> ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, <i>i/</i> CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES	147,60	1,66	245,02
023	<b>m³ HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30</b> HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.	31.318,50	0,95	29.752,58
024	<b>m3 HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150</b> HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA	391,25	101,55	39.731,44
025	<b>m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS</b> ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO <i>i/</i> LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	14,76	62,07	916,15
		705,04	24,24	17.090,17
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 ESTRIBOS.....</b>				<b>87.735,36</b>

<b>CAPÍTULO 03 PILAS Y TIRANTES</b>				
031	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S			
	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES			
		20.652,57	0,95	19.619,94
032	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30			
	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.			
		144,08	101,55	14.631,32
033	m3 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS			
	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHIHEMBADA i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.			
		603,36	24,24	14.625,45
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 PILAS Y TIRANTES .....</b>				<b>48.876,71</b>

<b>CAPÍTULO 04 TABLERO</b>				
041	m² CIBRA CUAJADA			
	CIBRA CUAJADA i/ PROYECTO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO, NIVELACIÓN Y APUNTALAMIENTO DE LA CIBRA, PRUEBAS DE CARGA, TRANSPORTES, MONTAJE Y DESMONTAJE, TOTALMENTE TERMINADA Y MONTADA			
		7.211,00	11,56	83.359,16
042	kg ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES			
	ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES.			
		39.377,96	3,26	128.372,15
043	kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S			
	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES			
		135.321,92	0,95	128.555,82
044	m3 HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40			
	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO.			
		1.250,03	116,79	145.991,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 TABLERO .....</b>				<b>486.278,13</b>

<b>CAPÍTULO 05 AUXILIARES</b>			
051	ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x100 Apoyo de neopreno zunchado 400x500x100, incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribo	8,00	385,06 3.080,48
052	m JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm JUNTA DE DILATACIÓN PARA TABLERO DE 70 mm DE MOVIMIENTO MÁXIMO, TIPO JUNA O SIMILAR, TOTALMENTE COLOCADA i/ P.P. DE OPERACIONES DE CORTE Y DEMOLICIÓN, RESINA EPOXI, PERNOS, ANCLAJES QUÍMICOS Y SELLADORES.	36,90	353,87 13.057,80
053	m PRETIL META16 – H3/W3 PRETIL CON NIVEL DE CONTENCIÓN H3, ANCHURA DE TRABAJO W2 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 0,60 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD B i/ ANCLAJES Y TODOS LOS MATERIALES Y OPERACIONES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA. NOTA: SE MEDIRÁ EL TERMINAL O LA TRANSICIÓN COMO LONGITUD DE PRETIL (INCLUIR EN PPTP)	145,00	200,93 29.134,85
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 AUXILIARES .....</b>			<b>45.273,13</b>

### 3.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

01	CIMENTACIONES .....	261.171,65	28,10
02	ESTRIBOS .....	87.735,36	9,44
03	PILAS Y TIRANTES .....	48.876,71	5,26
04	TABLERO .....	486.278,13	52,33
05	AUXILIARES .....	45.273,13	4,87
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>929.334,98</b>	

Asciende el presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de NOVECIENTOS VEINTE Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS.

ZARAGOZA, a junio de 2020.

AUTOR DEL PROYECTO

**Eynar. Gonzalo Miranda Laruta**  
**Ingeniero Civil**

DIRECTOR DEL PROYECTO

**Miguel Ángel Morales Arribas**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**

### 3.3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>929.334,98</b>
13,00 % Gastos generales.....		120.813,55
6,00 % Beneficio industrial .....		55.760,10
	SUMA DE G.G. y B.I.	176.573,65
21,00 % I.V.A.....		232.240,81
	<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>1.338.149,44</b>

Asciende el presupuesto de Base de licitación a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

ZARAGOZA, a junio de 2020.

AUTOR DEL PROYECTO

**Eynar. Gonzalo Miranda Laruta**  
**Ingeniero Civil**

DIRECTOR DEL PROYECTO

**Miguel Ángel Morales Arribas**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**