



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7. P.K. 326+900.
T.M. DE PATERNA (VALENCIA)

Presentado por

Campos Collados, Jorge

Para la obtención del

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2021/2022

Fecha: Diciembre 2021

Tutor: Ferrer Pérez, Vicente Melchor



ÍNDICE GENERAL

1. DOCUMENTO 1. MEMÓRIA Y ANEJOS

- 1.1. ANEJO 1. CONDICIONANTES
- 1.2. ANEJO 2. TOPOGRAFÍA
- 1.3. ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 1.4. ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- 1.5. ANEJO 5. CÁLCULOS
- 1.6. ANEJO 6. PROGRAMA DE TRABAJOS
- 1.7. ANEJO 7. ODS
- 1.8. ANEJO 8. INFOGRAFÍA

2. DOCUMENTO 2. PLANOS

- 2.1. PLANO 01. LOCALIZACIÓN
- 2.2. PLANO 02. TOPOGRAFÍA
- 2.3. PLANO 03. EMPLAZAMIENTO
- 2.4. PLANO 04. ACCESOS
- 2.5. PLANO 05. ALZADO
- 2.6. PLANO 06. PERFILES
- 2.7. PLANO 07. SECCIÓN TRANSVERSAL
- 2.8. PLANO 08. DETALLES
- 2.9. PLANO 09. SECCIÓN TRANSVERSAL PILA
- 2.10. PLANO 10. CIMENTACIÓN PILAS
- 2.11. PLANO 11. CIMENTACIÓN ESTRIBOS
- 2.12. PLANO 12. PILAS
- 2.13. PLANO 13. PROCESO CONSTRUCTIVO

3. DOCUMENTO 3. VALORACIÓN ECONÓMICA



Documento 1. Memoria y Anejos

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)



ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO	2
2	LOCALIZACIÓN	2
3	CONDICIONANTES.....	2
4	TOPOGRAFÍA.....	3
5	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	3
6	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	4
7	CÁLCULOS	4
8	PROGRAMA DE TRABAJOS	6
9	VALORACIÓN ECONÓMICA	6
10	NORMATIVA	7

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Término municipal de Paterna	2
Ilustración 2.	Localización (Fuente: Google Earth).....	2
Ilustración 3.	Localización sondeos y penetraciones dinámicas (Fuente: proyecto "Mejoras Funcionales y de Seguridad Vial y Medidas de Integración Ambiental de la Autovía A-7")......	3
Ilustración 4.	Croquis celosía (Fuente: SAP2000).....	4
Ilustración 5.	Comprobación (Fuente: SAP2000).	5
Ilustración 6.	Rediseño estructura (Fuente: SAP2000).	5

1 Objeto del proyecto básico

El presente trabajo fin de grado tiene como objetivo definir algunas de las obras y estudiar las alternativas posibles en la ejecución de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7 en el término municipal de Paterna, más concretamente en el P.K. 326-900, con tal de dar continuidad al itinerario ciclo-peatonal entre la urbanización de La Cañada y el polígono industrial Fuente del Jarro, mejorando así la comunicación entre estas dos localizaciones. Dicha pasarela se va a dimensionar y cumplir con en la normativa actual, además introduciendo alguno de los conocimientos obtenidos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas, finalizando con este trabajo su plan de estudios.

La pasarela va a consistir en una estructura metálica, su diseño y materiales a entregar van a ser discutidos a lo largo del trabajo en los diferentes anejos. Este trabajo se va a centrar en aspectos básicos de diseño, dejando algunos matices sin mencionar debido al alcance de este estudio básico.

Además se van a añadir en el estudio los dos caminos que se van a realizar desde la pasarela a ambas calles que conecta esta, siendo la calle C-526 en la parte de La Cañada y en el lado del polígono industrial la Fuente del Jarro con la calle Islas Canarias.

2 Localización

La pasarela de estudio se encuentra entre la urbanización de La Cañada y el polígono industrial Fuente del Jarro, ambos incluidos en el término municipal de Paterna. Esta estructura se encuentra sobre la actual autovía A-7, más concretamente en el P.K. 326+900.

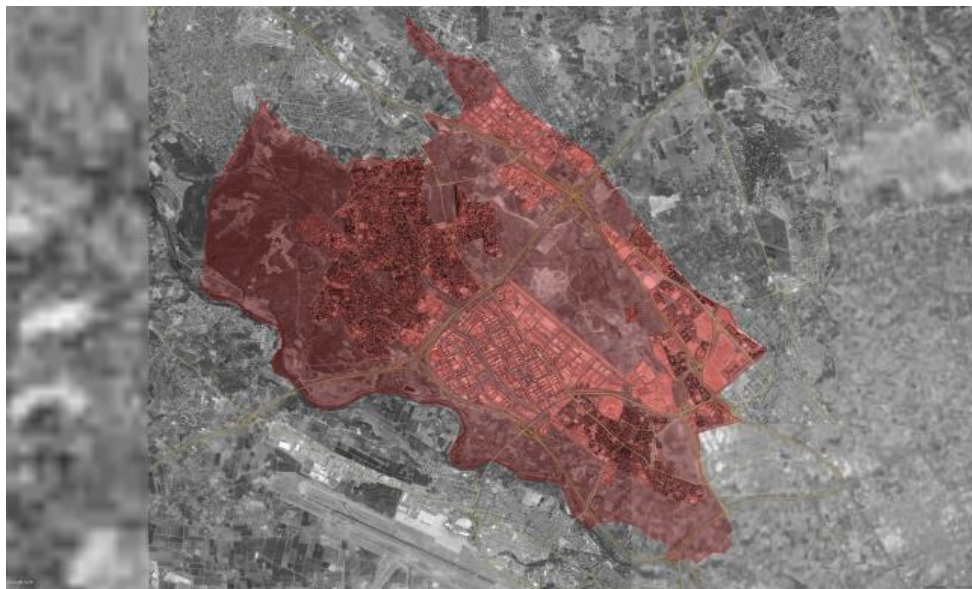


Ilustración 1. Término municipal de Paterna

Cabe destacar que ésta se encuentra entre dos pasos superiores, uno por donde circulan una de las vías de metro que conectan la ciudad de Valencia con algunas poblaciones de la comarca de El Camp del Turia, y la otra, en la que se ven compartidos su uso por vehículos y por personas, disminuyendo así la seguridad de los peatones.

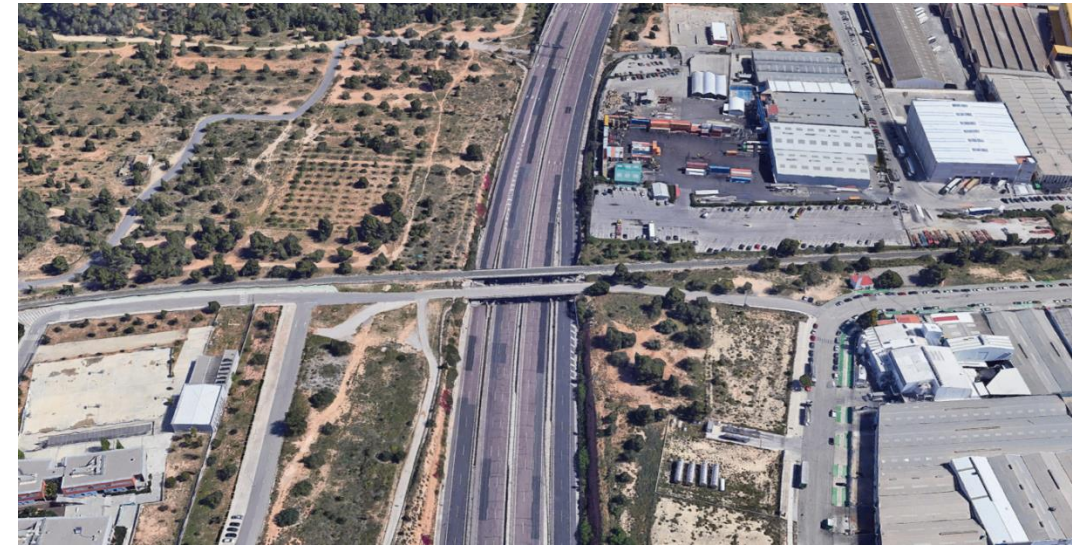


Ilustración 2. Localización (Fuente: Google Earth).

3 Condicionantes

Se pueden observar varios condicionantes a la hora de diseñar y dimensionar la estructura debido a su localización, que como hemos mencionado anteriormente es sobre una la Autovía A-7, siendo esta una vía con una ocupación muy alta debido a su importancia al vertebrar el corredor viario norte-sur de la costa mediterránea.

Por tanto, uno de los primeros condicionantes va a ser la disminución de las posibles afecciones que pueda tener la construcción de la pasarela con el tráfico. Por eso, como se va a discutir en uno de los anejos del presente trabajo, se va a intentar realizar la construcción en horario nocturno intentando evitar las horas punta en las que la vía se encuentre con una ocupación elevada.

Otro de los condicionantes es que esta estructura se va a ubicar entre dos estructuras ya existentes, como se ha comentado anteriormente, como son dos pasos superiores de vehículos y de metro. Por tanto, se va a ver condicionada en el ancho, el proceso de construcción y la elección de algunos parámetros, como son el número de apoyos.

Se puede añadir que el estar al lado de un polígono industrial nos posibilita el uso de transportes especiales, en nuestro caso de gran longitud, ya que las calles del polígono industrial están diseñadas para camiones y por tanto con dimensiones mayores. Esto nos facilitará el transporte de las diferentes partes de la estructura hasta el lugar de ejecución de la obra.

Por tanto, los condicionantes van a estar ligados directamente con la localización y sus posibles afecciones a las actividades de las vías que rodean a la estructura, intentando evitar el corte o un mal funcionamiento de estas, provocando atascos o accidentes, los cuales se deben de evitar con una buena planificación y diseño de la obra y la estructura.

4 Topografía

La topografía de la zona ha sido facilitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana del Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, incluida esta información en el Documento 3. Planos del presente trabajo.

Además se han obtenido una serie de mapas del Instituto Cartográfico de la Comunidad Valenciana, con tal de localizar la pasarela.

5 Geología y geotecnia

Para la elaboración de esta parte del trabajo, la información se ha extraído del proyecto “Mejoras Funcionales y de Seguridad Vial y Medidas de Integración Ambiental de la Autovía A-7. Tramo: Enlace con la CV-35 – Enlace con la CV-370”, concretamente de los anejos de geología y procedencia de materiales, y del anejo del estudio geotécnico del corredor.

En estos anejos se analizan los materiales existentes en el corredor y se recogen también las investigaciones geotécnicas realizadas y los ensayos de laboratorio de las diferentes muestras del terreno con el objetivo de identificar los materiales de la traza para su posible utilización en la obra y obtener los parámetros resistentes de los materiales.

La pasarela se ubica sobre la formación M1. Por tanto, se procede a la explicación de la formación y sus características más importantes.

Ésta es una alternancia entre los paquetes lutitas, areniscas, margas y calizas margosas. En las investigaciones mecánicas realizadas se puede ver que la mayor parte de litologías reconocidas de esta formación corresponden a suelos y en menor proporción a roca sana. Además, se aprecia la alternancia de suelos cohesivos y suelos granulares fundamentalmente arenosos. En el anejo correspondiente podemos ver los resultados de los ensayos de laboratorio de identificación, compactación y CBR realizados a los suelos de la formación M1.

Los ensayos anteriormente mencionados califican a los suelos de la formación, y siguiendo lo indicado en el PG-3, como seleccionados, adecuados y tolerables. Por tanto, estos suelos son aptos para su posible uso en la obra.

Además, se han estimado los valores del módulo de elasticidad de los materiales cohesivos, ya que estos son los predominantes en nuestra zona, obteniéndose valores de 55 MPa para las arcillas muy firmes y de 75 MPa para arcillas duras. Y para los suelos granulares se han hecho ensayos de penetración estándar obteniendo los módulos de deformación, 55 MPa para el granular denso y 90 MPa para el granular muy denso.

Con ello podemos decir que, de cara a quedarnos con el lado de la seguridad, se va a dimensionar la cimentación considerando el apoyo sobre el material granular denso, el cual tiene el menor valor del módulo de deformación de los suelos anteriormente comentados.

A continuación se añaden imágenes de los lugares donde se han realizado los sondeos y las penetraciones dinámicas en nuestra zona de estudio,

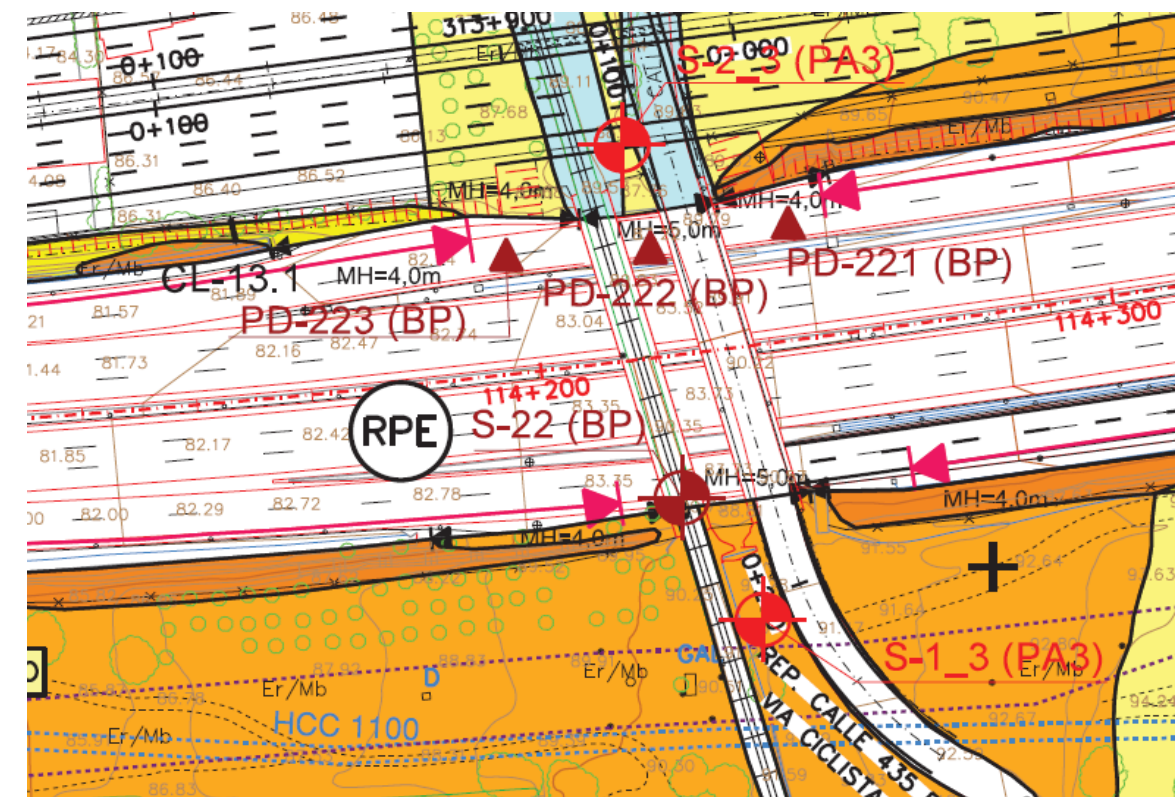


Ilustración 3. Localización sondeos y penetraciones dinámicas (Fuente: proyecto "Mejoras Funcionales y de Seguridad Vial y Medidas de Integración Ambiental de la Autovía A-7".)

6 Estudio de alternativas

En este apartado de la memoria se va a hacer un resumen de lo expuesto en el Anejo 4. Estudio de alternativas, en el que se profundiza más en detalle sobre los condicionantes de cada una de las alternativas y su justificación del porque se ha seleccionado la pasarela metálica en celosía como solución adoptada.

Cabe destacar que en el análisis de los distintos tipos de alternativas se han ido añadiendo decisiones con el fin de aclarar con la mayor facilidad posible el proceso de selección, utilizando criterios como son, la existencia de estructuras similares en la autovía donde se encuentra la pasarela de estudio o la facilidad de transporte de los distintos elementos.

Las distintas alternativas mencionadas son,

- Pasarela de vigas de hormigón.
- Pasarela de vigas de acero.
- Pasarela metálica en celosía.

Además, en el anejo se independiza la decisión del número de apoyos con el de la elección de la estructura debido a la fácil adaptabilidad de las alternativas a los diferentes casos de número de apoyos. Por tanto, podemos ver el análisis entre realizar la estructura en uno, dos o en tres vanos.

Por último, se menciona que la solución adoptada es la de una estructura formada por una celosía metálica tipo Warren, la cual se puede observar en la siguiente imagen.

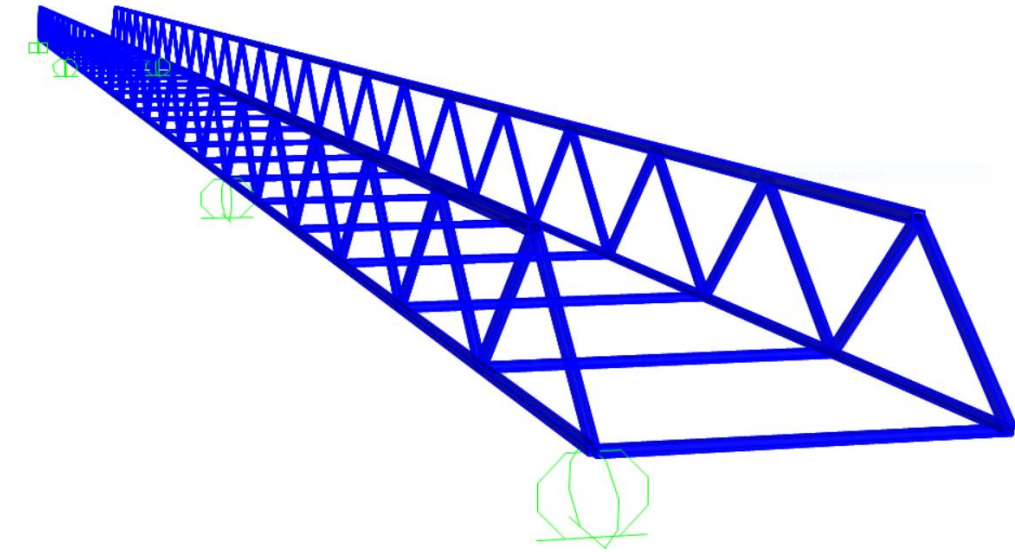


Ilustración 4. Croquis celosía (Fuente: SAP2000).

7 Cálculos

El Anejo 5. Cálculos, se basa en el cálculo de la estructura de la solución adoptada, pasarela metálica en celosía tipo Warren. Se añade que el cálculo de la estructura se ha realizado utilizando el programa informático SAP2000, el cual es un software especializado para diseño, implementando el método de los elementos finitos, además siendo este utilizado en algunas asignaturas del Grado en Ingeniería de Obras Públicas, Por tanto, se conoce de forma básica su funcionamiento. En su comienzo se puede ver el cálculo de las acciones más importantes que afectan a la pasarela de estudio, como son:

- Peso propio.
- Cargas muertas.
- Sobrecarga de uso.
- Viento (tanto longitudinal como transversal).
- Nieve
- Temperatura.

Todas las acciones han sido obtenidas siguiendo distintas fuentes de normativa, pero sobre todo basándose en la norma IAP-11 Instrucción sobre las acciones a considerar en puentes de carretera, ya que tiene apartados específicos de pasarelas y por tanto se ha optado en seguir la metodología empleada en dicha norma.

A continuación se ha continuado con la formulación de los diferentes tipos de combinaciones., Se han realizado las combinaciones más importantes con la finalidad de hacer un dimensionamiento básico, utilizando la combinación persistente o transitoria en el caso de Estado Límite Último y para el caso del Estado Límite de Servicio la combinación frecuente, ambas marcadas en la normativa. Estas situaciones no vienen acompañadas por las situaciones accidentales ya que, como se ha expuesto en el Anejo 5. Cálculos, debido al alcance del trabajo se ha tenido en cuenta solo las situaciones persistentes de la estructura.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se ha procedido a realizar un predimensionamiento, utilizando únicamente las acciones de peso propio, cargas muertas y sobrecarga de uso, eliminando así las acciones debidas a la climatología como son el viento, la nieve y la temperatura. Logrando así una solución de tamaño de perfiles aproximada. El valor de las acciones y su posición se marca en el Anejo 5. También se incluye el procedimiento para obtener dichos valores.

Al finalizar el proceso de predimensionamiento se ha comprobado que el diseño de la solución adoptada no era viable debido a problemas de pandeo en ambos cordones superiores, como podemos ver en la siguiente imagen.

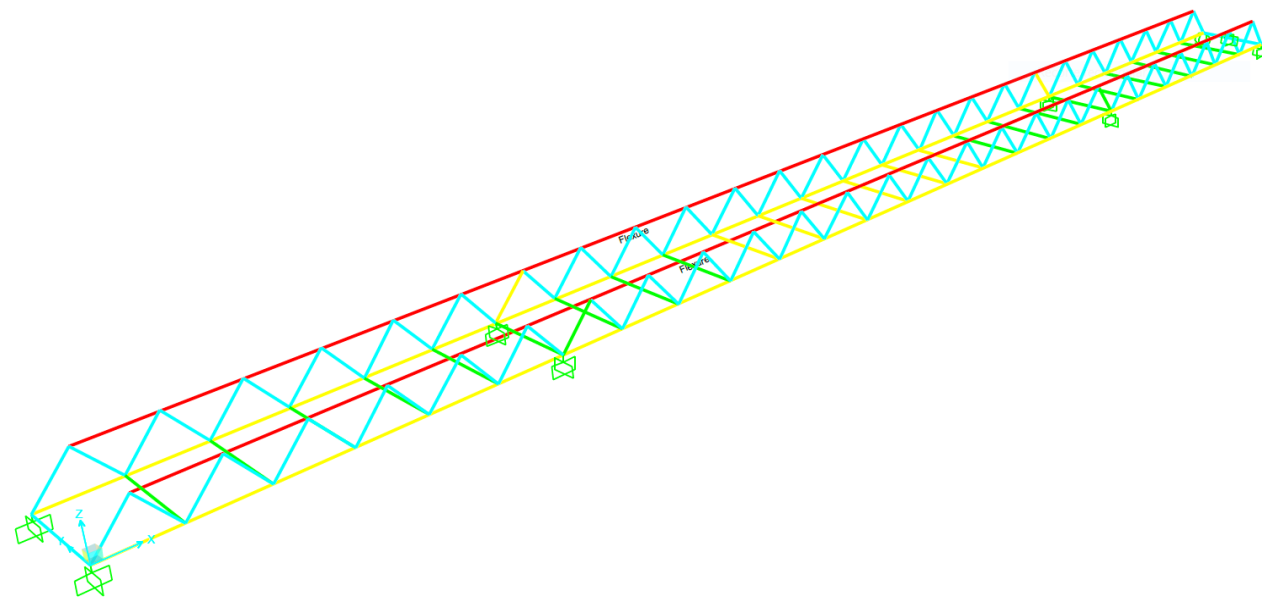


Ilustración 5. Comprobación (Fuente: SAP2000).

Como consecuencia de ello, se ha razonado un cambio de diseño en el que se aumenta en algunas zonas de la pasarela el canto de estas celosías con el fin de poder arriostrarla por su parte superior. La altura final es de 3 metros medidos a ejes de perfiles, altura más que suficiente para la circulación de personas y de ciclistas. Por tanto, la solución finalmente calculada es la siguiente,

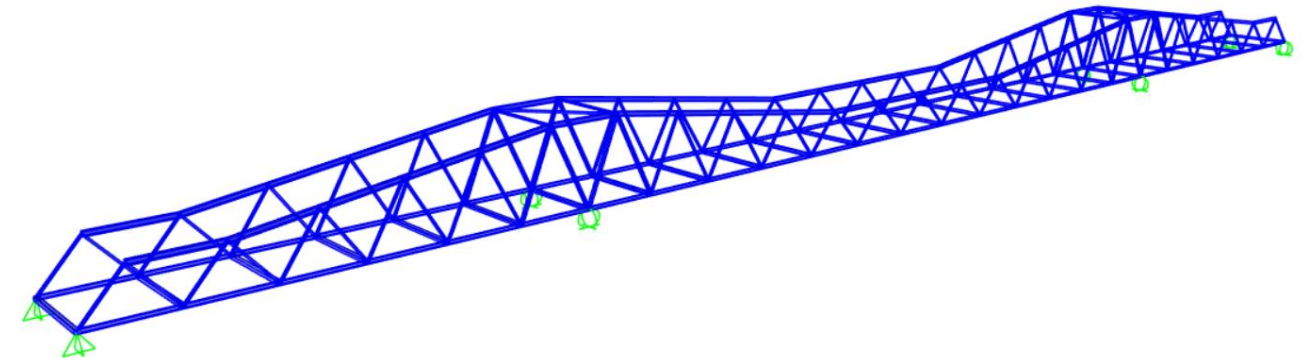


Ilustración 6. Rediseño estructura (Fuente: SAP2000).

En este último diseño de pasarela sí que se han añadido todas las cargas mencionadas anteriormente, obteniéndose de su dimensionamiento una serie de perfiles, los cuales han sido elegidos algunos de ellos, con tal de disminuir los tipos de perfiles diferentes y facilitar el montaje de la estructura además de su coste, cumpliendo en todo momento que la estructura no tenga ningún fallo apreciable.

En el Anejo 5. Cálculos, se incluye también el dimensionamiento de las pilas de apoyo y su cimentación correspondiente, que corresponde con la pila en la que se aprecian mayores esfuerzos a axil. Cabe destacar que este dimensionamiento es un dimensionamiento básico realizado con el programa CypeCAD con el objetivo de complementar al cálculo de la estructura, dándole al programa una serie de valores iniciales mínimos con tal de hacer el comentado anteriormente dimensionamiento básico.

8 Programa de trabajos

En esta parte del trabajo se ha explicado una posible duración de los trabajos de construcción de la pasarela de estudio. Definiendo para ello una serie de fases de obra formadas por sucesivas actividades. Las fases mencionadas son las siguientes,

- Fase 1. Trabajos previos:
 - o Replanteo y señalización.
- Fase 2. Trabajos previos cimentaciones:
 - o Desbroce y limpieza.
 - o Limpieza zona de copio.
- Fase 3. Cimentaciones:
 - o Excavación cimentaciones.
 - o Traslado residuos a vertedero.
 - o Ejecución zapatas.
- Fase 4. Pilas y estribos:
 - o Encofrado y armado
 - o Hormigonado
 - o Desencofrado
- Fase 5. Pasarela
 - o Fabricación en taller estructura metálica.
 - o Montaje y colocación.
- Fase 4. Pavimiento y equipamientos
 - o Colocación de la chapa
 - o Colocación barandilla

Con las fases anteriores y conociendo su duración en el tiempo se ha realizado un diagrama de Gantt con el fin de visualizar la duración de las actividades y su efecto en la duración de la obra completa. Se llegó a la conclusión de que la estimación de construcción de la obra, sin tener en cuenta ningún retraso en alguna de las actividades que forman las fases de obra, es de aproximadamente 10 semanas. Se ha tenido en cuenta que algunas de las actividades mencionadas anteriormente se pueden realizar a la par de la construcción de la estructura, ya que esta se realiza en taller y no entorpece el desarrollo de las actividades previas a su colocación en la posición final.

9 Valoración económica

En este apartado de la memoria se han extraído algunos de los valores estimados en el Documento 3. Valoración económica, la justificación y el desglose de cada uno de los capítulos se encuentra en el documento mencionado.

Se ha dividido la obra en una serie de capítulos, con tal de facilitar la presentación de la valoración económica. Estos capítulos son:

- CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS
- CAPITULO 2: SUBESTRUCTURA
 - o CIMENTACIONES
 - o ZAPATAS
 - o ESTRIBOS Y PILAS
- CAPITULO 3: PASARELA
- CAPITULO 4: TAREAS FINALES
- CAPITULO 5: EQUIPAMIENTOS
- CAPITULO 6: SEGURIDAD Y SALUD

Los valores finales de la valoración económica son los siguientes:

- Presupuesto ejecución material:
- Presupuesto base de licitación:



10 Normativa

La normativa consultada para la elaboración del trabajo es la siguiente,

- Norma IAP-11, Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera. En ella se contempla las acciones para pasarelas peatonales, ciclistas, etc.
- Eurocódigo 1. Acciones en estructuras.
- Instrucción de Acero Estructural EAE-11. Para las pasarelas metálicas de acero laminado.
- Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
- Código técnico de la edificación. CTE. Documento Básico SE-A Seguridad Estructural. Acero.



ANEJO 1. CONDICIONANTES

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)





ÍNDICE

1. OBJETIVO	2
2. LOCALIZACIÓN	2
3. PROCESO CONSTRUCTIVO	2
4. GEOMETRÍA DE LA ZONA	2
5. SECCIÓN	3
6. NÚMERO DE APOYOS.....	3
7. CONDICIONANTES URBANÍSTICOS	3
1.1 ACCESOS	3
1.2 ACOPIOS.....	4
1.3 PUESTA EN OBRA	4

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización (Fuente: Google Earth).....	2
Ilustración 2. Muro de hormigón actual (Fuente: Google Earth).....	2
Ilustración 3. Paneles de hormigón en márgenes (Fuente: Google Earth).	2
Ilustración 4. Sección obras actuales (Fuente: Google Earth).	3
Ilustración 5. Carteles gálibo (Fuente: Google Earth).	3
Ilustración 6. Accesos pasarela (Fuente: elaboración propia).	3
Ilustración 8. Zonas posibles de acopio (Fuente: elaboración propia).	4

1. OBJETIVO

El presente anejo del Trabajo Fin de Grado “Estudio básico de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K. 326+900. T.M. de Paterna” tiene como objetivo definir algunos de los condicionantes que hay en el proceso de diseño y construcción de la pasarela de estudio.

2. LOCALIZACIÓN

La pasarela se encuentra situada entre el Polígono Industrial Fuente del Jarro y la urbanización de La Cañada (Paterna, Valencia) uniendo ambas, ya que se encuentran separadas por la Autovía A-7 (By-pass de Valencia).

Se ubicará en el PK.326+900 , más concretamente entre dos puentes, ya existentes, de ferrocarril y de vehículos.

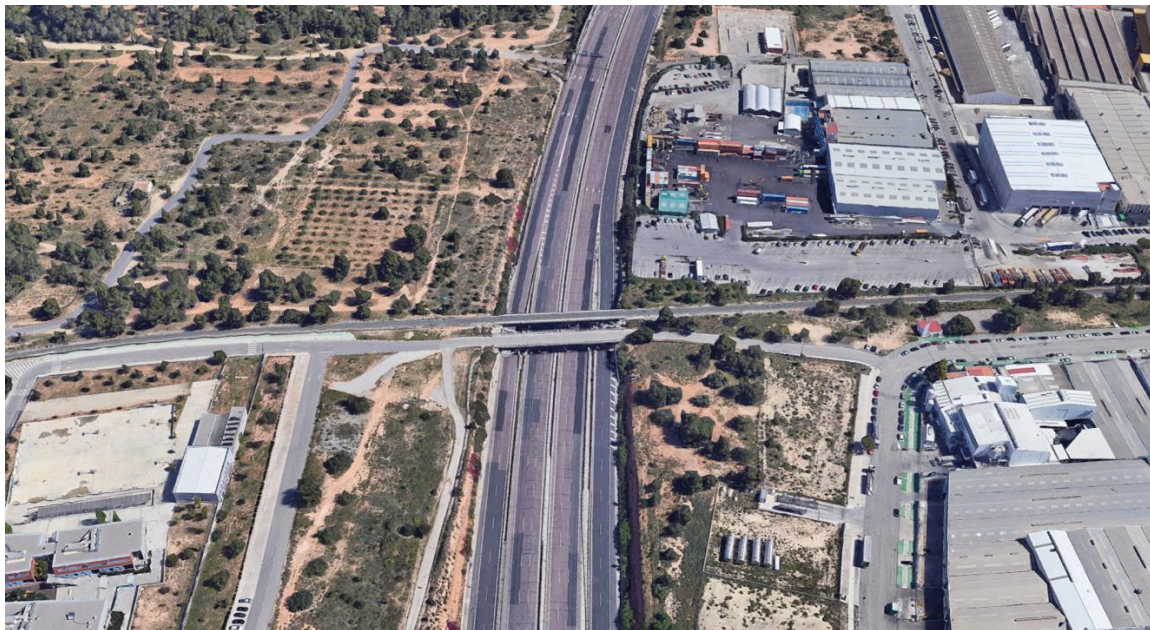


Ilustración 1. Localización (Fuente: Google Earth)

3. PROCESO CONSTRUCTIVO

Debemos tener en cuenta que la pasarela se encuentra sobre la Autovía A-7, una vía de alta ocupación durante todo el día, ya que supone el único corredor viario norte-sur a su paso por el Área Metropolitana de Valencia, soportando, además de un gran volumen de vehículos ligeros, también una gran frecuencia de paso de camiones de mercancías por esta vía.

Por tanto, se debe tener muy en cuenta que el proceso de construcción de la pasarela tiene que interferir lo menos posible al tráfico de la vía.

4. GEOMETRÍA DE LA ZONA

Los márgenes de la vía por donde se encuentra la pasarela son muy uniformes ya que cuando se construyeron los otros dos puentes quedó también un espacio intermedio amplio entre ambas.

Cabe destacar que en la zona donde están las dos obras actuales, ya se hicieron en todo el margen los desmontes de la carretera, quedando estabilizados mediante placas de hormigón ancladas en su trasdós.



Ilustración 2. Muro de hormigón actual (Fuente: Google Earth)



Ilustración 3. Paneles de hormigón en márgenes (Fuente: Google Earth).

5. SECCIÓN



Ilustración 4. Sección obras actuales (Fuente: Google Earth).

- Luz a salvar: 64,5 metros.
- Anchura libre mínima: 3 metros.
- Diferencia de 1 metro de altura de un extremo a otro.
- Gálibo mínimo: 4,70 metros, definido por el galibo de los pasos superiores actuales.



Ilustración 5. Carteles gálibo (Fuente: Google Earth).

6. NÚMERO DE APOYOS

A ambos lados de la pasarela nos encontramos ante dos pasos superiores, uno de ferrocarril y otro para vehículos. Ambos tienen dos apoyos que coinciden con la tercia entre los carriles complementarios y los carriles principales de la autovía. Por tanto, y como se comentará en el Anejo del Estudio de Alternativas, se intentará que la pasarela tenga el mismo número de apoyos por armonía estructural y visual o, alternativamente, ninguno.

Además, en los apoyos extremos, es decir, en los estribos, se ha de tener en cuenta que estos ya se encuentran estabilizados debido a que cuando se construyeron los otros pasos superiores, ya se estabilizó el talud entre estos dos, por tanto, no será necesario su estabilización.

7. CONDICIONANTES URBANÍSTICOS

1.1 ACCESOS

Al tratarse de una pasarela peatonal se ha de tener en cuenta que los accesos a esta tienen que estar muy bien definidos con pendientes suaves para el acceso cómodo y sin esfuerzos de los peatones, incluso para personas con movilidad reducida. Ambos van a conectar las calles C-546 y la calle Islas Canarias.

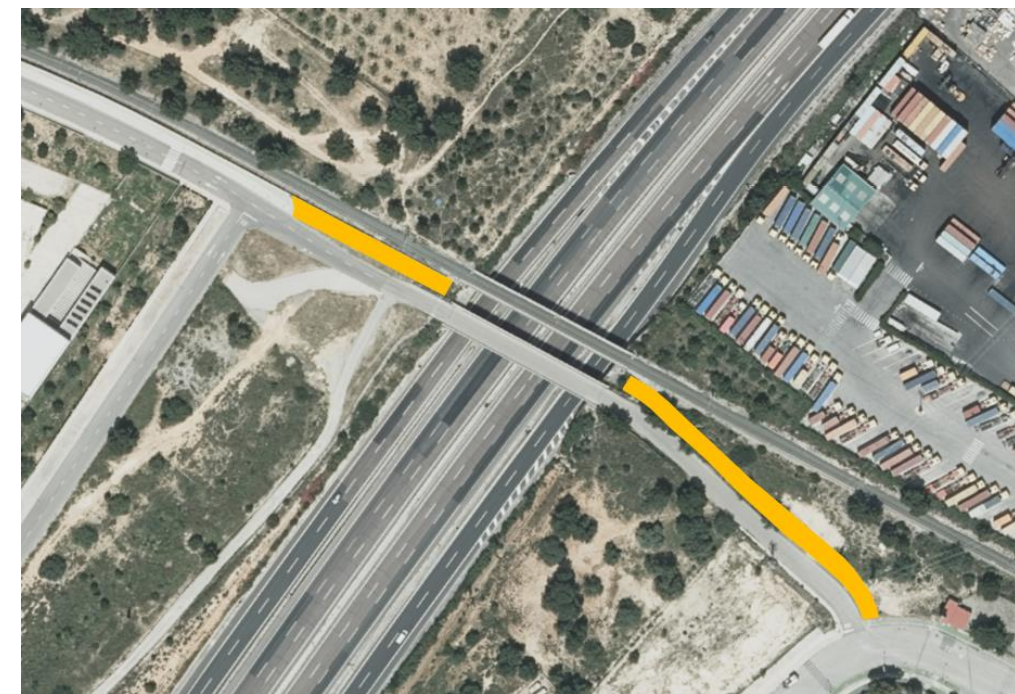


Ilustración 6. Accesos pasarela (Fuente: elaboración propia).

1.2 ACOPIOS



Ilustración 7. Zonas posibles de acopio (Fuente: elaboración propia).

Se ha de tener en cuenta que en el proceso de montaje y construcción de la pasarela se ha de disponer un lugar donde acopiemos los materiales y los elementos para la posterior colocación en el momento final de la estructura.

El lugar para acopiar los componentes de la pasarela tiene que satisfacer las condiciones de espacio y seguridad para los diferentes elementos, partes y materiales, además de los diferentes operarios que trabajen en la obra. Por tanto, se ha de tener en cuenta, que las partes de la pasarela son de gran longitud, concretamente nos encontramos con dos piezas de 25 metros y una pieza de 15 metros, por ello será necesario encontrar un lugar amplio donde acopiar el tiempo necesario estas piezas.

1.3 PUESTA EN OBRA

La autovía A-7 se encuentra altamente concurrida tanto por turismos como por vehículos pesados. Por tanto, se ha de intentar afectar lo menos posible al tráfico en la construcción tanto de las pilas como del montaje de las celosías. Como se explicará en el Anejo de Estudio de Alternativas, la pasarela tendrá dos pilas, como ocurre con los dos pasos superiores que se encuentran a sus lados.

Cabe destacar que en el Anejo de Estudio de Alternativas a la hora de decidir la solución adoptada se va a premiar a las soluciones que no supongan un problema para el tráfico y penalizar en el caso contrario.



ANEJO 2. TOPOGRAFÍA

“ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)”





ÍNDICE

1. OBJETIVO	2
2. INFORMACIÓN	2
3. ORTOFOTOS	2

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Emplazamiento pasarela Escala 1:1000 (Fuente: ICV)	2
Ilustración 2. Emplazamiento pasarela (Fuente: ICV)	2



1. Objetivo

El presente anejo del trabajo fin de grado “Estudio básico de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K. 326+900. T.M. de Paterna” tiene como objetivo determinar las características de la zona donde se va a proyectar la pasarela de estudio.

Es necesario la comprobación de la orografía de la zona, con tal de asegurarse de la posibilidad de proyectar todos los elementos que conforman la pasarela, como son la estructura, y las subestructuras necesarias

2. Información

La información para elaborar los planos de Situación y Emplazamiento se han obtenidos del Instituto Cartográfico de la Comunidad Valenciana (ICV), con ortofotos de diferentes escalas (1:1000, 1:25.000 y 1:100.000) con tal de situar adecuadamente la pasarela en el su ámbito.

Además también se ha utilizado la restitución 1:1.000 facilitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana del Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana.

3. Ortofotos

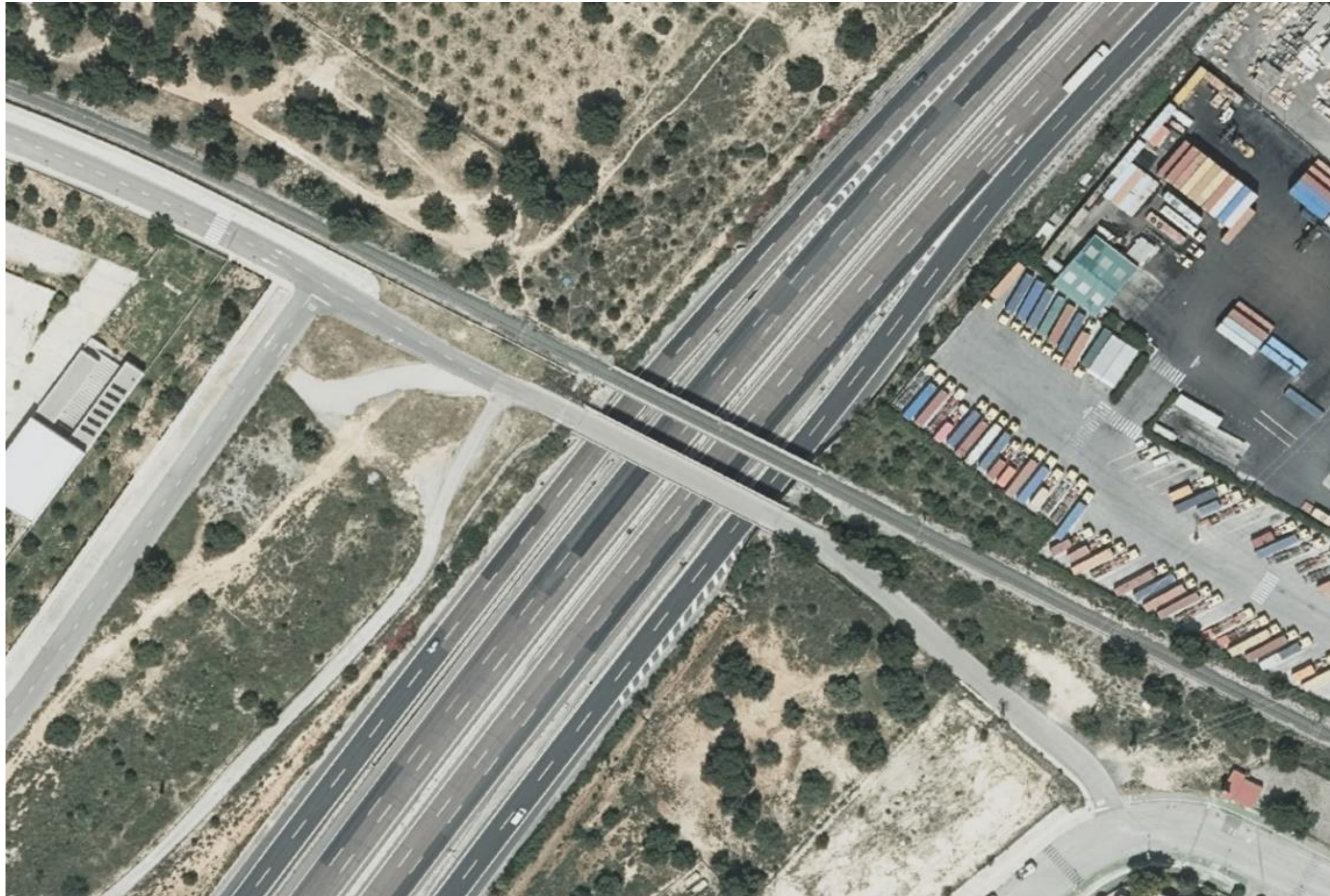


Ilustración 1. Emplazamiento pasarela Escala 1:1000 (Fuente: ICV)

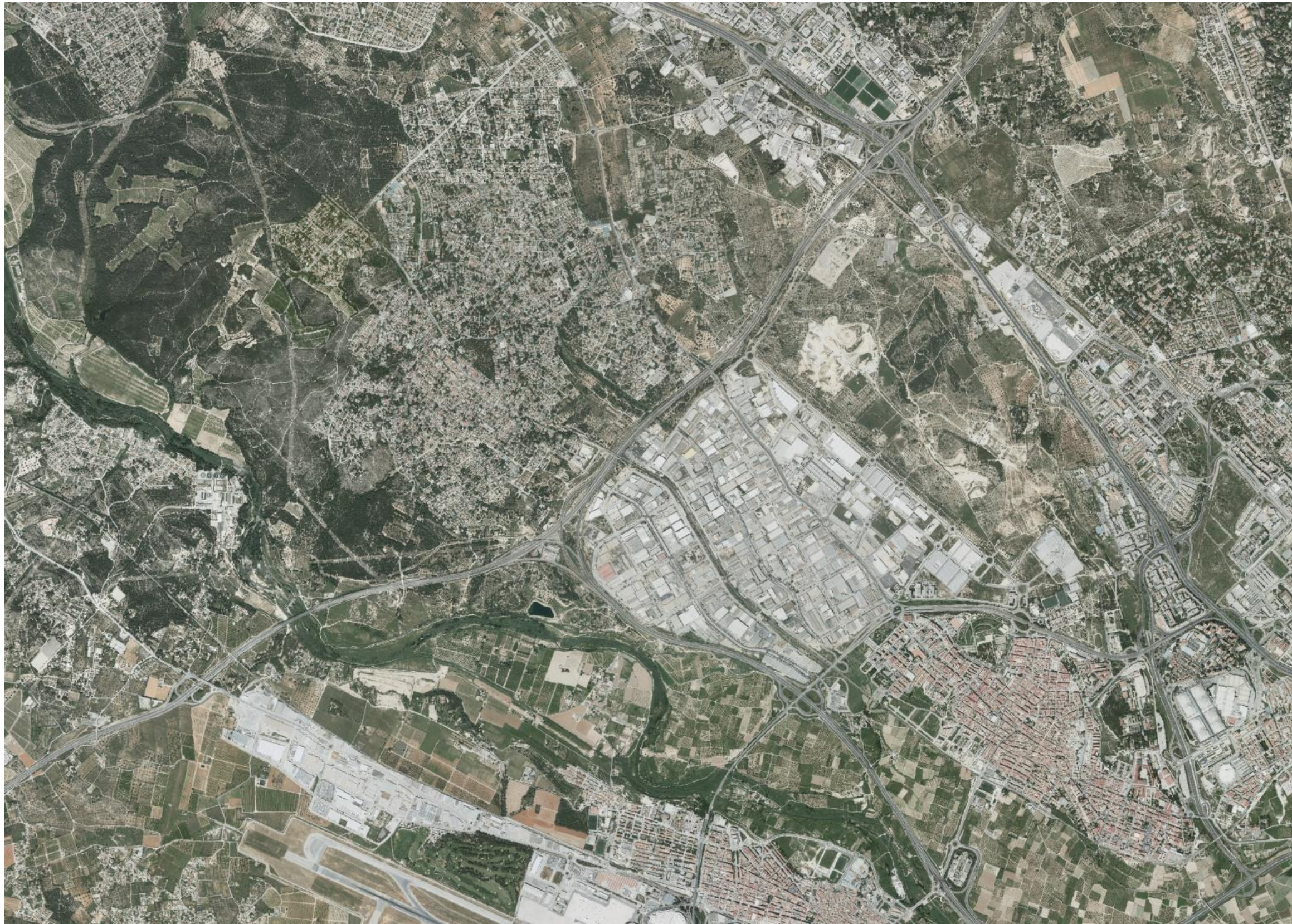


Ilustración 2. Emplazamiento pasarela, escala 1:25000 (Fuente: ICV)

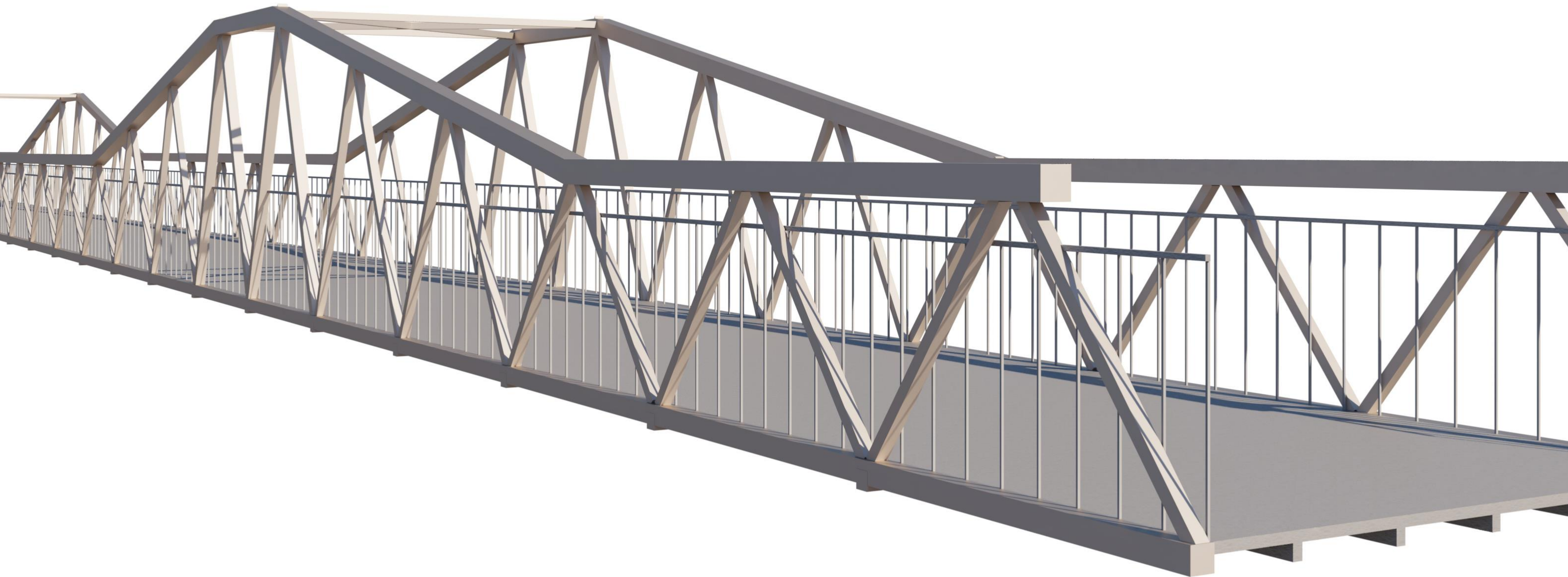


Ilustración 3. Área metropolitana de Valencia, escala 1:100.000 (Fuente: ICV).



ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)





ÍNDICE

1. OBJETIVO	2
2. GEOLOGÍA.....	2
3. GEOTECNIA	2
APÉNDICE 1: LEYENDA CÓDIGOS GEOLOGÍA-GEOTECNIA	5
APÉNDICE 2: PLANO GEOLOGÍA-GEOTECNIA	7
APÉNDICE 3: PENETRACIONES DINÁMICAS.....	9
APÉNDICE 4: SONDEOS	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados ensayos (Fuente: Proyecto A-7).....	3
Tabla 2. Clasificación suelos segun PG-3 (Fuente: Proyecto A-7)-.....	3
Tabla 3. Valores módulo de deformación (Fuente: Proyecto A-7).	4

La información del presente anejo está extraída del proyecto que tiene como título “Mejoras Funcionales y de Seguridad Vial y Medidas de Integración Ambiental de la Autovía A-7. Tramo: Enlace con la CV-35 – Enlace con la CV-370. PK 497 al PK 504,5”, ya que dicho proyecto tiene dos anejos los cuales contienen la información geológica (ANEJO N.º 3. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES) y geotécnica (ANEJO N.º 7. ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR) de la zona en la que se proyecta la pasarela a estudiar.

OBJETIVO

El presente anejo del Trabajo Fin de Grado “Estudio básico de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K. 326+900. T.M. de Paterna” tiene como objetivo recopilar información sobre la geología y geotecnia de la zona donde se va a colocar la pasarela de estudio.

GEOLOGÍA

El ámbito donde se desarrolla la pasarela a estudiar se encuentra en una zona donde existe un gran enlace entre las autovías A-7 y V-30.. La pasarela como se ha comentado en el Anejo 1, Condicionantes, del presente trabajo se encuentra entre dos pasos superiores, el primero de ellos da servicio a la línea 2 del metro de Valencia y el segundo es una carretera que conecta el Polígono Industrial Fuente del Jarro y la localidad de La Cañada (Paterna, Valencia).

En todo este ámbito el relieve es suave caracterizado por una ladera de pendiente muy suave orientada básicamente hacia el sur.

El basamento mioceno en todo este ámbito corresponde a la formación M1, que en esta zona alterna entre paquetes decimétricos de areniscas poco cementadas, calcarenitas de grano fino, lutitas a veces nodulosas, limo y arcilla de color mayoritariamente marrón anaranjado. La estructura interna de los paquetes es masiva o con disposición subhorizontal y los planos de estratificación suelen ser alabeados y estar difusos. Existen zonas localizadas de los ramales de los enlaces que están cubiertos por rellenos vertidos de hasta 3-4 metros de espesor, además de los rellenos compactados que forman parte de algunos ramales del enlace existente y zonas pavimentadas en el polígono Fuente del Jarro.

En esta zona el nivel freático se estima que está situado a decenas de metros de profundidad.

GEOTECNIA

La campaña geotécnica y los ensayos de laboratorio realizados han tenido diferentes objetivos. Por un lado, identificar los materiales de la traza con objeto de definir su posible utilización en la obra, para lo que se han realizado ensayos de identificación, compactación y CBR. Por otro lado también se han hecho

ensayos de resistencia (corte directo y compresión simple) para obtener los parámetros resistentes de los materiales.

Como se ha comentado en el punto anterior, en la localización donde se encuentra la pasarela de estudio nos encontramos ante una formación M1. Se explica a continuación dicha formación y las características comentadas en el párrafo anterior.

La formación M1 (Mioceno Superior) es una alternancia entre los paquetes de lutitas, areniscas, margas y calizas margosas.

La formación M1 son sedimentos de origen continental y marino litoral, constituidos en el tramo por una alternancia de paquetes decamétricos de lutitas y limos carbonatados a veces bastante cementados y de color marrón anaranjado y aspecto masivo; areniscas y calcarenitas de grano fino de color marrón claro o amarillento con grado de cementación variable hasta arenas limosas; y margas nodulosas de color blanco y ocre a veces cementadas formando niveles decimétricos de margocalizas e incluso de calcarenitas. Los materiales en general están bastante cementados por procesos edáficos y en superficie presentan encostramientos y caliches que en zonas aparecen como auténticas “losas” de conglomerado. Su estructura es la de una serie monoclinial con estratificación difusa que en conjunto le da aspecto masivo y que se dispone subhorizontal o con buzamientos menores de 15 a 20 grados. Afloran en superficie en gran parte del tramo, sobre todo entre el comienzo y el río Turia y se han podido observar en la mayor parte de los taludes inventariados.

En la investigación mecánica realizada la mayor parte de litologías reconocidas de esta formación corresponden a suelos, y en menor proporción a la roca sana. Se observa con carácter general la alternancia de suelos cohesivos (arcillas y limos) y suelos granulares, fundamentalmente arenosos, con niveles menores de areniscas y calcarenitas. Esta alternancia no sigue una distribución espacial regular y homogénea, siendo muy frecuentes los cambios tanto en la vertical del mismo punto de investigación como entre puntos relativamente cercanos. Únicamente se puede señalar que hacia la parte sur del enlace entre las dos vías, predominan los suelos granulares frente a los cohesivos, lo que parece haber motivado que se hayan excavado para la extracción de materiales (por ejemplo taludes en torno a los puntos kilométricos 118+400 a 118+700 del eje de la actual autovía). No obstante, a lo largo del tramo son más abundantes las capas de suelos cohesivos. Los suelos cohesivos son en general muy firmes a duros y los granulares densos a muy densos; en ambas litologías se producen frecuentemente golpes de rechazo en la hincada tanto de los toma-muestras como en el ensayo SPT. De forma puntual este golpeo N60 baja a valores del orden de 15, que caracterizan a los niveles cohesivos como firmes y a los granulares como medianamente densos (N60 es el golpeo equivalente a una energía del 60% del ensayo SPT).

En el siguiente cuadro aparecen los valores estadísticos de los resultados de ensayos de laboratorio de identificación, compactación y CBR realizados con muestras de suelos de esta formación, diferenciado los cohesivos de los granulares.

Parámetro	Formación M1. Materiales Cohesivos				Formación M1. Materiales Granulares				
	Valor promedio	Rango de variación	Desviación Estándar	Número de datos	Valor promedio	Rango de variación	Desviación Estándar	Número de datos	
Humedad natural (%)	14,3	29,2 – 1,0	6,2	69	8,9	53,0 – 0,2	9,1	32	
Densidad Seca (g/cm ³)	1,79	2,13 – 1,42	0,19	50	1,81	2,10 – 1,53	0,16	17	
Granulometría	Finos (%)	73	100 – 46	14	98	31	48 – 11	10	76
	Arena (%)	22	50 – 0	13	98	56	88 – 15	17	73
	Grava (%)	5	27 – 0	7	98	13	62 – 0	16	73
Límites de Atterberg	Límite Líquido	32	70 – 18	11	110	24	36 – 18	6	76
	Límite Plástico	18	28 – 10	4	110	16	21 – 12	3	76
	Índ. Plasticidad	14	51 – 1	9	110	9	15 – 5	4	76
Ensayo Proctor Modificado	Densidad máxima (g/cm ³)	1,92	2,00 – 1,83	0,07	8	1,97	2,11 – 1,86	0,09	9
	Humedad óptima (%)	10,95	12,6 – 9,4	1,13	8	9,9	13,4 – 7,6	2,38	9
CBR	Índice (para el 95% Dmáx)	12	22 – 1	8,77	8	20	40 – 7	13,44	9
	Hinchamiento (%)	0,73	1,6 – 0,2	0,00	8	0,29	0,4 – 0,0	0,00	7
Análisis Químico	Materia Orgánica (%)	0,20	0,7 – 0,0	0,22	9	0,51	1,57 – 0,0	0,71	10
	Sulfatos (%)	0,02	0,12 – 0,0	0,03	22	0,01	0,03 – 0,0	0,01	8
	Carbonatos (%)	41,75	56,5 – 11,0	11,90	13	53,10	86,9 – 31,7	15,91	8

Tabla 1. Resultados ensayos (Fuente: Proyecto A-7).

A la vista de los parámetros medios de identificación los materiales cohesivos de la formación M1 se pueden describir como una arcilla o limo con bastante arena e indicios de grava. Respecto a los suelos granulares corresponderían a una arena con bastante limo y algo de grava. Ambos grupos se caracterizan por tener parámetros plásticos bajos, habiendo resultado frecuentemente como No Plásticos; un tercio de los resultados en el caso de los suelos cohesivos y el 80% en los granulares. No obstante, dentro de los cohesivos se han reconocido ocasionales niveles de arcillas muy plásticas (5 muestras con límite líquido mayor de 50; y en 15 ha sido mayor de 40).

En relación a la clasificación de los materiales de esta formación para su posible reutilización en la construcción de los rellenos del tramo, los suelos cohesivos se califican como Tolerables según el PG-3, aptos por lo tanto para la construcción del cimiento. En el siguiente cuadro aparece la clasificación de las muestras de materiales granulares analizadas de forma individual, contando el número de muestras que

pertenece a cada uno de los grupos de clasificación (Seleccionado, Adecuado o Tolerable) seguido del porcentaje respecto al número total de muestras ensayadas.

Clasificación según PG-3	Número de resultados	Porcentaje de resultados
Seleccionado	19	25%
Adecuado	23	30%
Tolerable	34	45%

Tabla 2. Clasificación suelos según PG-3 (Fuente: Proyecto A-7).

Se observa que más de la mitad de las muestras se clasifican como suelos Adecuados o Seleccionados. No obstante, este mismo análisis realizado con el conjunto de muestras ensayadas de la formación M1 (muestras cohesivas y granulares, con un total de 188) este porcentaje de suelos de mejor calidad se reduce a menos del 30%. Este hecho da una idea de la preponderancia de los suelos finos en el conjunto de materiales de la formación M1. En el conjunto de muestras ensayadas, dos han resultado clasificadas como Marginales por sus características de plasticidad, lo que apenas tiene relevancia ya que supone el 1% de las muestras y se entiende que la excavación conjunta con el resto de suelos homogeneizará la calificación general como Tolerable.

En el conjunto de los materiales, las densidades de compactación y los índices CBR obtenidos son igualmente válidos; estos últimos han resultado especialmente altos y únicamente en un ensayo de los 16 realizados se ha obtenido un índice CBR menor de 3, que es el exigido para el núcleo de relleno. Observada de forma separada la fracción de suelos con predominio de partículas gruesas, todas las muestras han resultado con índice mayor de 5 que es el exigido para la coronación de los rellenos.

Los resultados de los ensayos de colapso con muestras remoldeadas y recompactadas en las condiciones de puesta en obra en terraplén, validan igualmente la aptitud de estos suelos (5 ensayos con un valor medio del índice de colapso de 0,32%).

Por otro lado, se han estimado los módulos de deformación de estos suelos. Duncan y Buchigani obtienen para materiales cohesivos, que son los predominantes en esta formación, una relación entre el módulo de elasticidad E y la resistencia al corte sin drenaje c_u , entre 200 y 400. Adoptando el valor medio del intervalo se obtienen los siguientes módulos de deformación, que son del orden de los módulos presiométricos que aparecen en la tabla anterior.

- Arcilla muy firme: $c_u = 150$ kPa; $E = 45$ Mpa
- Arcilla dura: $c_u = 250$ kPa; $E = 75$ Mpa

En el caso de los suelos granulares la mayor parte de las correlaciones se hacen respecto al golpeo de ensayo de penetración estándar N_{SPT} . Concretamente se ha utilizado la siguiente expresión que relaciona el módulo de deformación E con el golpeo [“Foundation Analysis and Design”, J.E. Bowles, Tabla 5.6, fórmula para arenas con gravas]:

$$E \text{ [Mpa]} = 1,2 (N_{SPT} + 6)$$

En la siguiente tabla se muestran los valores que se recomienda utilizar para los suelos granulares de la formación M1, y que también podrían hacerse equivalentes a los dos valores del módulo presiométrico obtenidos para esta litología.

Tipo de suelo	NSPT característico	E (Mpa)
M1 Granular muy denso	> 50	90
M1 Granular denso	40	55

Tabla 3. Valores módulo de deformación (Fuente: Proyecto A-7).

Por tanto, para la realización de las cimentaciones el valor a utilizar de módulo de deformación del terreno menor, el cual corresponde al tipo de suelo M1 Granular denso con tal de quedarse del lado de la seguridad para el correcto dimensionado de las cimentaciones.



Apéndice 1: Leyenda códigos geología-geotecnia

LITOLOGÍA

RELLENOS	(R1)		RELLENOS COMPACTADOS. Rellenos de obras públicas de espesor mayor de 1 metro.
	(R2)		RELLENOS SIN COMPACTAR: Escombreras, vertidos de tierras, bancales agrícolas, etc.
	(RPE)		ZONAS PAVIMENTADAS O EDIFICADAS: Edificios, pavimentos y calzadas de carreteras a cota o en desmonte (excepto R1).
CUATERNARIO (HOLOCENO-PLEISTOCENO)	(QFV)		DEPÓSITOS DE FONDO DE VAGUADA: Limos arenociliosos de color marrón anaranjado con escaso contenido de grava y lentejones ocasionales de grava.
	(QAF)		DEPÓSITOS ALUVIALES FINOS: Arcillas y limos marrón oscuro con contenido variable de grava y arena.
	(QAG)		DEPÓSITOS ALUVIALES GRUESOS: Bolos y gravas redondeados en matriz arenolimos gris a veces muy cementada (conglomerado).
	(QCG)		DEPÓSITOS COLUVIALES ENCOSTRADOS: Gravas y bolos angulosos en matriz arcillolimoarenosa marrón anaranjado a gris, a veces nodulosa y en zonas fuertemente encostrada ("losas").
	(QCF)		DEPÓSITOS COLUVIALES POCO ENCOSTRADOS: Arcillas y limos marrón claro y anaranjado débilmente cementados con intercalaciones de arena y grava y encostramientos de poco espesor.
	(QT)		DEPÓSITOS DE TERRAZA: Bolos y gravas redondeados en matriz arenolimos gris a menudo predominante y ocasionalmente a veces muy cementada (conglomerado).
TERCIARIO NEÓGENO (MIOCENO)	(M2)		Caliza masiva gris claro con intercalaciones de calcarenita blanca, margocaliza y caliza margosa.
	(M1)		Alternancia de paquetes de decimétricos a métricos de lutita marrón anaranjado a veces nodulosa, margas nodulosas blancas y amarillas, arena y areniscas marrón amarillento y niveles menores de caliza.

NOTAS

- El perfil longitudinal geológico-geotécnico se ha interpretado por el eje de la colectora, que representa la línea blanca interior.
- Las condiciones del terreno sólo se conocen en los puntos investigados, el perfil longitudinal representa una interpretación razonable basada en los datos disponibles.
- En la investigación se ha indicado entre paréntesis la distancia y situación con respecto al eje (BD=Borde derecho y BI=Borde izquierdo).

CLAVE EMPLEADA EN LOS RESÚMENES DE CALICATAS, SONDEOS Y COLUMNAS LITOLÓGICAS

SÍMBOLOS GRÁFICOS Y LITOLOGÍAS DE SUELOS Y ROCAS

<ul style="list-style-type: none"> GP. Grava sin finos mal graduada GW. Grava sin finos bien graduada GC. Grava con arcilla GM. Grava con limo SM. Arena con limo SC. Arena con arcilla SW. Arenas bien graduadas ML. Limo de baja plasticidad 	<ul style="list-style-type: none"> CL. Arcilla de baja plasticidad CH. Arcilla de alta plasticidad CAL. Caliza CCR. Calcarenita MAR. Marga ARE. Arenisca CON. Conglomerado CHE. Caliche 	<p style="font-size: small;">COT/00.0 0.0 2.3 E = 1/200</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Simbolo gráfico 2 Litología 3 Formación
--	---	--

ESQUEMA DE GOLPEOS

	Golpeo en ensayo SPT
	Golpeo de la hincia de la muestra inalterada

Golpeos realmente contados para la hincia de las dos tandas intermedias, sin correcciones

SIGNOS CONVENCIONALES

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Contacto entre formaciones

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO

- S-2 Sondeo a rotación
- P-11 C-11 Penetrómetro y Calicata mecánica realizados en el mismo punto
- CL-11.3 Columna Litológica

INVESTIGACIÓN PROPUESTA PARA EL PROYECTO

- S-1B Sondeo a rotación
- P-3B C-3B Penetrómetro y Calicata mecánica propuestos en el mismo punto
- P-1B Penetrómetro propuesto
- C-2B Calicata mecánica propuesta

INVESTIGACIÓN RECOPIADA DE PROYECTOS Y ESTUDIOS ANTERIORES

SÍMBOLO	TIPO DE INVESTIGACIÓN	PROYECTO	CLAVE	FECHA	AUTOR
	SONDEO	BP: "By-pass" de Valencia.	7-V-454	1.987	IBERINSA
	PENETRÓMETRO				
	CALICATA				
	SONDEO	PA3: Modificado nº1. "Autovía de Circunvalación de Valencia (A-7). Tramo Puzol-Intersección A-3. Construcción de un Tercer Carril".	47-V-5180	2.001	TYPSA
	SONDEO	PO: Proyecto de Construcción. "Autovía V-30. Penetración Oeste".	7-V-442	1.988	EYSER
	PENETRÓMETRO				
	SONDEO	EI: Estudio Informativo "Circunvalación Exterior de Valencia".	EI.4-V-33	2.007	ASURINSA-SEG
	CALICATA				

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda
Secretaría General de Infraestructuras

Dirección General de Carreteras
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

CONSULTOR

ESCALAS:
0
ORIGINAL A-1

TÍTULO:
MEJORAS FUNCIONALES Y DE SEGURIDAD VIAL Y MEDIDAS DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA AUTOVÍA A-7. TRAMO: ENLACE CV-35 - ENLACE CV-370.

CLAVE:
17-V-7060.B

ANEXO Nº7.
ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR

PROYECTO:
PERFIL LONGITUDINAL GEOLOGICO - GEOTECNICO LEYENDA

Nº PLANO:
10.1A.1. DE.1.

FECHA:
ABRIL 2013
NOMBRE DEL FICHE:
V_7060_7_3-R01



Apéndice 2: Plano geología-geotecnia



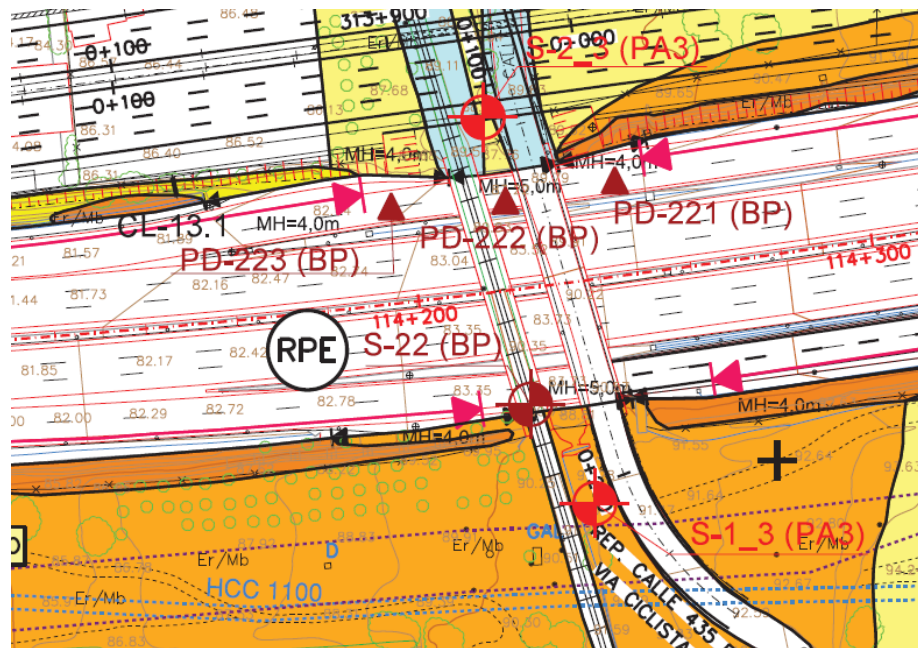
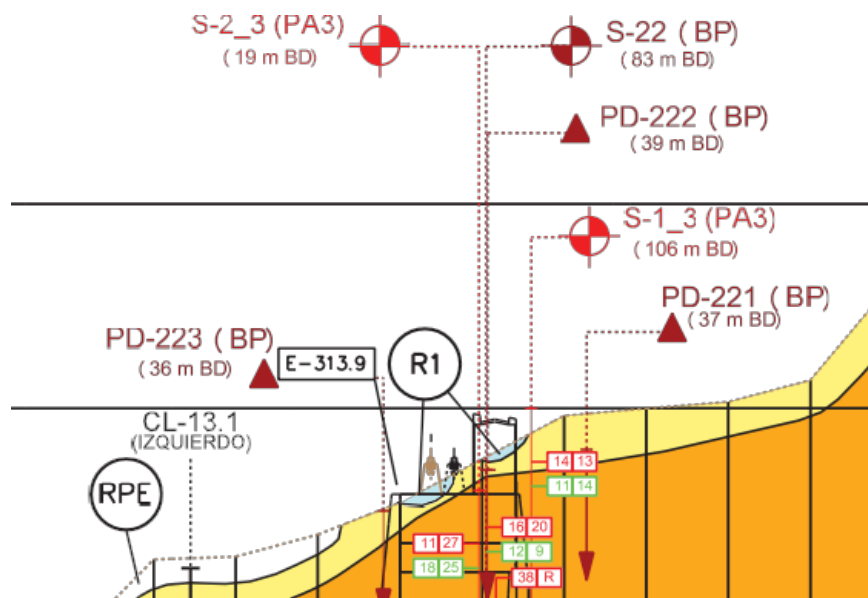


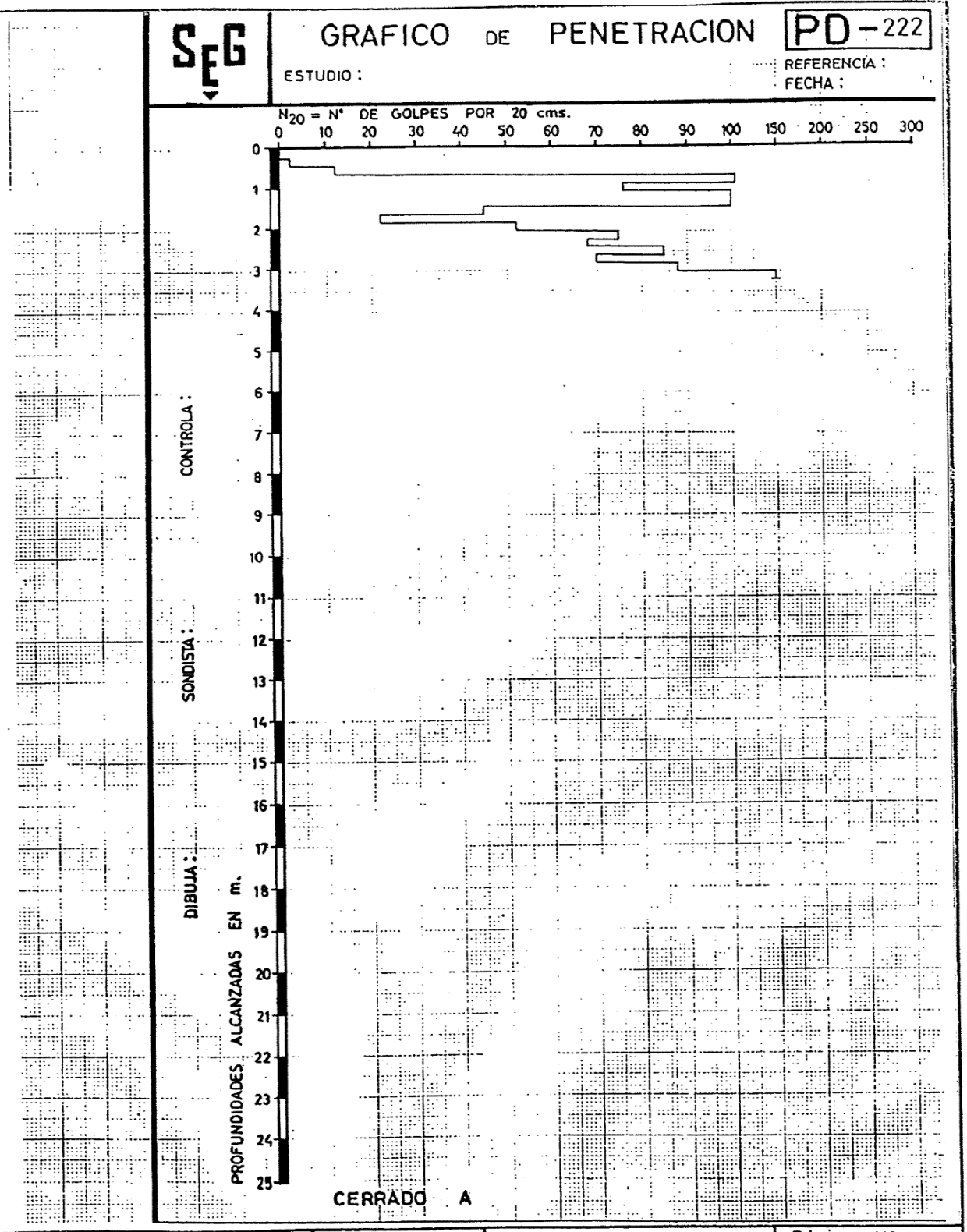
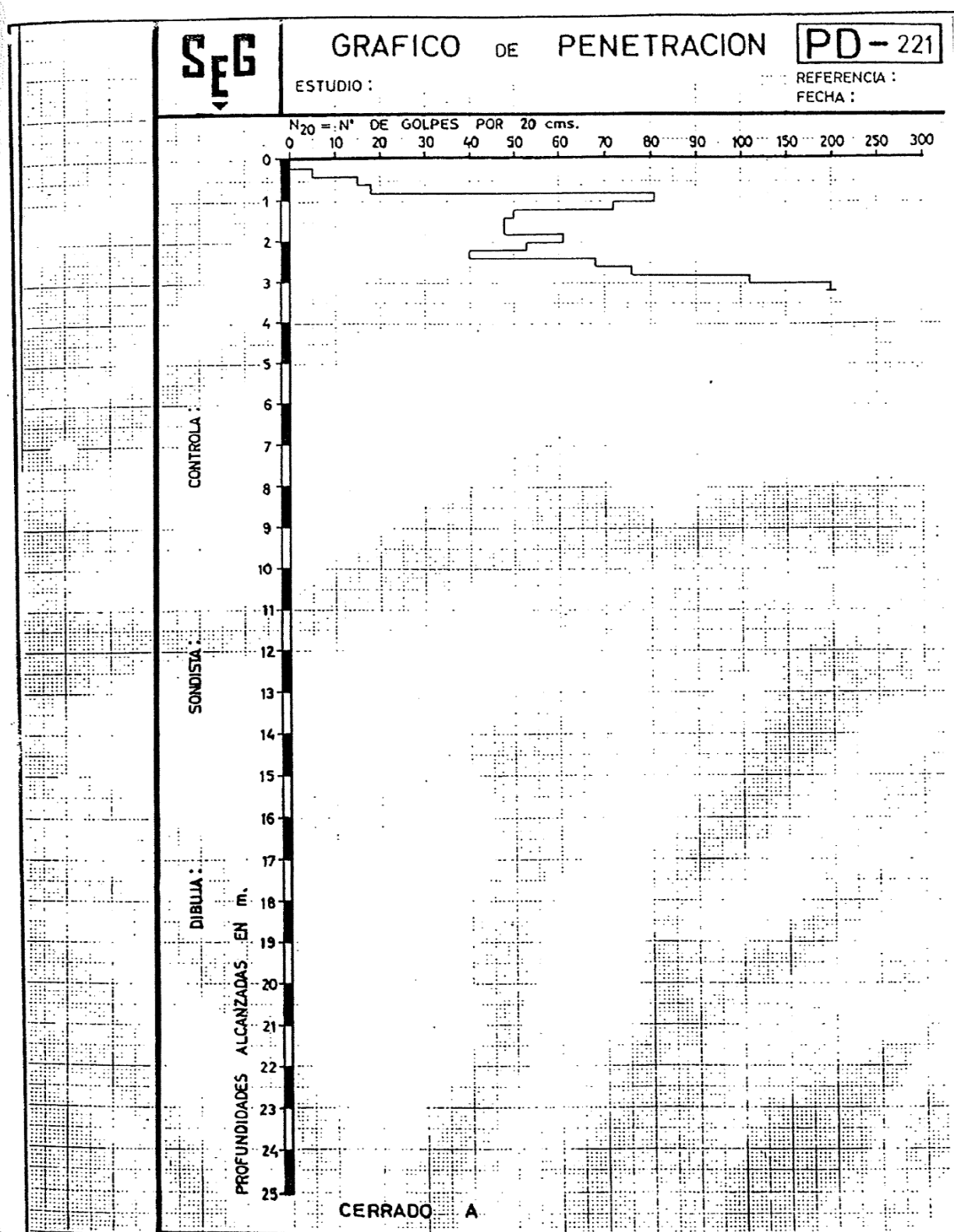
Apéndice 3: Penetraciones dinámicas

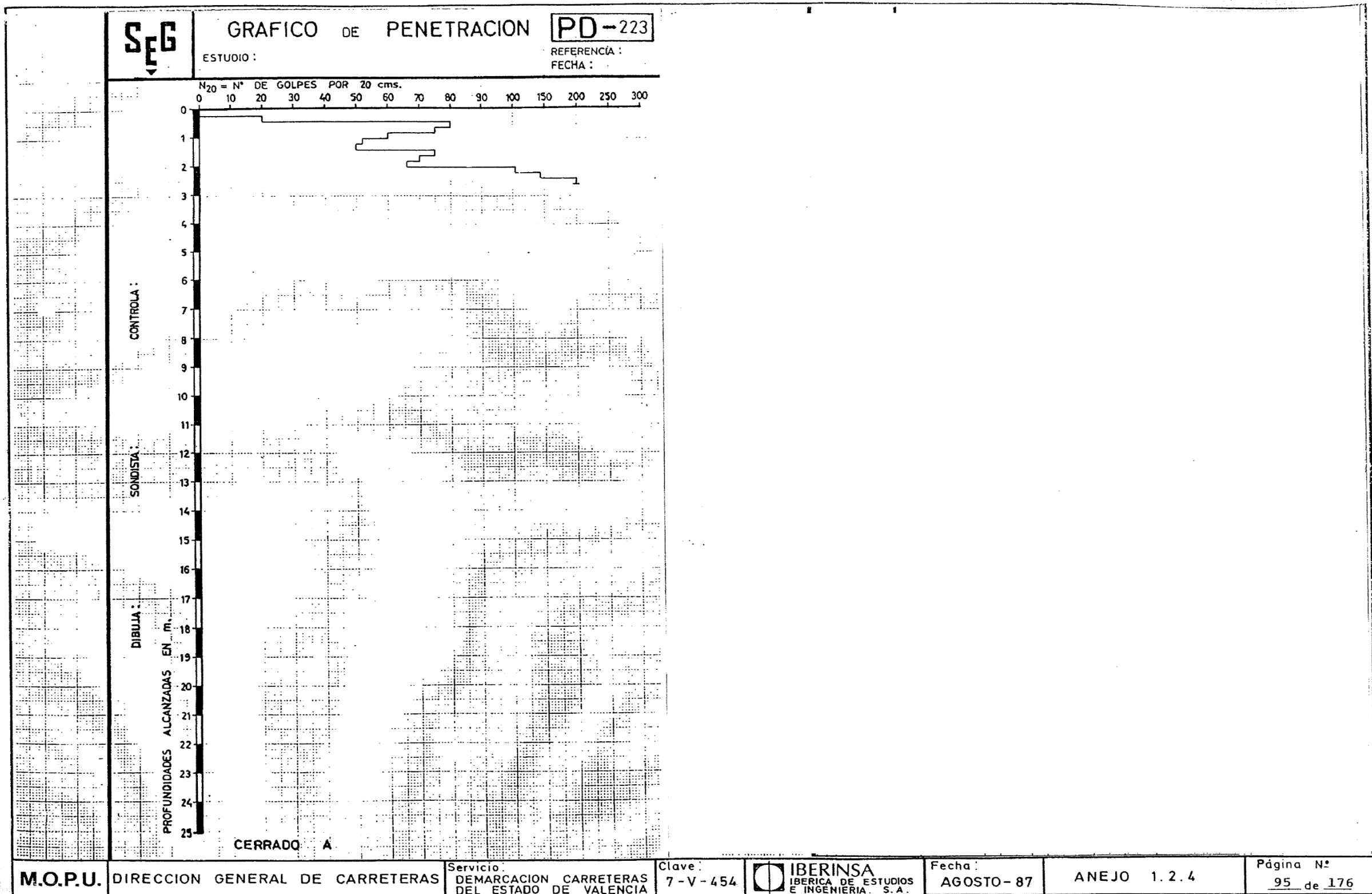
1. Croquis situación de las penetraciones dinámicas.

Se va a añadir la información referida a las penetraciones dinámicas:

- PD-221
- PD-222
- PD-223







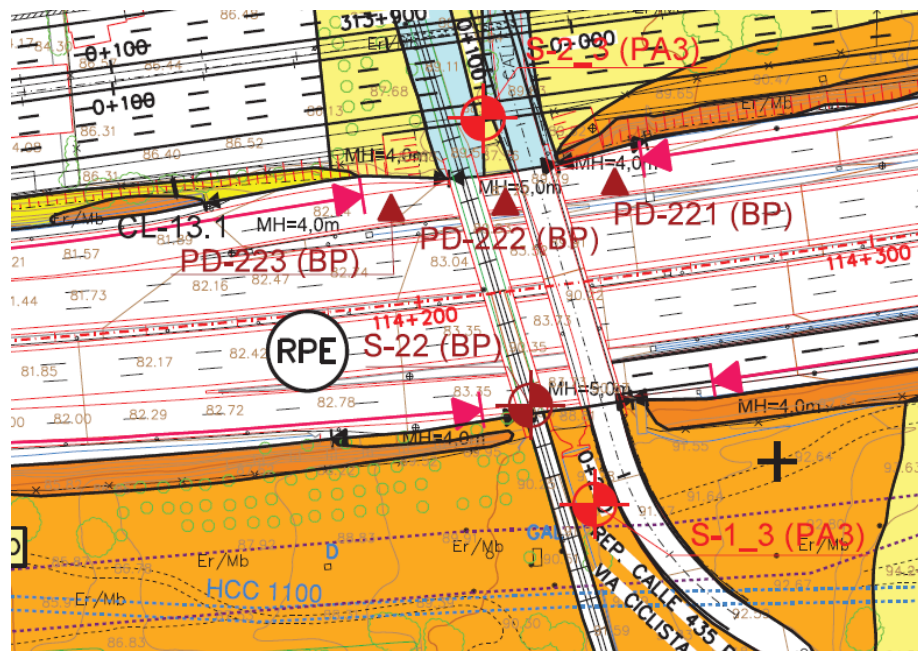
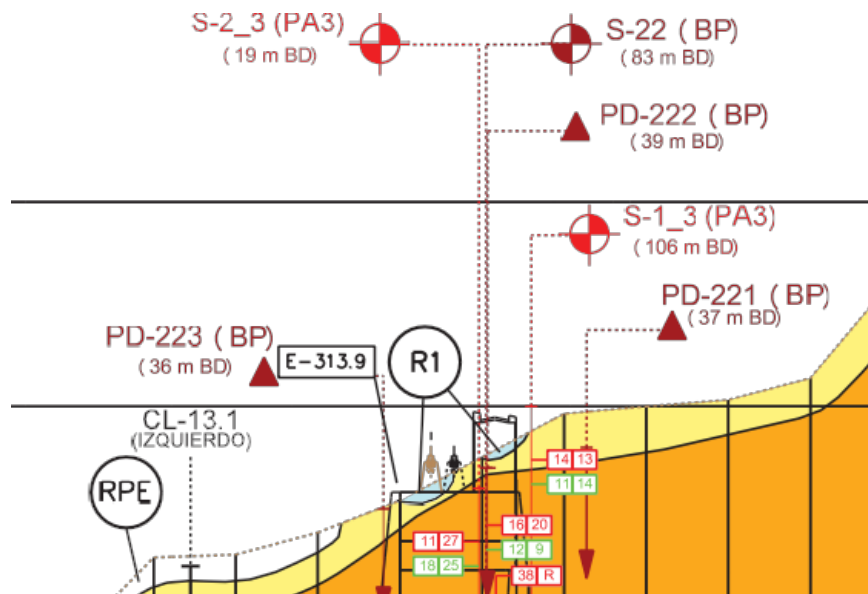


Apéndice 4: Sondeos

Se va a añadir la información referida a los sondeos:

1. Croquis situación de los sondeos.

- S-1_3 (PA3)
- S-2_3 (PA3)
- S-22 (BP)



OBRA: SONDEOS EN CIRCUVALACIÓN VALENCIA (A-7) ENTRE ESTRUCTURAS E-21 Y E-22
 PETICIONARIO: DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS
 EMPRESA DE SONDEOS: GEOTECNIA Y CEMENTOS, S.A.

TIPO DE SONDA: NOVIL DRILL (110)
 TIPO DE BATERIA: WDA
 DIÁMETRO: 101 MM

S1_3 (P43) HOJA 1 DE 2
 SONDEO Nº 1 (LADO MONTE)

PESER. SONTEST (kg/cm²)	COTA SOGA (m)	LITOLÓGICA	ENRAYOS DE CAMPO					N ₆₀	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA	Nº MUESTRA	GRANULOMETRÍA TANEZADO		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL %	RESIDUO COMPR. D_{60} (KGRMS)
			COTA (m)	TIPO	GOLPEO						% PASA 0,075	% PASA 0,075	LIQ. LIQU.	LIQ. PLAST.	IND. PLAST.			
					15	15	15	15										
	0																	
	-0.2																	
	-0.4																	
	-0.6																	
	-0.8																	
	-1.0																	
	-1.2									4234/00	66,8	34,2	NP	NP	NP		4,5	
	-1.4																	
	-1.6									4235/00	69,0	30,7	NP	NP	NP			
	-1.8																	
	-2.0																	
	-2.2																	
	-2.4																	
	-2.6																	
	-2.8																	
	-3.0																	
	-3.2																	
	-3.4																	
	-3.6																	
	-3.8																	
	-4.0																	
	-4.2																	
	-4.4																	
	-4.6																	
	-4.8																	
	-5.0																	
	-5.2																	
	-5.4																	
	-5.6																	
	-5.8																	
	-6.0									4236/00	87,3	98,0	34,2	19,1	19,1			
	-6.2																	
	-6.4																	
	-6.6																	
	-6.8																	
	-7.0																	
	-7.2																	
	-7.4																	
	-7.6																	
	-7.8																	
	-8.0																	
	-8.2																	
	-8.4																	
	-8.6																	
	-8.8																	
	-9.0																	
	-9.2																	
	-9.4																	
	-9.6																	
	-9.8																	
	-10.0																	



OBRA:
PETICIONARIO:
EMPRESA DE SONDEOS:

SONDEOS EN CIRCUNVALACIÓN VALENCIA (A-7) ENTRE ESTRUCTURAS E-21 Y E-22
BRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

TIPO DE SONDA:
TIPO DE BATERIA:
DIÁMETRO:

MOVL. DRILL (UNO)
WELA
191 MM

HOJA 2 DE 2

SONDEO Nº 1 (LADO MONTE)

PESMETR. SOLTREST (kg/cm ²)	COTA BOCA (m)	LITOLÓGICA	ENSAYOS DE CAMPO					DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA	Nº MUESTRA	GRANULOMETRÍA TAMIZADO		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	HUMEDAD NATURAL %	PESOS COMPR. SUPLE (t)		
			COTA (m)	TIPO	GOLPEO					N ₆₀	% PASA 5 LINE	% PASA 20 LINE	LÍM. LIQ.	LÍM. PLÁST.				IND. PLÁST.	
					15	15	15												15
2,5	-8,0																		
	-8,2																		
	-8,4																		
	-8,6																		
	-8,8																		
	-9,0																		
	-9,2																		
	-9,4																		
	-9,6																		
	-9,8																		
	-10,0																		
	-10,2																		
1,5	-10,4																		
	-10,6																		
	-10,8																		
2,5	-11,0																		
	-11,2																		
	-11,4																		
	-11,6																		
	-11,8																		
4,0	-12,0																		
	-12,2																		
	-12,4																		
	-12,6																		
	-12,8																		
	-13,0																		
	-13,2																		
	-13,4																		
	-13,6																		
	-13,8																		
	-14,0																		
	-14,2																		
	-14,4																		
	-14,6																		
	-14,8																		
	-15,0																		

GEOTECNIA Y CIMENTACIÓN S.A.

OBRA:
PETICIONARIO:
EMPRESA DE SONDEOS:

SONDEOS EN CIRCUNVALACIÓN VALENCIA (A-7) ENTRE ESTRUCTURAS E-21 Y E-22
DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS
GEOTECNIA Y CEMENTOS, S.A.

TIPO DE SONDA: MOVL. DRILL (URO)
TIPO DE BATERIA: WEDA
DIÁMETRO: 101 MM

S2-3 (PA3)

HOJA 1 DE 2

SONDEO Nº 2 (LADO MAR)

PENETR. SCHLTEST (kg/cm²)	COTA BOCA (m)	LITOLOGIA	COTA (m)	TIPO	ENSAYOS DE CAMPO				N ₆₀	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA	Nº MUESTRA	GRANULOMETRÍA TAMIZADO		LÍMITES ATÉRCIDOS			DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL %	RESISTENCIA COMP. EMP. (kg/cm²)
					% PASA 60 µm	% PASA 60 µm	LÍM. LIQU.	LÍM. PLÁST.				IND. PLÁST.							
	0		-0,1																
	-0,2																		
	-0,4																		
	-0,6																		
	-0,8																		
	-1,0																		
	-1,2																		
	-1,4																		
	-1,6																		
	-1,8																		
	-2,0																		
	-2,2																		
	-2,4																		
	-2,6																		
	-2,8																		
	-3,0																		
	-3,2																		
	-3,4																		
	-3,6																		
	-3,8																		
	-4,0																		
	-4,2																		
	-4,4																		
	-4,6																		
	-4,8																		
	-5,0																		
	-5,2																		
	-5,4																		
	-5,6																		
	-5,8																		
	-6,0																		
	-6,2																		
	-6,4																		
	-6,6																		
	-6,8																		
	-7,0																		
	-7,2																		
	-7,4																		
	-7,6																		
	-7,8																		
	-8,0																		
	-8,2																		
	-8,4																		
	-8,6																		
	-8,8																		
	-9,0																		
	-9,2																		
	-9,4																		
	-9,6																		
	-9,8																		
	-10,0																		

GEOCISA
GEOTECNIA Y CEMENTOS, S.A.

GEOCISA
RESISTENCIA Y CALIDAD

MC: Testigo control

M: Muestra indeseada

SPT: ensayo penetración estándar

SPT: ensayo penetración estándar con puntas de tipo

OBRA:
PETICIONARIO:
EMPRESA DE SONDEOS:

SONDEOS EN CIRCUNVALACIÓN VALENCIA (A-7) ENTRE ESTRUCTURAS E-21 Y E-22
DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

TIPO DE SONDA:
TIPO DE BATERÍA:
DIÁMETRO:

MOVL DRILL (URO)
WDA
101 MM

HOJA 2 DE 2

SONDEO Nº 2 (LADO MAR)

PENETR. SOILTEST (kg/cm ²)	COTA BOCA (m)	LITOLOGIA	ENSAYOS DE CAMPO					DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA	Nº MUESTRA	GRANULOMETRÍA TAMIZADO		LÍMITES ATTERBERG			DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	HUMEDAD NATURAL %	RESISTENCIA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	
			COTA (m)	TIPO	GOLPES					% PASA 0,075	% PASA 0,075	LÍM. LÍQU.	LÍM. PLÁST.	IND. PLÁST.				
					15	30	45											60
	-8,8																	
	-8,2																	
	-8,4																	
	-8,6																	
	-8,8																	
	-9,0																	
	-9,2																	
	-9,4																	
	-9,6																	
	-9,8																	
3,5	-10,0																	
	-10,2																	
	-10,4																	
	-10,6																	
	-10,8																	
1,0	-11,0																	
	-11,2																	
	-11,4																	
	-11,6																	
	-11,8																	
4,5	-12,0																	
	-12,2																	
	-12,4																	
	-12,6																	
	-12,8																	
	-13,0																	
	-13,2																	
	-13,4																	
	-13,6																	
1,5	-13,8																	
	-14,0																	
4,0	-14,2																	
	-14,4																	
	-14,6																	
	-14,8																	
	-15,0																	

MC: Tiempo continuo ME: Muestra in situ SPT: ensayo penetración estándar GPC: ensayo penetración estándar con puntas de 30kg



OBRA:		SITUACION:		EMPRESA:		FECHA:		SONDEO N°																			
BY - PASS VALENCIA		VER PLANOS		S.E.G.		SEPTIEMBRE 87		22																			
				MAQUINA:		COMIENZO SONDEO:		HOJA N°																			
				SONDISTA: M.MORENO		29-6-87		1 DE 1																			
				SUPERVISOR:		FIN SONDEO:																					
						1-7-87																					
TUBO	NIVEL FREATICO	Corte vertical estratigrafico		NATURALEZA DEL TERRENO	R.Q.D. X testigo				RINCA	Análisis granulométricos			Límites de ATTERBERG			Densidad	Humedad natural	R.C.S.	CARBONATOS	SULFATOS SO ₄	MATERIA ORGANICA	SULFUROS SO ₃	Clasificación			DESCRIPCION DE LA MUESTRA Y OBSERVACIONES	
		PROF. m.	Repres. Grafica		20	40	60	80		N°	N°	N°	L.L.	L.P.	I.P.								I.C.	Kg/cm ³	EX		CASA GRANDE
115	0.70			TERRENO VEGETAL																							
	3.60	1		ARENA LIMOSA CON NODULOS DE ARCILLA Y CONCRECIONES CALIZAS					1.10	11-16-20																	
		2								1.70	23-36	77.558	544.522	713.1	9.6	1.2	1.79	11.2									
		3								2.30	13-12-9																
		4								3.20	11-21																
	6.70	5		ARCILLA LIMOSA					3.60	22-30-R	91	79	45	21.3	15.6	5.7					31.7						
		6								3.90	24-R																
		7								5.20	30-R	100	94	82	37.3	17.9	19.6	1.1	1.75	15.7	2.67	8	11.0				
		8								5.50	22-40-R																
		9								7.40	R																
	100	10		ARCILLA LIMOSA					7.50	R																	
11									9.20	R	97	95	69	23.5	17.6	5.1											
12									9.50	R																	
85	1.20		ARENA ARCILLOSA					10.60	R	100	95	31															
	2.90		ARCILLA DE COLOR MARRON					10.90	R																		
								12.60	R	100	93	83	70.3	19.1	51.20	88	1.42	26.1	1.64	4							
								12.75	R																		
								13.40	R																		
								13.70	R																		

(2) Tante en SPT como en otras tomamuestras poner hincas para 30 cm. despues da 15 cm. SPT-Hincas Stander. Tomamuestras { Mazo 63.6 Kg. Altura de caída 76 cm.

TD-Retencion tubo doble H-Helicoidal SPT-Tomamuestras Stander R-Reschaze Perforado TP-Testigo Perforado

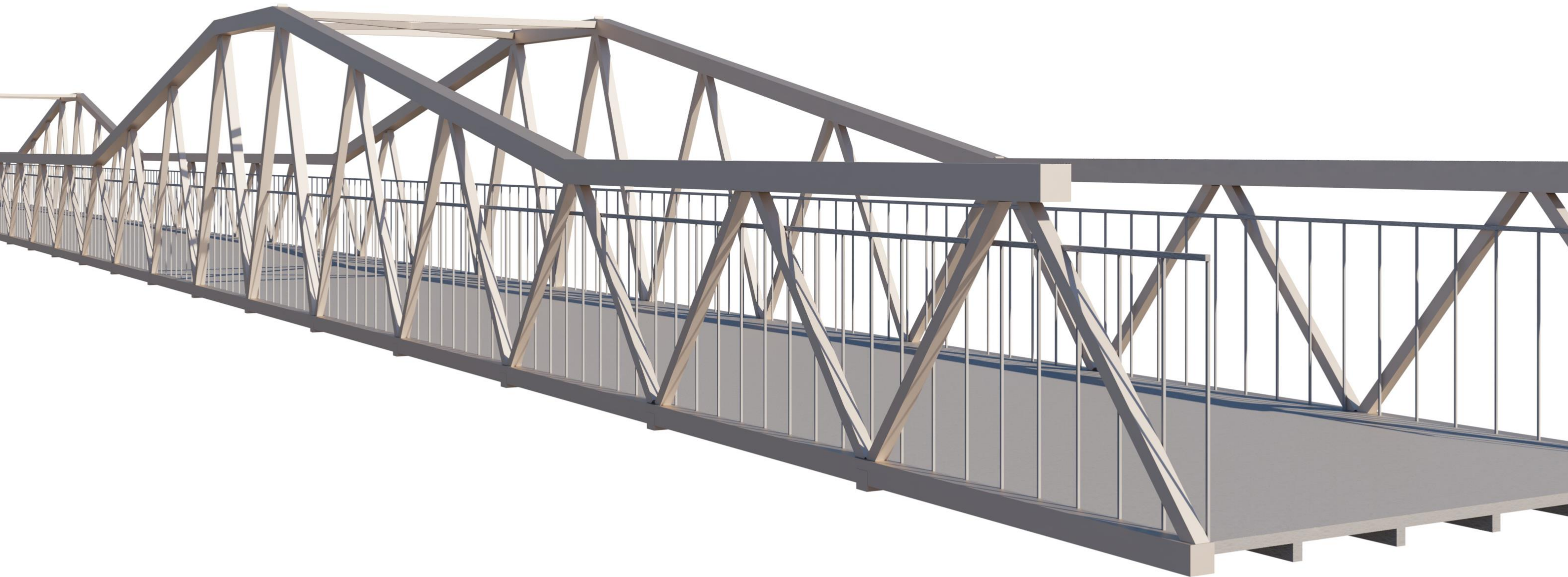
A-Tomamuestras tipo abierto P-Tomamuestras de piston SC-Tomamuestras Shelby golpeado SP-Tomamuestras Shelby de presion TS-Retencion tubo helicoidal

(1) Tipo de muestra



ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)



ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	CONDICIONANTES.....	2
2.1	LOCALIZACIÓN	2
2.2	PROCESO CONSTRUCTIVO	2
2.3	GEOMETRÍA DE LA ZONA	2
2.4	SECCIÓN.....	2
2.5	NÚMERO DE APOYOS.....	2
3	PLANTEAMIENTO ALTERNATIVAS	3
3.1	PASARELA DE VIGAS DE HORMIGÓN.....	3
3.2	PASARELA METÁLICA	4
3.2.1	PASARELA DE VIGAS DE ACERO.....	4
3.2.2	PASARELA METÁLICA EN CELOSÍA.....	4
4	ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	5
5	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Localización (Fuente: Google Earth).....	2
Ilustración 2.	Situación actual de los pasos superiores (Fuente: Google Earth).....	2
Ilustración 3.	Ejemplo puente de vigas de hormigón (FUENTE: Google imágenes).	3
Ilustración 4.	Boceto pasarela de vigas de hormigón (FUENTE: Elaboración propia).	3
Ilustración 5.	Puente de vigas de acero (FUENTE: Google Earth).	4
Ilustración 6.	Tipos de celosías metálicas FUENTE: https://slideplayer.es/slide/10243013/	4
Ilustración 7.	Vista pilas de los pasos superiores actuales (Fuente: Google Earth).....	7
Ilustración 9.	Croquis celosía (Fuente: SAP2000).....	7
Ilustración 8.	Partes proceso constructivo (Fuente: elaboración propia).	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos clásicos de celosías (Fuente: elaboración propia).	5
Tabla 2.	Peso criterios (Fuente: elaboración propia).....	5
Tabla 3.	Valoración alternativas (Fuente: elaboración propia).....	6
Tabla 4.	Valoración final (Fuente: elaboración propia).....	6

1 OBJETO

El objeto del presente Anejo 4, Estudio alternativas, de una nueva pasarela sobre la autovía A-7 es el estudio de las soluciones que se pueden plantear para la construcción de la pasarela, el cual nos llevará a la elección de la tipología y modelo estructural de la pasarela que se va a desarrollar.

2 CONDICIONANTES

2.1 LOCALIZACIÓN

La pasarela se encuentra situada entre el Polígono Industrial Fuente del Jarro y la urbanización de La Cañada (Paterna, Valencia) uniendo ambas, ya que se encuentran divididas por la Autovía A-7.

Se ubicará en el PK-326+900, más concretamente entre dos puentes, ya existentes, de ferrocarril y de vehículos.

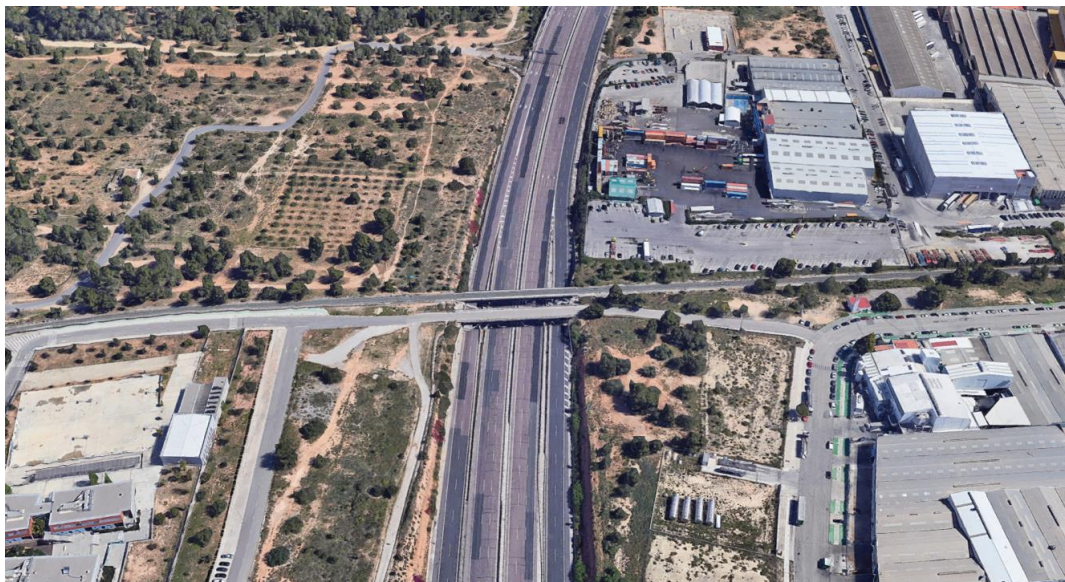


Ilustración 1. Localización (Fuente: Google Earth).

2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Debemos tener en cuenta que la pasarela se encuentra sobre la Autovía A-7, una vía de alta ocupación durante todo el día, ya que constituye el único eje viario del corredor de alta capacidad norte-sur a su paso por el Área Metropolitana de Valencia. Por tanto, además de vehículos ligeros también hay una gran frecuencia de paso de camiones de mercancías por esta vía.

Por tanto, se debe tener muy en cuenta que el proceso de construcción de la pasarela tiene que interferir lo menos posible al tráfico de la vía.

2.3 GEOMETRÍA DE LA ZONA

Los márgenes de la vía por donde se encuentra la pasarela son muy uniformes ya que cuando se construyeron los otros dos puentes quedó un espacio intermedio amplio entre ambas. Además en esa zona los márgenes de la carretera están compuestos por unos muros de hormigón rellenos por su trasdós.

2.4 SECCIÓN



Ilustración 2. Situación actual de los pasos superiores (Fuente: Google Earth).

- Luz a salvar: 64,5 metros.
- Anchura libre mínima: 3 metros.
- Misma cota en ambos extremos.
- Gálibo mínimo: 4,70 metros (definido también por los pasos superiores contiguos).

2.5 NÚMERO DE APOYOS

A ambos lados de la pasarela nos encontramos ante dos pasos superiores, uno de ferrocarril y otro para vehículos. Ambos tienen dos apoyos que coinciden con la tercia entre los carriles complementarios y los carriles principales de la autovía. Por lo tanto, como se comentara en los siguientes apartados, daría una mala percepción visual ver tantas pilas en ese tramo, por lo que se intentará que la pasarela tenga el mismo número de apoyos o ninguno.

3 PLANTEAMIENTO ALTERNATIVAS

El presente anejo tiene la finalidad de definir las alternativas para la definición de la pasarela, por lo que se incluirá la solución adoptada al final de este. Para ello realizaremos un estudio entre diferentes opciones que pueden ser válidas para su dimensionamiento.

Las alternativas que tenemos para la construcción de la pasarela se basan básicamente en el material a utilizar, y en el número de vanos o el número de apoyos intermedios. Ya que según el material y el número de apoyos se definirá la estructura.

- Pasarela de vigas de hormigón.
- Pasarela metálica en celosía.

En cada una de las alternativas, se va a ilustrar con una imagen para facilitar la visualización.

3.1 PASARELA DE VIGAS DE HORMIGÓN

En esta alternativa se contempla la pasarela compuesta por una serie de vigas de hormigón pretensado, las cuales no tendrán ningún apoyo intermedio, por lo que la luz libre de estas vigas será de 64,5 metros.

$$L = 64,5m$$

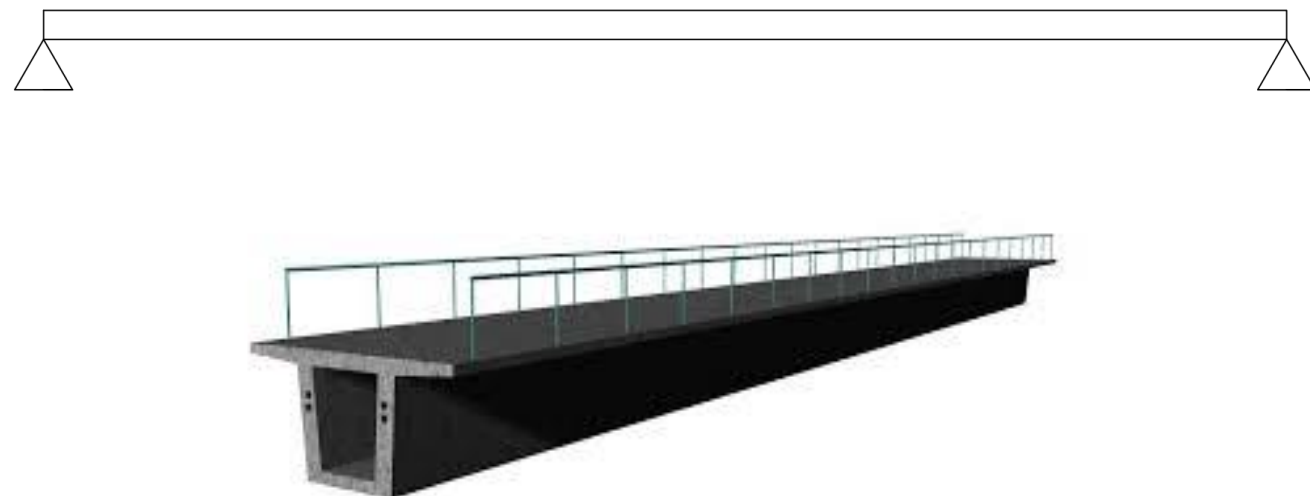


Ilustración 3. Ejemplo puente de vigas de hormigón (FUENTE: Google imágenes).

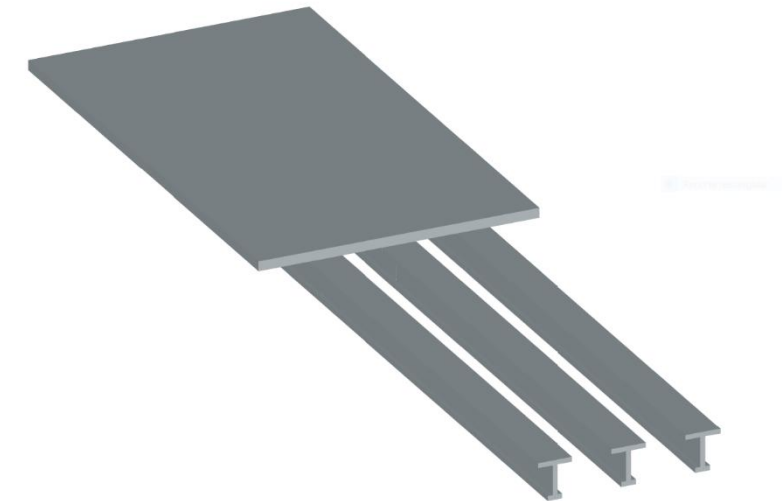


Ilustración 4. Boceto pasarela de vigas de hormigón (FUENTE: Elaboración propia).

Esta solución, tanto de viga única como multiviga se considera inviable ya que la luz a soportar es demasiado grande sin ningún apoyo intermedio para esta tipología, no siendo técnicamente viable

La solución alternativa pasaría por la construcción de una pasarela de varios vanos de vigas prefabricadas.



3.2 PASARELA METÁLICA

Se debe tener en cuenta que las tipologías estructurales que se puede utilizar para la realización de la pasarela son 3, estructura de hormigón, estructura de acero o estructura mixta, combinando acero y hormigón.

Cabe destacar que no se plantea ninguna opción de pasarela de hormigón y mixta ya que, como se ha comentado anteriormente, un gran condicionante es el aumento de cota en la estructura debido a la gran longitud de las vigas, por tanto, afectaría el gálibo y la cota superior.

Por tanto, la opción de estructura metálica es la más favorable, además de ser esta tipología de las más empleadas en pasarelas peatonales porque no dan problemas de gálibo.

Se contemplan en las pasarelas metálicas, dos tipos, el primero de estos es el de vigas de acero, como la alternativa de las vigas de hormigón

3.2.1 PASARELA DE VIGAS DE ACERO

Como en la alternativa anterior, la alternativa de la pasarela con vigas de hormigón, esta se contempla como varias vigas de acero, las cuales resisten directamente las acciones de la pasarela.



Ilustración 5. Puente de vigas de acero (FUENTE: Google Earth).

Como se puede ver son vigas de gran longitud, aunque en el caso del presente trabajo, aun está por decidir el número de apoyos.

Las ventajas de esta alternativa son la sensación de ligereza y de poca acumulación de canto en el centro de las vigas. La desventaja es la gran cantidad de acero que se utiliza para realizar cada una de las vigas, por tanto, el coste económico será bastante elevado en comparación con las vigas de hormigón y la dificultad de transporte de las vigas desde el taller a la ubicación.

3.2.2 PASARELA METÁLICA EN CELOSÍA

El tipo de celosía que se va a emplear es el tipo Warren ya que es la que mejor funcionamiento tiene para repartir las cargas y además otra gran ventaja es el empleo de menos material en comparación con las vigas tipo Pratt. Por último, como hemos indicado antes, en el caso de las celosías y principalmente en el tipo Warren tiene gran sencillez y produce un aspecto bastante liviano.

A continuación, se presenta una imagen y una tabla en la que se pueden ver los diferentes tipos de celosías metálicas básicas que podemos encontrar, con el objetivo de diferenciarlas entre ellas.

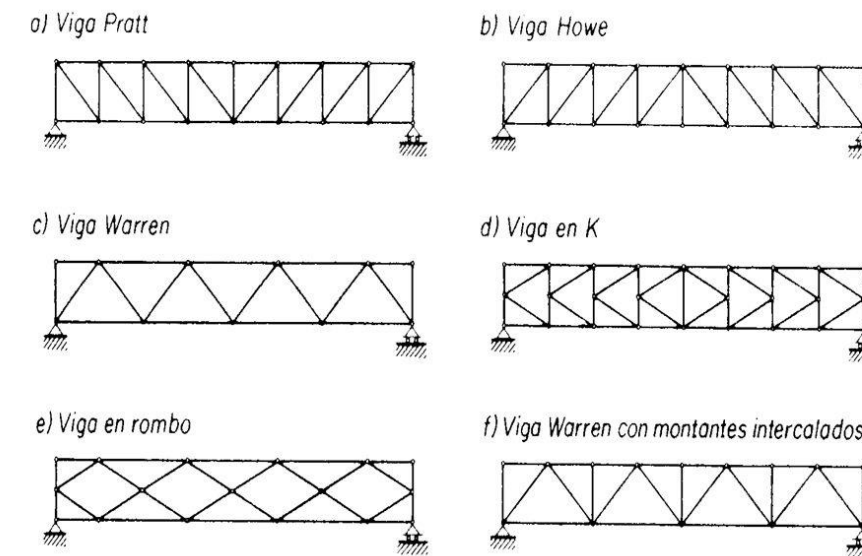


Ilustración 6. Tipos de celosías metálicas FUENTE: <https://slideplayer.es/slide/10243013/>

TIPO	EXPLICACIÓN
Viga Pratt	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en luces medianas y grandes luces (superiores a 100 metros con alturas entre 1/5 a 1/8 de su luz). - Geométricamente es indeformable.
Viga Howe	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en luces medianas, las diagonales trabajan a la compresión y las montantes a la tracción. - Estas vigas se usan frecuentemente en la construcción industrial para resolver apreciables luces y pórticos mixtos. - Buena relación peso-resistencia en relación con las vigas de alma llena, pero ciertos inconvenientes constructivos.
Viga Warren	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en luces reducidas, medianas y grandes, con la ventaja de poseer una malla poco tupida. - Tiene buena resistencia mecánica frente a la economía de materiales usados en su construcción, resultando relativamente ligera.
Viga en K	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en grandes luces. Presenta la ventaja de reducir considerablemente la longitud de las barras comprimidas, y en consecuencia disminuye su longitud de pandeo.
Viga en rombo	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza para arriostramientos horizontales y para hacer indeformables los pórticos cuyos nudos no son rígidos.
Viga Warren con montantes intercalados	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza en luces reducidas, medianas y grandes, la diferencia con la viga Warren sin montantes es que es más tupida, por tanto, no resultan tan ligera. - Puede llevar barras montantes agregadas para reducir las luces de las barras sometidas a la compresión, o reducir la flexión en las barras del cordón inferior.

Tabla 1. Tipos clásicos de celosías (Fuente: elaboración propia).

Como se ha comentado en el párrafo anterior, el tipo de celosía que se va a utilizar va a ser la viga tipo Warren, ya que esta es la más utilizada para este tipo de pasarelas, además económicamente es la más rentable y la alternativa que nos va a dar un aspecto más ligero.

4 ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

En este punto se va a explicar la metodología que se ha seguido para la elección del tipo de estructura que se va a utilizar. El método va a ser un análisis multicriterio, este es un método matemático en el que se buscan una serie de criterios necesarios para una estructura de nuestras características y se valoran cada una de las alternativas de forma numérica con cada uno de los criterios decididos previamente.

La escala que se va a utilizar para valorar las alternativas como se ha mencionado anteriormente va a ser numérica, del número 1, al número 9, significando el 1 que no se ajusta estrictamente al criterio que evalúa, y por el contrario el valor 9 significa que se ajusta estrictamente al criterio que evalúa.

Cabe destacar que se van a diferenciar los criterios en orden de importancia, dando una serie de pesos o multiplicadores a cada uno de estos. Por tanto, los criterios que se van a utilizar y sus pesos se recogen en la siguiente tabla:

CRITERIO	PESO	DESCRIPCIÓN
Economía	3	Indica lo económica o cara que puede resultar la alternativa
Estética	1	Indica la belleza, sencillez, elegancia que puede tener la alternativa
Conservación y mantenimiento	3	Indica la facilidad o dificultad que puede tener la alternativa para mantenerse.
Proceso constructivo	2	Indica la posible afección que puede tener la construcción de la alternativa en las vías cercanas de la obra.
Transporte de materiales o partes	1	Indica la facilidad de transporte y cercanía de las fuentes de materiales o elementos.

Tabla 2. Peso criterios (Fuente: elaboración propia).

Teniendo en cuenta el peso de los criterios que se van a utilizar para valorar las alternativas, a continuación, se van a valorar estas, como se ha mencionado anteriormente con una escala numérica del 1 al 9, como se ha explicado.

Peso	Criterios/tipo	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
		Pasarela de vigas de hormigón	Pasarela de vigas de acero	Pasarela metálica en celosía
3	Economía	8	6	7
1	Estética	3	5	9
3	Conservación y mantenimiento	8	7	6
2	Proceso constructivo	7	7	6
1	Transporte de materiales	5	5	7

Tabla 3. Valoración alternativas (Fuente: elaboración propia).

A continuación, se multiplicarán los pesos de cada criterio por los valores utilizados para valorar las alternativas y se hará un sumatorio de estos determinando el valor final de cada una de las alternativas.

Criterios/tipo	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
	Pasarela de vigas de hormigón	Pasarela de vigas de acero	Pasarela metálica en celosía
Economía	24	18	21
Estética	3	5	9
Conservación y mantenimiento	24	21	18
Proceso constructivo	14	14	12
Transporte de materiales	5	5	7
TOTAL	73	68	76

Tabla 4. Valoración final (Fuente: elaboración propia).

Como se puede ver en la tabla anterior, las tres alternativas están muy igualadas, pero la alternativa de la celosía metálica es la que mayor puntuación ha obtenido y por tanto, es la alternativa más óptima y con la que se procederá a su cálculo más detallado en los siguientes apartados del presente anejo.

5 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Como se ha explicado en el anterior punto, ya se sabe que la alternativa de la celosía metálica es la que se ha seleccionado para su dimensionamiento. Por tanto, se vuelve a destacar que esta alternativa consiste en una estructura en celosía tipo Warren, este tipo de celosía funciona mejor en cuanto al reparto de las cargas que se producen sobre esta, además se emplea menos material en comparación con los otros tipos de celosías, además, este tipo de celosía es la más utilizada en estas estructuras ya que presentan un aspecto bastante liviano por lo poco tupida que es la celosía.

Cabe destacar que es necesario decidir el número de apoyos tendrá la pasarela, debido al efecto que esto conlleva sobre la estructura y su distribución de cargas. Se contemplan tres soluciones posibles, a continuación, se hará un análisis de cada una de estas y se decidirá cuál de las tres es más conveniente, teniendo en cuenta que la solución adoptada es la pasarela metálica en celosía tipo Warren.

1. UN VANO

La alternativa de hacer un solo vano resulta inviable ya que el canto necesario es demasiado grande, por tanto, los perfiles que se utilizarían serían excesivamente grandes y se busca una opción más ligera y fácil para su construcción, además de abaratar la obra disminuyendo la cantidad de acero, como se ha mencionado en los puntos anteriores.

2. DOS VANOS, UN APOYO

En esta alternativa nos encontramos ante la pasarela con apoyo intermedio, el cual se va a encontrar en la mediana de la autovía. Cabe destacar que nos encontramos entre dos pasos superiores, uno de ferrocarril y otro de vehículos, incluyéndose la pasarela en cuestión entre ambas. Los dos pasos superiores actuales tienen dos apoyos como se muestra en la siguiente imagen,



Ilustración 7. Vista pilas de los pasos superiores actuales (Fuente: Google Earth).

A nivel estético colocar una pila central en la mediana de la autovía, teniendo en cuenta que ya disponemos de otras dos líneas de apoyo, no daría buena impresión ya que aumentaríamos el nivel de obstáculos visuales de la autovía.

Además, a nivel constructivo, colocar una pila en la mediana puede ser complicado debido a que sería necesario paralizar provisionalmente el tráfico de los dos carriles aledaños, siendo estas dos vías las principales.

3. TRES VANOS, DOS APOYOS

La pasarela se encuentra entre dos pasos superiores y estos tienen dos apoyos, por lo que a nivel estético nos exige colocar los dos apoyos o directamente hacer un solo vano.

A nivel funcional la solución más óptima entre las comentadas es esta, ya que, supone un ahorro de acero considerable ya que disminuye la ley de flectores en los centros de vano pudiendo así disminuir la cantidad de acero necesaria para soportar dichos flectores, con lo que conllevaría un considerable ahorro en la parte económica.

Por tanto, la solución es la que se presenta en la siguiente imagen, la cual representa el modelado en 3D en el programa informático SAP2000.

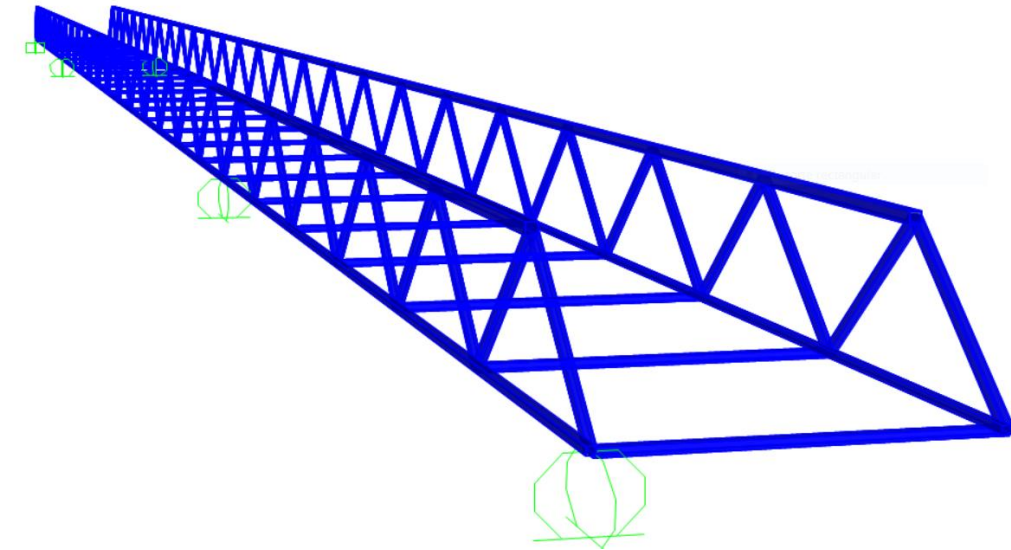


Ilustración 8. Croquis celosía (Fuente: SAP2000)

Podemos distinguir dos apoyos intermedios y dos extremos, que coinciden con los estribos de la pasarela.

Teniendo en cuenta que se ha seleccionado la viga Warren. Esta se compone de los siguientes elementos:

- 2 celosías tipo Warren a ambos lados de la pasarela, compuestas por secciones tubulares cuadradas y rectangulares de diferentes tamaños y espesores. A su vez estas están formadas por cordón superior, cordón inferior y diagonales.
-
- Correas, compuestas por secciones tubulares rectangulares, que unen ambas celosías las cuales sujetan a la chapa de acero que forma el piso de la pasarela.

El procedimiento constructivo que se va a seguir para la alternativa será la construcción en taller en tres partes, las cuales tendrán longitudes de 25, 15 y 25 metros, como podemos ver en la siguiente imagen,

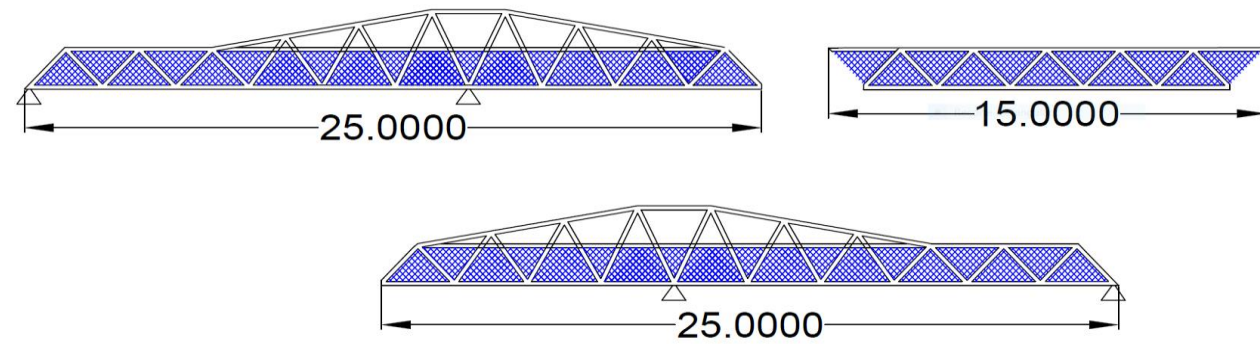


Ilustración 9. Partes proceso constructivo (Fuente: elaboración propia).

Las alturas máximas entre las partes más extremas son de 3 metros, y la altura de la parte intermedia es de 1,5 metros. Al superar las longitudes de 12 metros va a ser necesario un transporte especial para transportar estas 3 partes, además este se va a realizar en horario nocturno con el objetivo de no afectar demasiado al tráfico que circula por la autovía.

Se debe tener en cuenta que, una vez lleguen las tres partes a la ubicación, estas se colocarán sobre las pilas, realizadas previamente de hormigón armado, y se harán las soldaduras pertinentes para unir las diferentes partes que componen la pasarela.

Cabe destacar que lo único que se va a realizar in situ van a ser las pilas de hormigón armado y las cimentaciones que corresponden a estas.



ANEJO 5. CÁLCULOS

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)



ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	ACCIONES	3
2.1	ACCIONES PERMANENTES	3
2.1.1	Acciones permanentes de valor constante	3
2.2	ACCIONES VARIABLES	3
2.2.1	Sobrecarga de uso	3
2.2.2	Viento	3
2.3	ACCIONES ACCIDENTALES	4
3	DEFINICIÓN DE ESTADOS LÍMITE	4
3.1.1	Situaciones de proyecto.....	4
3.1.2	Estados límite	4
3.1.3	Coefficientes de seguridad.....	5
3.1.4	Coefficientes de combinación.....	5
3.2	COMBINACIÓN DE ACCIONES EN ELU.....	5
3.2.1	Situación persistente o transitoria	5
3.3	COMBINACIÓN DE ACCIONES EN ELS.....	6
4	PREDIMENSIONAMIENTO	7
5	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA FINAL	12
5.1	CARGAS PREDIMENSIONAMIENTO	13
5.2	PERFILES A DISPONER DEL PREDIMENSIONAMIENTO	16
5.3	CARGAS DEBIDAS A ACCIONES CLIMÁTICAS	17
5.3.1	Viento	17
5.3.2	Acción térmica.....	21
5.3.3	Nieve.....	24
5.4	COMBINACIONES ELU	24
5.5	COMBINACIONES ELS	26
5.6	DIMENSIONAMIENTO FINAL	26
5.7	COMPROBACIÓN ELS DEFORMACIONES	28
5.8	COMPROBACIÓN CHAPA DE PISO	28
6	SUBESTRUCTURAS	29
6.1	PILAS.....	29
6.2	ESTRIBOS	30
6.3	APARATOS DE APOYO	30
7	APÉNDICE 1. LISTADO CIMENTACIÓN CYPECAD	31
8	APÉNDICE 2. COMPROBACIONES PILAR P1	33
9	APÉNDICE 3. COMPROBACIONES PILAR P2	42
10	APÉNDICE 4. LISTADO CIMENTACIÓN ESTRIBOS	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Distribución de vanos (Fuente: elaboración propia).....	7
Ilustración 2.	Modelo estructura carga DEAD (Fuente: elaboración propia).....	7
Ilustración 3.	Áreas tributarias correas (Fuente: elaboración propia).....	7
Ilustración 4.	Modelo estructura carga CM (Fuente: SAP2000).....	8
Ilustración 5.	Modelos estructura carga SCU1, SCU2, SCU3 (Fuente: SAP2000).....	9
Ilustración 7.	Posiciones de las Sobrecargas verticales (Fuente: elaboración propia).....	10
Ilustración 6.	Modelos estructura carga SCU1I, SCU2I, SCU3I (Fuente: SAP2000).....	10
Ilustración 8.	Modelos estructura carga SCU1_vert, SCU2_vert, SCU3_vert (Fuente: SAP2000).....	11
Ilustración 9.	Comprobación cordones superiores (Fuente: SAP2000).....	11
Ilustración 10.	Comprobación cordones superiores con arriostamiento (Fuente: SAP2000).....	11
Ilustración 11.	Alternativas con arriostamiento superior central (Fuente: elaboración propia).....	12
Ilustración 12.	Pasarela existente al lado de la CV-32 sobre la A7 (Fuente: Google Earth).....	12
Ilustración 13.	Alternativas con arriostamiento superior sobre apoyos intermedios (Fuente: elaboración propia).....	12
Ilustración 14.	Modelo estructura con carga Peso Propio (Fuente: SAP2000).....	13
Ilustración 15.	Modelo estructura carga SCU1, SCU1_long, SCU1_vert (Fuente: Elaboración propia).....	13
Ilustración 16.	Modelo estructura carga SCU2, SCU2_long, SCU2_vert (Fuente: elaboración propia).....	14
Ilustración 17.	Modelo estructura carga SCU3, SCU3_long, SCU3_vert (Fuente: elaboración propia).....	14
Ilustración 19.	Croquis colocación pasamanos (Fuente: elaboración propia).....	14
Ilustración 20.	Croquis alzado pasarela (Fuente: elaboración propia).....	14
Ilustración 21.	Modelo estructura carga Cargas Muertas (Fuente: elaboración propia).....	15
Ilustración 22.	Factores de aprovechamiento de las barras (Fuente: SAP2000).....	15
Ilustración 23.	Mapa de isostacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento Vb,0. (Fuente: IAP-11).....	17
Ilustración 24.	Coefficiente de fuerza Cf para las secciones más habituales (Fuente: IAP-11).....	19
Ilustración 25.	Anchos perfiles (Fuente: elaboración propia).....	19
Ilustración 26.	Mapa de isotermas de la temperatura máxima anual del aire Tmax (°C). (Fuente: IAP-11).....	21
Ilustración 27.	Zonas climáticas de invierno (Fuente: IAP-11).....	22
Ilustración 28.	Perfiles utilizados (Fuente: SAP2000).....	27
Ilustración 29.	Deformada (Fuente: SAP2000).....	28
Ilustración 30.	Sección tipo del tablero (Fuente: elaboración propia).....	28
Ilustración 31.	Coefficiente reductores chapas (Fuente EAE).....	28
Ilustración 32.	Catálogo apoyos elastoméricos (Fuente: MecanoGumba).....	30



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes parciales de seguridad (γ_f) para las acciones en ELU (Fuente: IAP-11).	5
Tabla 2. Coeficientes parciales de seguridad (γ_f) para las acciones en ELS (Fuente: IAP-11).	5
Tabla 3. Factores de simultaneidad (ψ) (Fuente: IAP-11).....	5
Tabla 4. Coeficientes K_r , Z_o y Z_{min} según el tipo de entorno (Fuente: IAP-11):	18
Tabla 5. Coeficiente de fuerza de cada elemento (Fuente: elaboración propia).	20
Tabla 6. Temperatura mínima anual del aire, T_{min} (°C). (Fuente: IAP-11).	22
Tabla 7. Valores de $\Delta T_{e,min}$ y $\Delta T_{e,max}$ para el cálculo de la componente uniforme de temperatura (Fuente: IAP-11)	22
Tabla 8. Componente lineal de la diferencia vertical de temperatura para tableros Tipo 1 y Tipo 3 (Fuente: IAP-11).	23
Tabla 9. Coeficiente K_{sur} de influencia del tipo y espesor de pavimento	23
Tabla 10. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal, S_k (kN/m ²) (Fuente: IAP-11).	24
Tabla 11. Tabla combinaciones ELU (Fuente: SAP2000).	25
Tabla 12. Combinaciones ELS (Fuente: SAP2000).	26
Tabla 13. Perfiles finales (Fuente: elaboración propia).	26

1 OBJETIVO

El presente anejo del Trabajo Fin de Grado “Estudio básico de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K. 326+900. T.M. de Paterna” tiene como objetivo dimensionar la alternativa seleccionada como definitiva en el anejo anterior.

2 ACCIONES

2.1 ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes la normativa aplicada en el presente trabajo clasifica este tipo de acciones en dos tipos, las acciones permanentes de valor constante y las acciones permanentes de valor no constante.

En este trabajo no nos encontramos ante acciones permanentes de valor no constante como el pretensado, acciones reológicas, empujes del terreno, asientos en el terreno de cimentación, etc., por lo que no se explicaran en este anejo.

2.1.1 Acciones permanentes de valor constante

Las acciones permanentes de valor constante son producidas por el peso de los distintos elementos que forman parte de la estructura. Estas actúan en todo momento y son constantes en posición y magnitud para una situación de proyecto determinada. A efectos de la normativa de aplicación se clasifican en el peso propio y las cargas muertas.

2.1.1.1 *Peso propio*

Esta acción corresponde al peso de los elementos estructurales, estos elementos son los que van a ser dimensionados con el software de cálculo empleado, que para este trabajo es el programa SAP2000. Los elementos estructurales que encontramos en la pasarela son,

- Cordones superior e inferior de las vigas Warren.
- Diagonales que conforman el alma de las vigas.
- Correas que soportan a la chapa de piso.

Estos elementos estructurales van a estar conformados en acero laminado, con un peso específico de 78,5 kN/m².

2.1.1.2 *Cargas muertas*

Corresponde al peso de los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales, tales como pavimento de calzada y aceras, elementos de contención, dotaciones viales y de la propia estructura, etc. En nuestro caso nos encontramos con los siguientes elementos no estructurales,

- Chapa de acero que conforma el piso de la pasarela.

2.2 ACCIONES VARIABLES

2.2.1 Sobrecarga de uso

Para la determinación de los efectos estáticos de la sobrecarga de uso debida al tráfico de peatones, se considerará la acción simultanea de las cargas siguientes,

- Una carga vertical uniformemente distribuida de valor igual a 5 kN/m².
- Una fuerza horizontal longitudinal de valor igual al 10% del total de la carga vertical uniformemente distribuida, actuando en el eje del tablero al nivel de la superficie del pavimento.
- A efectos de las comprobaciones locales, se considerará una carga vertical puntual de valor igual a 10 kN, actuando sobre una superficie cuadrada de 0,10 m de lado. Esta carga no se computará en el modelo que se realizará en el programa de cálculo, pero deberá tenerse en cuenta en un posible proyecto de construcción. Para el modelado de la estructura en el programa SAP2000, haremos la simplificación de colocar estas cargas distribuidas como unas cargas puntuales verticales, además colocándola en los lugares más desfavorables como son los centros de cada uno de los vanos.

2.2.2 Viento

Para la obtención del valor de las cargas de viento, la metodología a seguir va a ser la de la normativa IAP-11. Cabe destacar que el primer paso para dimensionar la estructura va a ser un predimensionamiento con las cargas que al parecer van a ser las que más nos condicionen, como son el Peso Propio, las Cargas Muertas y la Sobrecarga de uso. Las acciones climáticas se calcularán teniendo ya una primera iteración con tal de realizar un cálculo más fino de estas acciones.

2.3 ACCIONES ACCIDENTALES

Estas acciones son de corta duración cuya probabilidad de actuación durante la vida útil de la estructura es pequeña, pero cuyos efectos pueden ser considerables, estos son, por ejemplo,

- Impactos de vehículos.
- Sismos.
- Avenidas de periodo de retorno importante.
- Etc.

Se ha llegado a la conclusión que debido al alcance del trabajo y que, al tratarse de una pasarela que se encuentra entre dos pasos superiores y que, además, las pilas de la pasarela de estudio y las colindantes son paralelas y se encuentran muy próximas entre sí, ante un posible impacto se prevé que este ocurra en las pilas exteriores de los pasos superiores existentes.

3 DEFINICIÓN DE ESTADOS LÍMITE

Los Estados Límite son aquellas situaciones para las que, de ser superadas, pueden considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

Por tanto, a continuación, se procede a indicar y explicar la metodología que hemos empleado para obtener los valores que se introducirán en el programa de cálculo y comprobará la estructura.

3.1.1 Situaciones de proyecto

Las situaciones de proyecto en una estructura son un conjunto de condiciones físicas que representarlas circunstancias reales que pueden presentarse durante un cierto intervalo de tiempo para el cual en el proyecto se va a comprobar que no se superan los estados límite pertinentes. Se considera que, durante ese intervalo de tiempo, los factores que afectan a la seguridad estructural no varían. Las situaciones que considera la instrucción (IAP-11) para pasarelas son las siguientes,

- Situaciones persistentes: corresponden a las condiciones de uso normales de la estructura durante su vida útil.
- Situaciones transitorias: se producen cuando las condiciones de uso o estado de la estructura son temporales como durante su construcción o reparación y para las que se considerará el correspondiente periodo de duración que a falta de estudios más detallados se podrá aceptar como tal un año.

- Situaciones accidentales: corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura como, por ejemplo, las provocadas por un impacto o por el fallo de algún elemento. Se considerarán instantáneas.

3.1.2 Estados límite

Estados límite últimos (E.L.U.): son aquellos tales que, si se sobrepasa, se produce el agotamiento o colapso de la estructura o de una parte de ella. A efectos de aplicación de la instrucción IAP-11, en función del tipo de estructura tenemos que considerar los siguientes,

- ELU de equilibrio (EQU), por pérdida de estabilidad estática de una parte o del conjunto de la estructura, considerada como un cuerpo rígido. Se caracteriza por que pequeñas variaciones en el valor o en la distribución espacial de acciones con un mismo origen resultan significativas y por qué la resistencia de los materiales estructurales o del terreno no son en general determinantes.
- ELU de rotura (STR), por agotamiento resistente o deformación plástica excesiva, donde la resistencia de los materiales estructurales es determinante.
- ELU de fatiga (FAT), relacionado con los daños que pueda sufrir una estructura o cualquiera de sus elementos como consecuencia de sollicitaciones variables repetidas.

En el presente trabajo se tendrá en cuenta únicamente el ELU de equilibrio y el ELU de rotura.

Estados límite de servicio (E.L.S.): son aquellos tales que, si se sobrepasa, la estructura dejara de cumplir el cometido para el que fue proyectada por razones funcionales, de durabilidad, o de aspecto, sin que ello suponga el colapso de la misma. A efectos de aplicación de esta Instrucción, en función del tipo de estructura, se deberán considerar los siguientes:

- ELS de fisuración que afecte a la durabilidad o estética del puente.
- ELS de deformación que afecte a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que cause daño a elementos no estructurales.
- ELS de vibraciones que no sean aceptables para los usuarios del puente o que puedan afectar a su funcionalidad o provocar daños en elementos no estructurales.
- ELS de plastificaciones en zonas localizadas de la estructura que puedan provocar daños o deformaciones irreversibles.
- ELS de deslizamiento en uniones mediante tornillos de alta resistencia.

Estos se clasifican según reversibles e irreversibles. Los reversibles son aquellos que dejan de ser superados cuando desaparece la acción que los provoca. Los irreversibles son aquellos que, una vez superados, se mantienen de forma permanente, incluso se elimina la acción que los ha provocado.

En el presente trabajo únicamente tendremos en cuenta el ELS de deformación debido al alcance del trabajo.

3.1.3 Coeficientes de seguridad

A continuación, se representan en las siguientes tablas los coeficientes de seguridad, que aparecen en la normativa IAP-11, pero se seleccionaran los que se van a emplear para realizar los calculas de minoración de resistencias y mayoración de acciones, tanto para las combinaciones de ELU como de ELS,

ACCIÓN	EFECTO	
	Favorable	Desfavorable
Permanentes (G)	Peso propio	1.35
	Cargas muertas	1.35
Variables (Q)	Sobrecarga de uso	1.35
	Acciones climáticas	1.5

Tabla 1. Coeficientes parciales de seguridad (γ_f) para las acciones en ELU (Fuente: IAP-11).

ACCIÓN	EFECTO	
	Favorable	Desfavorable
Permanentes (G)	Peso propio	1
	Cargas muertas	1
Variables (Q)	Sobrecarga de uso	1
	Acciones climáticas	1

Tabla 2. Coeficientes parciales de seguridad (γ_f) para las acciones en ELS (Fuente: IAP-11).

3.1.4 Coeficientes de combinación

ACCIÓN	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	0.4	0.4	0
Viento	0.3	0.2	0
Acción térmica	0.6	0.6	0.5
Nieve	0.8	0	0

Tabla 3. Factores de simultaneidad (ψ) (Fuente: IAP-11)

Como se ha indicado en la tabla, cada acción puede tener los siguientes valores representativos, según la combinación de que se trate,

- Valor de combinación ($\psi_0 * Q_k$): será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes.
- Valor frecuente ($\psi_1 * Q_k$): será de la acción tal que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil del puente.
- Valor casi-permanente ($\psi_2 * Q_k$): será el valor de la acción tal que sea sobrepasada durante una gran parte de la vida útil del puente.

3.2 Combinación de acciones en ELU

Según lo marcado en la IAP-11, para cada situación de proyecto se identificarán las hipótesis de carga críticas y, para cada una de ellas, el valor de cálculo del efecto de las acciones se obtendrá combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente.

3.2.1 Situación persistente o transitoria

La combinación de acciones en esta situación se tiene que hacer según la siguiente fórmula,

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

Donde:

$G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente

$G_{k,m}^*$ valor característico de cada acción permanente de valor no constante

$Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

γ_G, γ_Q coeficientes parciales

Al hacer las combinaciones se debe tener en cuenta que habrá que realizar tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando, en cada una de ellas, una de las acciones variables como dominante y el resto concomitantes.

Además, al combinar las diferentes acciones variables, se debe tener en cuenta las prescripciones siguientes:

- La sobrecarga de uso estará representada, para su combinación con el resto de las acciones, mediante los grupos de cargas definidos en la tabla 4.1-c de la IAP-11, que son excluyentes entre sí.
- Cuando se considere el viento transversal sobre el tablero, se considerará la actuación simultánea de la componente vertical del viento y el momento de vuelco correspondiente, definidos en el apartado 4.2.5.1 de la IAP-11.
- Cuando se considere el viento longitudinal sobre el tablero, según el apartado 4.2.5.2, de la IAP-11, no se considerará la actuación simultánea del viento transversal, ni el empuje vertical, ni el momento de vuelco correspondiente.
- La concomitancia de la componente uniforme de temperatura y de la componente de diferencia de temperatura se regirá por lo expuesto en el apartado 4.3.1.3 de la IAP-11.
- Cuando se considere la acción del viento como predominante, no se tendrá en cuenta la actuación de la sobrecarga de uso.
- Cuando se considere la sobrecarga de uso como predominante, se considerará el viento concomitante correspondiente, con las indicaciones que figuran en el apartado 4.2.3 de la IAP-11.
- Cuando se considere el grupo de cargas de tráfico gr 2 (fuerzas horizontales con su valor característico), no se considerará la actuación del viento ni de la nieve.
- No se considerará la acción simultánea del viento y de la acción térmica.
- En general, no se considerará la acción simultánea de la carga de nieve y la sobrecarga de uso salvo en zonas de alta montaña, en cuyo caso se estudiará para el proyecto concreto la distribución espacial y la concomitancia de ambas acciones.

3.3 Combinación de acciones en ELS

Según el Estado Límite de Servicio que se vaya a verificar, se adoptará uno de los tres tipos de combinación de acciones indicados a continuación,

- Combinación característica (poco probable o rara):

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

- Combinación frecuente:

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

- Combinación casi-permanente:

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

4 Predimensionamiento

Teniendo en cuenta las diferentes acciones que va a soportar la estructura, vamos a hacer un predimensionamiento, haciendo un cálculo simplificado con las cargas más importantes,

- Acciones permanentes:
 - o Peso propio (en el programa de cálculo recibirá el nombre de DEAD).
 - o Cargas muertas, debidas al peso de la chapa de acero que conforma el piso de la pasarela y al peso de las barandillas.
- Acciones variables:
 - o Sobrecarga de uso: se colocará una carga vertical uniforme de valor 5 kN/m^2 , en el modelado se separará según los vanos, es decir entre 3 superficies, para realizar las combinaciones pertinentes, estas en el programa de cálculo recibirán el nombre de SCU1, SCU2, SCU3, según el vano en el que estén.

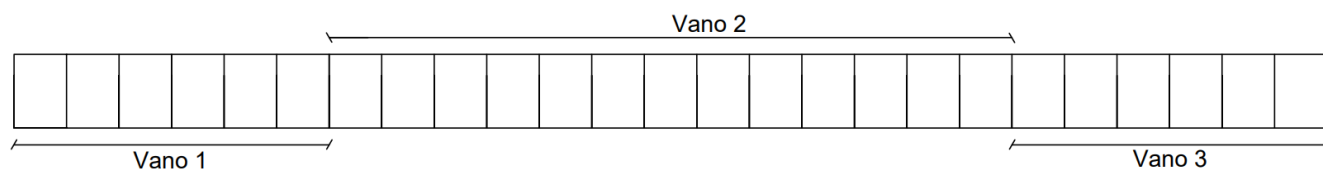


Ilustración 1. Distribución de vanos (Fuente: elaboración propia).

- o Las cargas horizontales que indica la IAP-11 como sobrecarga no las tendremos en cuenta para el predimensionamiento.
- o Las acciones climáticas tampoco las tendremos en cuenta para el predimensionamiento.

Para el predimensionamiento se va realizar únicamente la combinación se ha seleccionado la combinación de acciones persistente. Además, los coeficientes de mayor ración (que también vienen definidos en la IAP-11), son los siguientes,

- Coeficientes para cargas permanentes = 1,35.
- Coeficientes para las cargas variables = 1,5.

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

Combinación a realizar,

$$ELU1: 1,35 * DEAD + 1,35 * CM + 1,5 * ENV_SCU123 + 1,5 * ENV_SCU123I$$

Hay que tener en cuenta que para hacer esta combinación se ha calculado la envolvente de las sobrecargas de uso tanto verticales como longitudinales, ya que en el programa de cálculo se han colocado las siguientes cargas,

- **DEAD:** peso propio de la estructura (el programa lo calcula automáticamente).

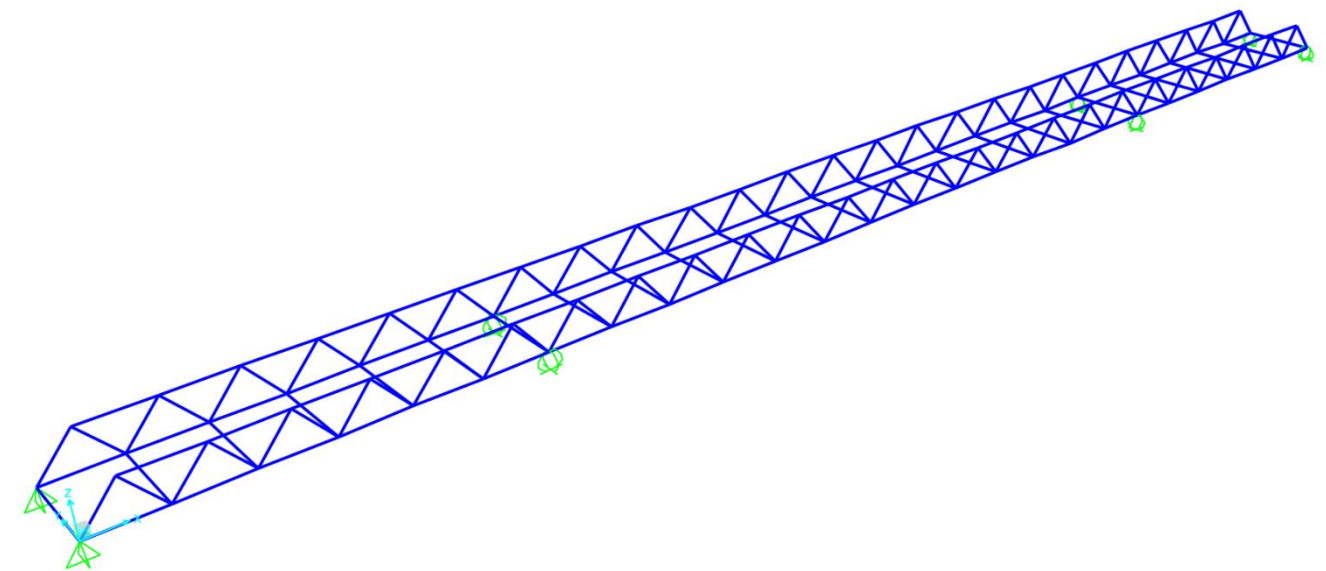


Ilustración 2. Modelo estructura carga DEAD (Fuente: elaboración propia).

- **CM:** cargas muertas debidas a la chapa de piso de acero de 6 milímetros la cual teniendo en cuenta que el peso específico (γ) del acero es $78,5 \text{ kN/m}^3$, por tanto como tiene de espesor 6 milímetros podemos decir que la carga repartida es de $0,471 \text{ kN/m}^2$. Además, esta carga se ha repartido entre cada una de las correas, por tanto, debido a su la geometría sabemos que las correas que se encuentran en los extremos de la pasarela van a tener menor área tributaria que las que las correas interiores, como se puede ver en la siguiente imagen,



Ilustración 3. Áreas tributarias correas (Fuente: elaboración propia).

Por tanto, las áreas tributarias son las siguientes,

- $A_{tributaria,externas} = 3,125 \text{ m}^2$
- $A_{tributaria,internas} = 6,25 \text{ m}^2$

Teniendo en cuenta las áreas tributarias de cada correa se puede repartir la Carga Muerta entre estas, resultando un valor de carga muerta por correa de,

- $CM_{correas\ externas} = 0,58875 \text{ kN/m}$
- $CM_{correas\ internas} = 1,1775 \text{ kN/m}$

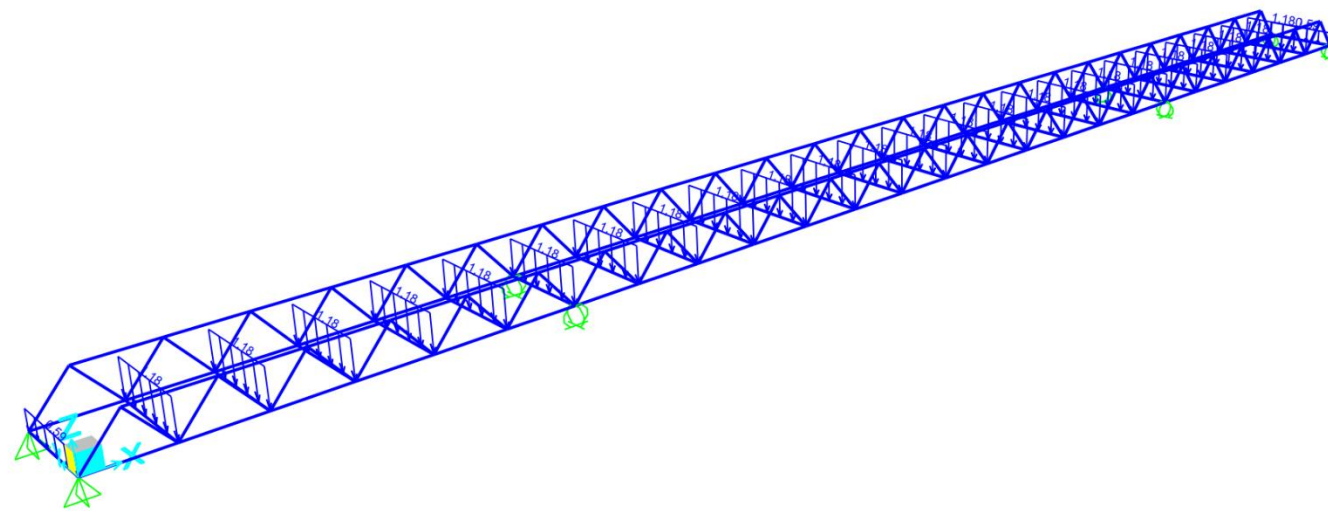
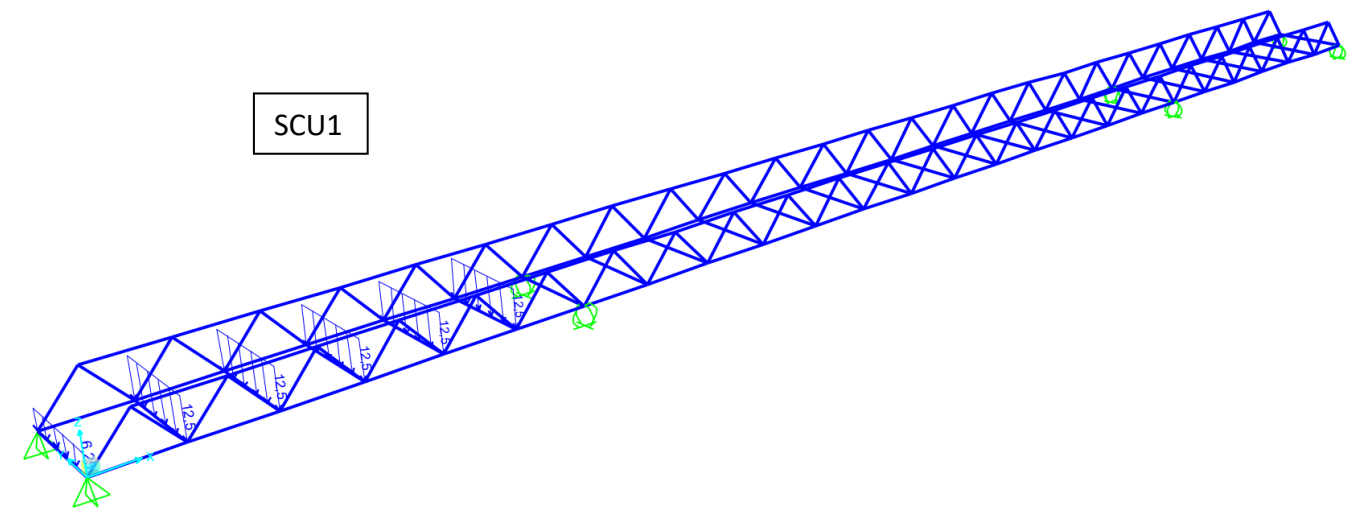


Ilustración 4. Modelo estructura carga CM (Fuente: SAP2000).

Por tanto, los valores de las sobrecargas por metro de correa son,

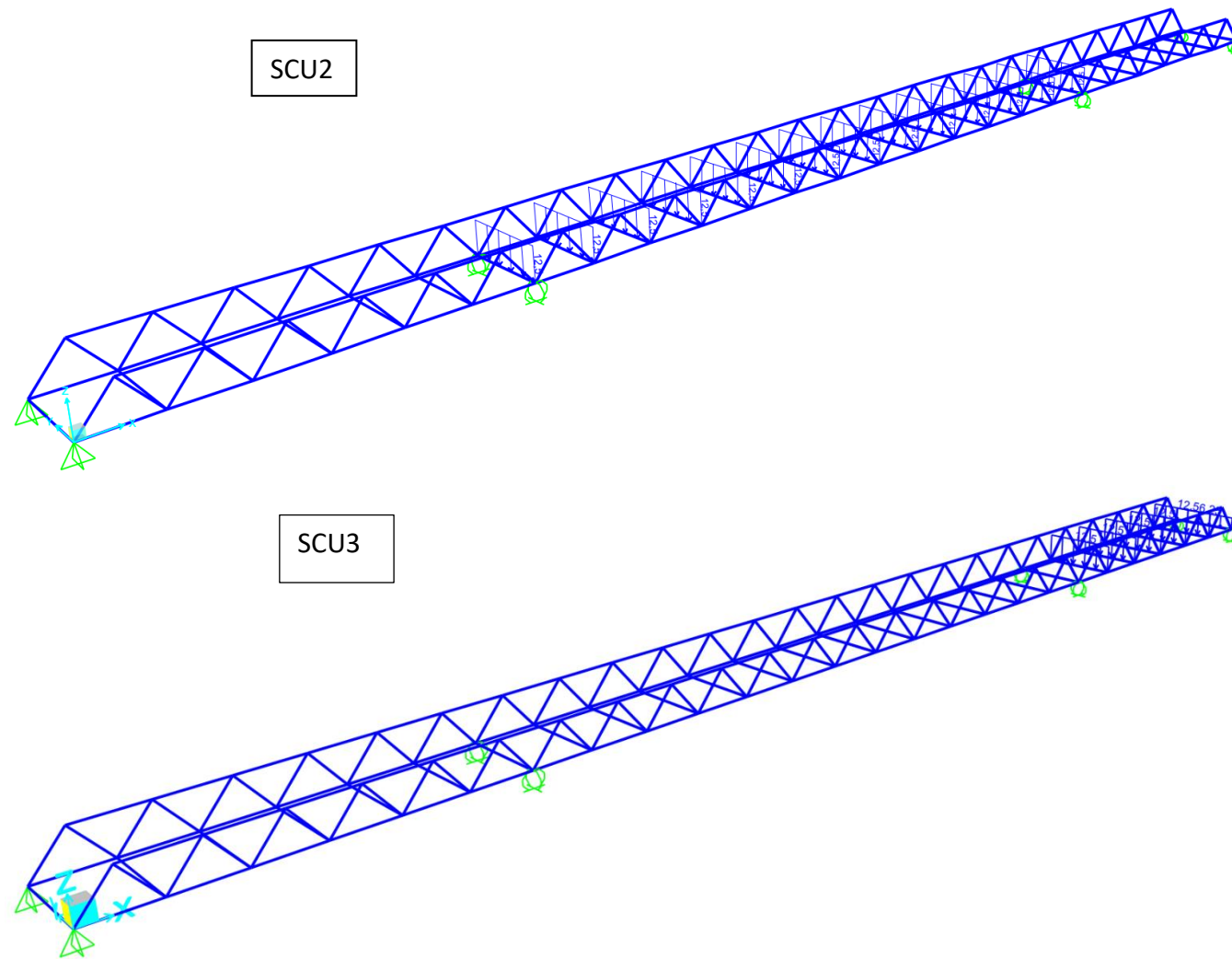
- En el vano 1 (tenemos tanto correas externas como internas):
 - o $SCU1_{correas\ externas} = 6,25 \text{ kN/m}$
 - o $SCU1_{correas\ internas} = 12,5 \text{ kN/m}$
- En el vano 2 (únicamente tenemos correas internas):
 - o $SCU2_{correas\ internas} = 12,5 \text{ kN/m}$
- En el vano 3 (tenemos tanto correas externas como internas):
 - o $SCU3_{correas\ externas} = 6,25 \text{ kN/m}$
 - o $SCU3_{correas\ internas} = 12,5 \text{ kN/m}$



- **SCU1, SCU2, SCU3:** como se ha comentado anteriormente se ha separado las sobrecargas según en el vano en el que estén por ello tendremos tres sobrecargas siendo estas, SCU1, SCU2 y SCU3. La metodología para obtener los valores de estas sobrecargas va a ser la misma que la que se ha seguido para el cálculo de la carga muerta, ya que esta carga es una repartida en toda la superficie del tablero de la pasarela.

Las áreas tributarias de las correas son las mismas que las calculadas anteriormente, estas se repiten a continuación,

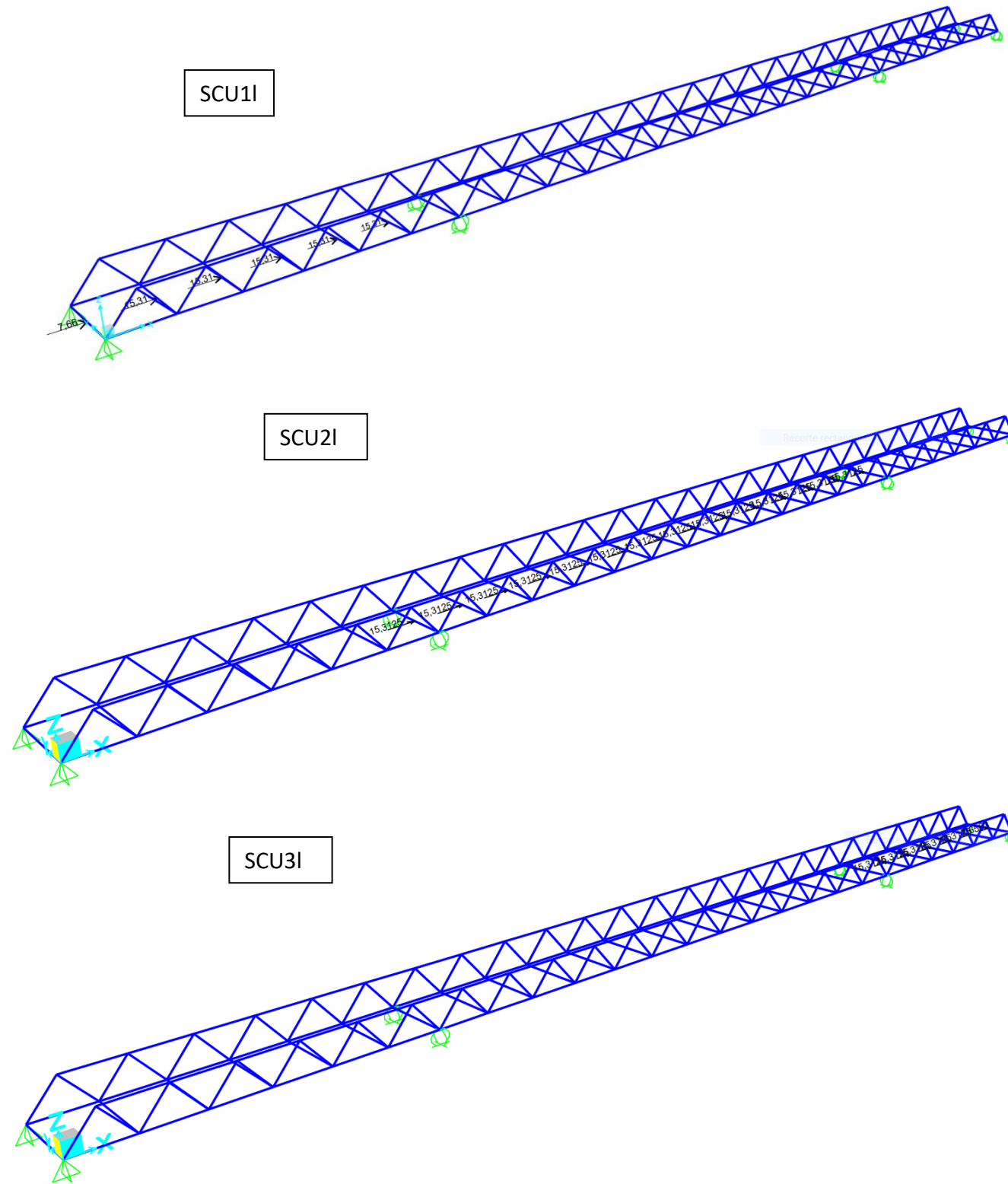
- o $A_{tributaria,externas} = 3,125 \text{ m}^2$
- o $A_{tributaria,internas} = 6,25 \text{ m}^2$



- En el vano 2 (únicamente tenemos correas internas):
 - $SCU2l_{correas\ internas} = 7,8125\ kN$
- En el vano 3 (tenemos tanto correas externas como internas):
 - $SCU3l_{correas\ externas} = 3,9063\ kN$
 - $SCU3l_{correas\ internas} = 7,8125\ kN$

Ilustración 5. Modelos estructura carga SCU1, SCU2, SCU3 (Fuente: SAP2000).

- **SCU1, SCU2, SCU3:** como nos marca la IAP-11, y como se ha expuesto en el apartado 1.2.1 del presente anejo, se tiene una carga variable horizontal de valor el 10% de la sobrecarga vertical, para ello teniendo los valores de las cargas distribuidas en cada correa podemos obtener directamente la fuerza puntual horizontal que se colocará de forma horizontal en el eje del pavimento. Los valores son,
 - En el vano 1 (tenemos tanto correas externas como internas):
 - $SCU1l_{correas\ externas} = 3,9063\ kN$
 - $SCU1l_{correas\ internas} = 7,8125\ kN$



SCU1I

SCU2I

SCU3I

Ilustración 7. Modelos estructura carga SCU1I, SCU2I, SCU3I (Fuente: SAP2000).

- **SCU1_vert, SCU1_vert, SCU1_vert:** como nos marca la IAP-11, y como se ha expuesto en el apartado 1.2.1 del presente anejo, se tiene una carga vertical puntual de valor de 10 kN repartidas en cuadrados de 0,10 metros de lado, las cuales se colocarán en el centro luz de cada uno de los vanos, siendo estos los más desfavorables. Las sobrecargas las colocaremos en estos puntos,

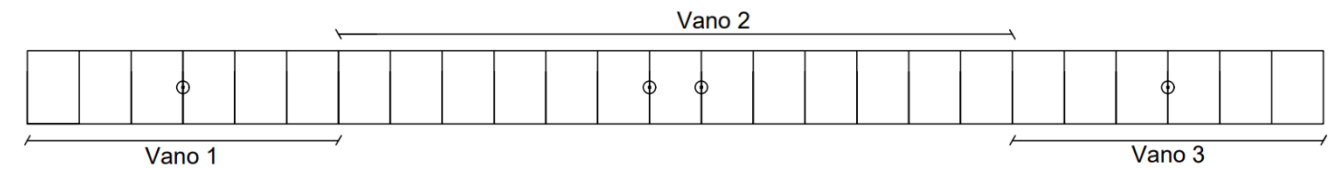
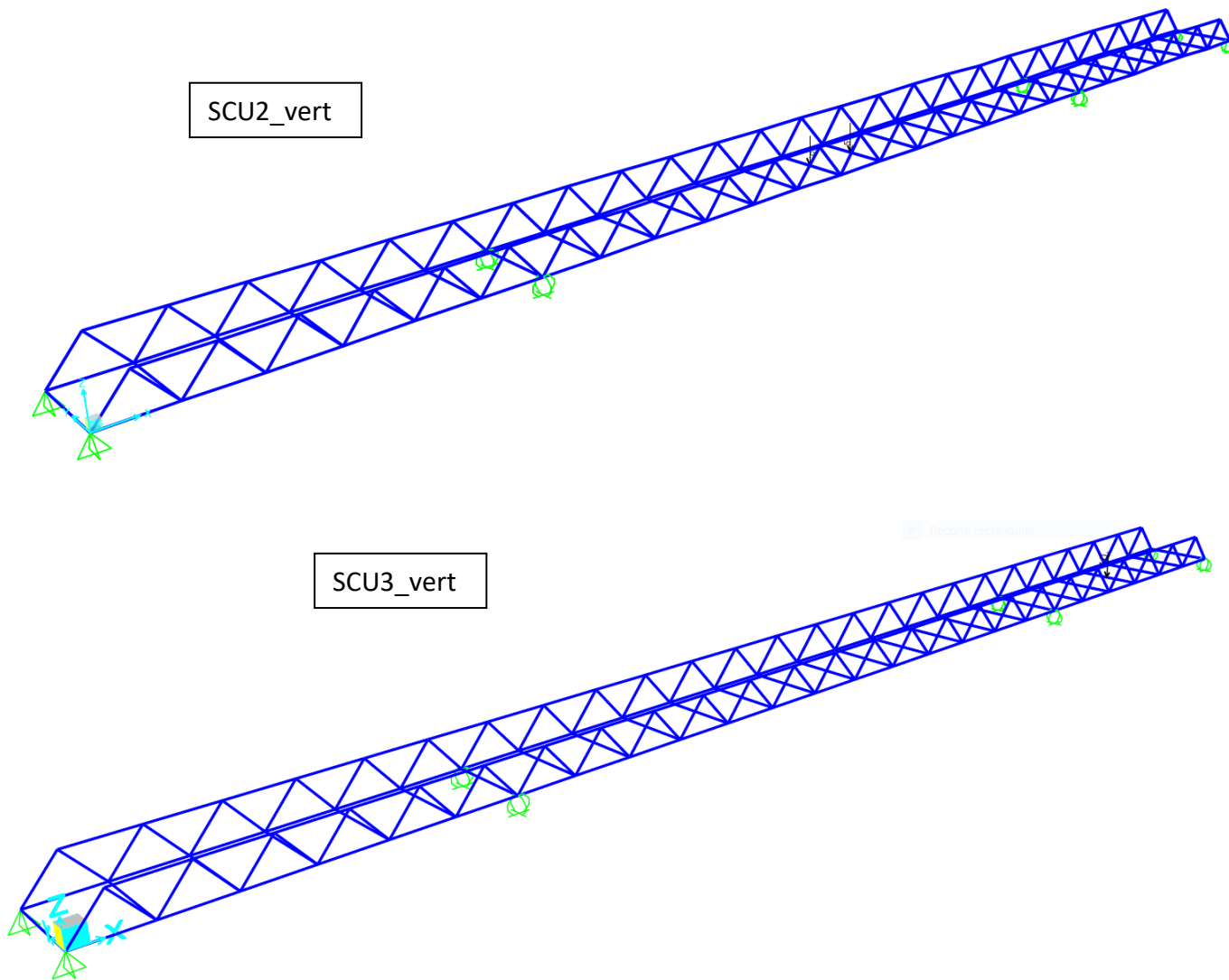


Ilustración 6. Posiciones de las Sobrecargas verticales (Fuente: elaboración propia).

Como se puede ver en la imagen, como no tenemos una correa en el punto medio de la pasarela se ha optado por separar esta carga en el vano 2, por dos cargas puntuales de valor igual a la mitad del previsto. Los valores de estas cargas son,

- SCU1_vert = 10 kN
- SCU2_vert = 5 kN y 5 kN
- SCU3_vert = 10 kN



SCU2_vert

SCU3_vert

Ilustración 8. Modelos estructura carga SCU1_vert, SCU2_vert, SCU3_vert (Fuente: SAP2000).

Al modelar la estructura de la pasarela en el SAP2000, se puede ver como los cordones superiores rompen por pandeo en el plano horizontal, ya que en este plano el cordón superior tiene una longitud de 62,5 metros sin arriostrar. Incluso se han modificado perfiles aumentando la inercia en ese eje, sin encontrar solución.

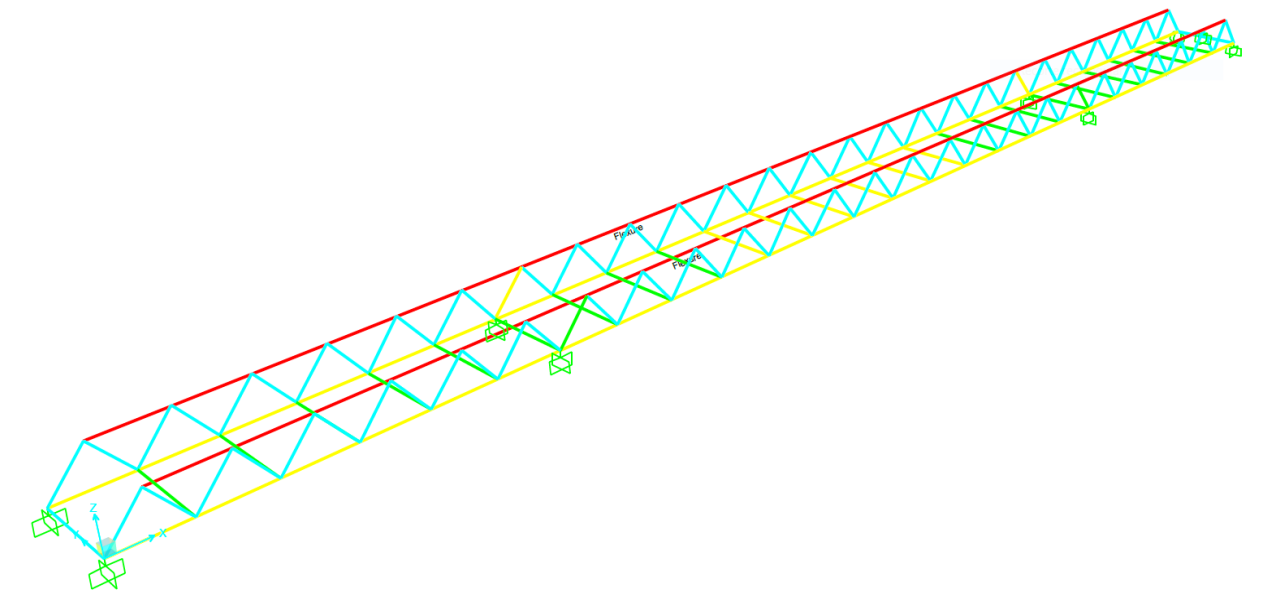


Ilustración 9. Comprobación cordones superiores (Fuente: SAP2000).

A continuación, se ha hecho la prueba de arriostrar en el centro de la pasarela (31,25 metros), con una barra tipo (no se ha tenido en cuenta la sección de dicha barra ya que se trata de una comprobación), llegando a un resultado favorable, por tanto, la solución a adoptar tenía que tener arriostramientos horizontales que unan ambos cordones superiores.

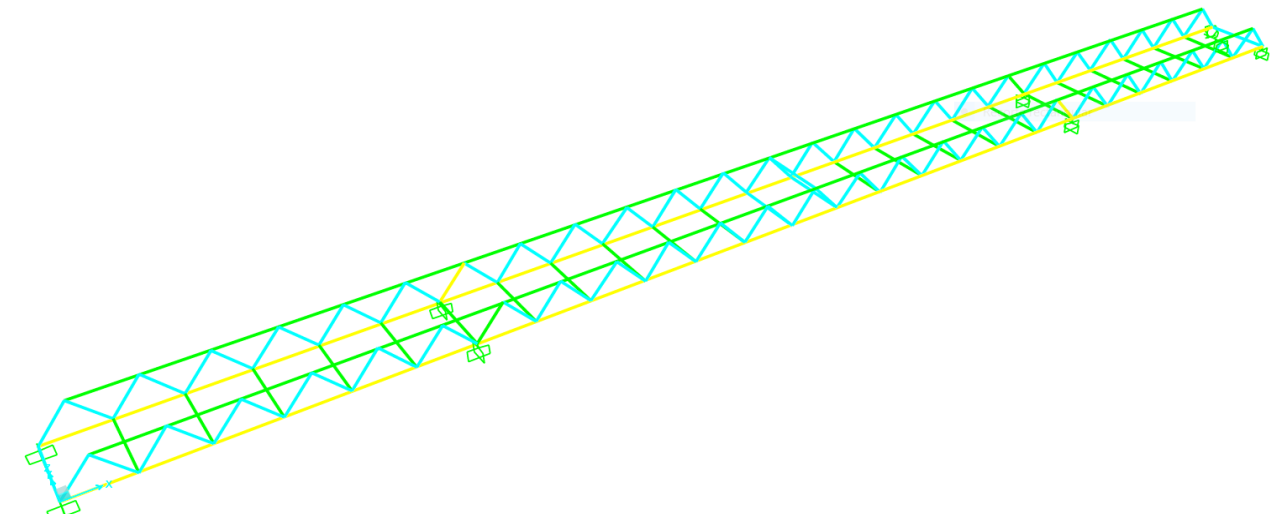


Ilustración 10. Comprobación cordones superiores con arriostramiento (Fuente: SAP2000).

Teniendo en cuenta el condicionante anterior, tenemos que arriostrar los cordones superiores sin obstaculizar el paso de los peatones y/o ciclistas que puedan circular por la pasarela, por tanto, se ha pensado en diferentes alternativas.

Primero se pensó en arriostrar en el centro de la estructura, como se había planteado con estas alternativas,

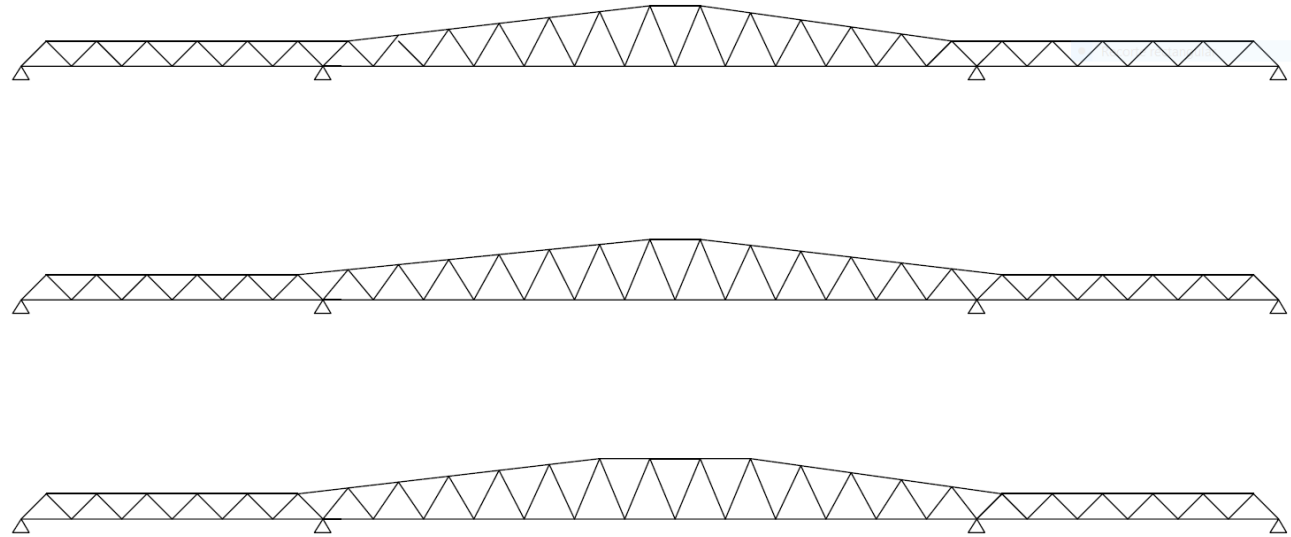


Ilustración 11. Alternativas con arriostramiento superior central (Fuente: elaboración propia).

Pero en estas se puede ver que, en el tramo central, el tramo con más luz, aumentamos el canto, con ello la cantidad de acero por lo que él eso propio de la estructura en ese tramo es bastante grande. Por eso se pensó en aumentar el canto en los dos apoyos intermedios, disminuyendo el canto en el centro de la estructura. Además, existe sobre la A-7 al lado de la CV-32 una pasarela con estas mismas características, con lo que se unificaría el estilo de las pasarelas en esta autovía.



Ilustración 12. Pasarela existente al lado de la CV-32 sobre la A7 (Fuente: Google Earth).

Por tanto, las alternativas que se nos presentan son las siguientes,

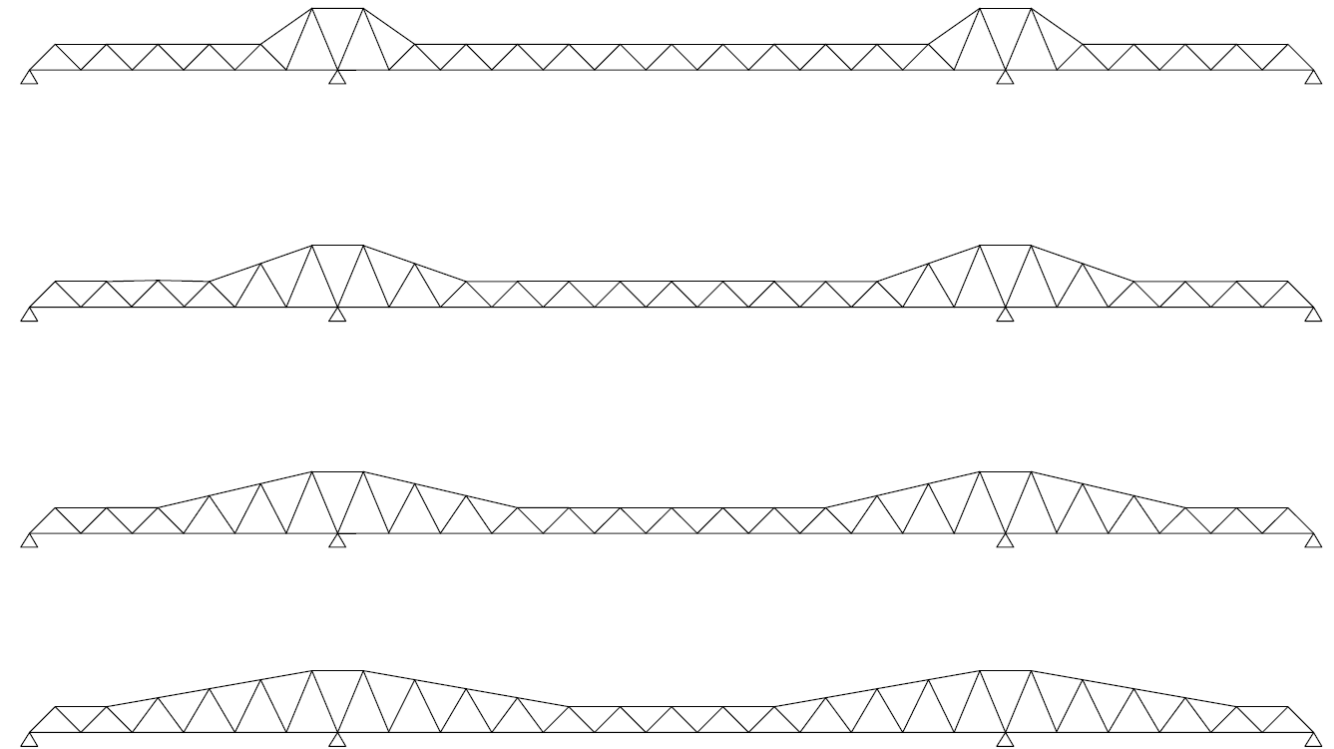


Ilustración 13. Alternativas con arriostramiento superior sobre apoyos intermedios (Fuente: elaboración propia).

Teniendo en cuenta las anteriores alternativas se ha decidido optar con el tercero de los croquis ya que da un aspecto de robustez que las dos anteriores pero un aspecto mucho mas ligero que el último de los croquis.

Teniendo en cuenta que se ha decidido con la tercera solución, como se ha realizado anteriormente se va a modelizar y calcularla en el programa SAP2000, como se va a explicar a continuación.

5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA FINAL

La estructura consiste en una pasarela peatonal de 62,5 metros de longitud y 3,5 metros de ancho, esta longitud está repartida en 3 vanos de 15, 35,2 y 15 metros respectivamente. Esta se sitúa entre un paso superior para automóviles (calle 526) y un paso superior de ferrocarril, a su paso sobre la autovía A-7, uniendo el polígono industrial Fuente del Jarro y La Cañada (Paterna).

Se trata de una pasarela metálica sustentada sobre pilas y estribos de hormigón armado.

La superestructura de la pasarela está formada por perfiles tubulares de acero. Y se disponen dos vigas en celosía tipo Warren de canto variable, una a cada lado del tablero que es una chapa de acero de 6 milímetros de espesor. Además, estas vigas en celosía se arriostras transversalmente tanto el cordón superior como el inferior. El cordón superior se arriostra mediante una serie de correas que se sitúan en los puntos más altos de la celosía situados sobre los apoyos intermedios a 3 metros del tablero, los cordones inferiores de la misma manera se arriostran con correas, las cuales a su vez sirven de apoyo de la chapa de piso que conforma el tablero de la pasarela.

Como se ha realizado en el apartado de predimensionamiento (aparatado 3 del presente anejo) con la viga Warren de canto constante, se va a realizar un predimensionamiento con las siguientes acciones,

- Peso propio.
- Cargas muertas correspondientes a la chapa de piso de acero y a las barandillas.
- Las distintas sobrecargas de uso, separándolas en cada uno de los tres vanos.

El objetivo del predimensionamiento es obtener los perfiles que se van a utilizar para la estructura, ya que en las acciones climáticas dependen directamente de las dimensiones de los perfiles que se vayan a colocar.

5.1 Cargas predimensionamiento

A continuación, se colocarán unas imágenes con las diferentes acciones mencionadas anteriormente con el objetivo de ilustrarlas sobre la estructura,

- Peso propio de la estructura (calculado automáticamente por el SAP200).

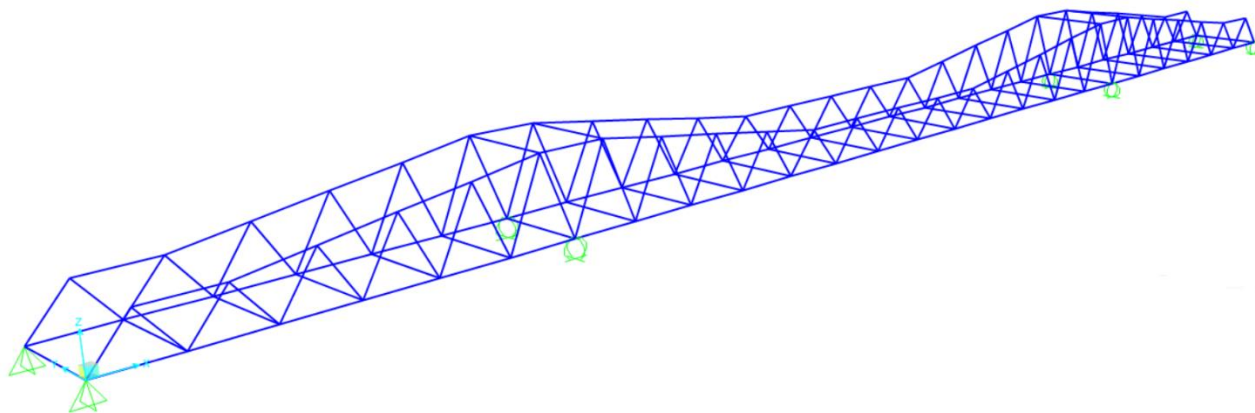


Ilustración 14. Modelo estructura con carga Peso Propio (Fuente: SAP2000).

Como se ha comentado anteriormente, tenemos tres tipos de sobrecargas de uso, las cuales se representarán según tres colores, el color azul representa la sobrecarga de uso uniformemente distribuida de 5 kN/m^2 , en color verde la fuerza horizontal longitudinal de valor igual al 10% de la sobrecarga de uso uniformemente distribuida, y por último en rojo

- Sobrecargas de uso en el vano 1

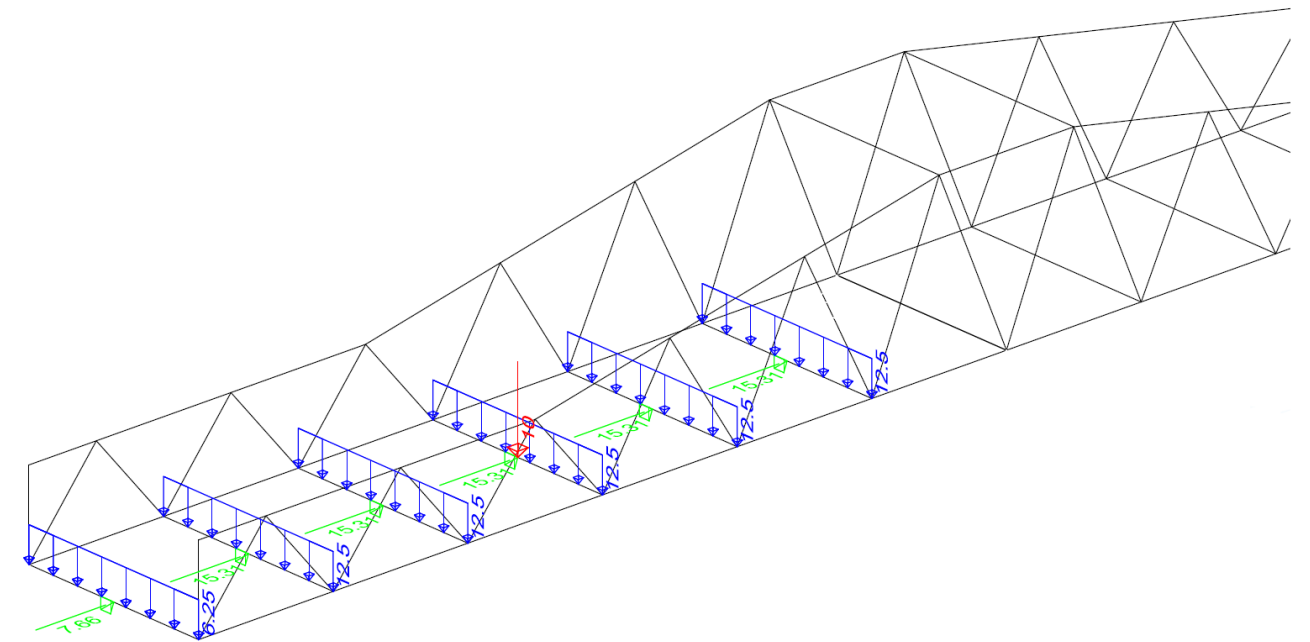


Ilustración 15. Modelo estructura carga SCU1, SCU1_long, SCU1_vert (Fuente: Elaboración propia)

- Sobrecargas de uso en el vano 2

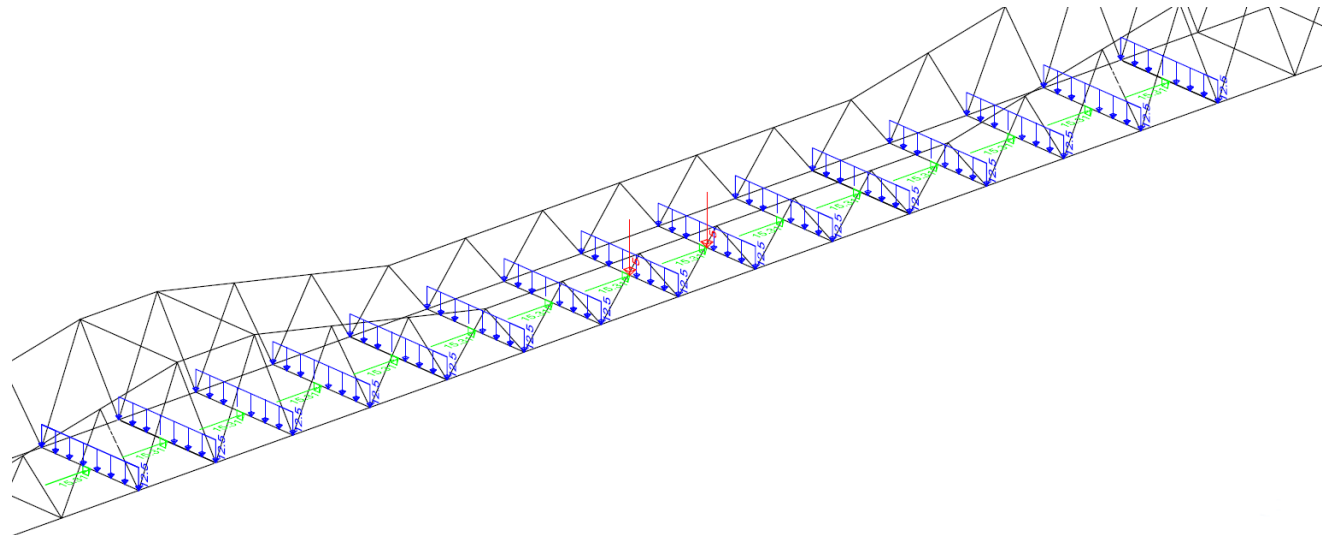


Ilustración 16. Modelo estructura carga SCU2, SCU2_long, SCU2_vert (Fuente: elaboración propia).

- Sobrecargas de uso en el vano 3

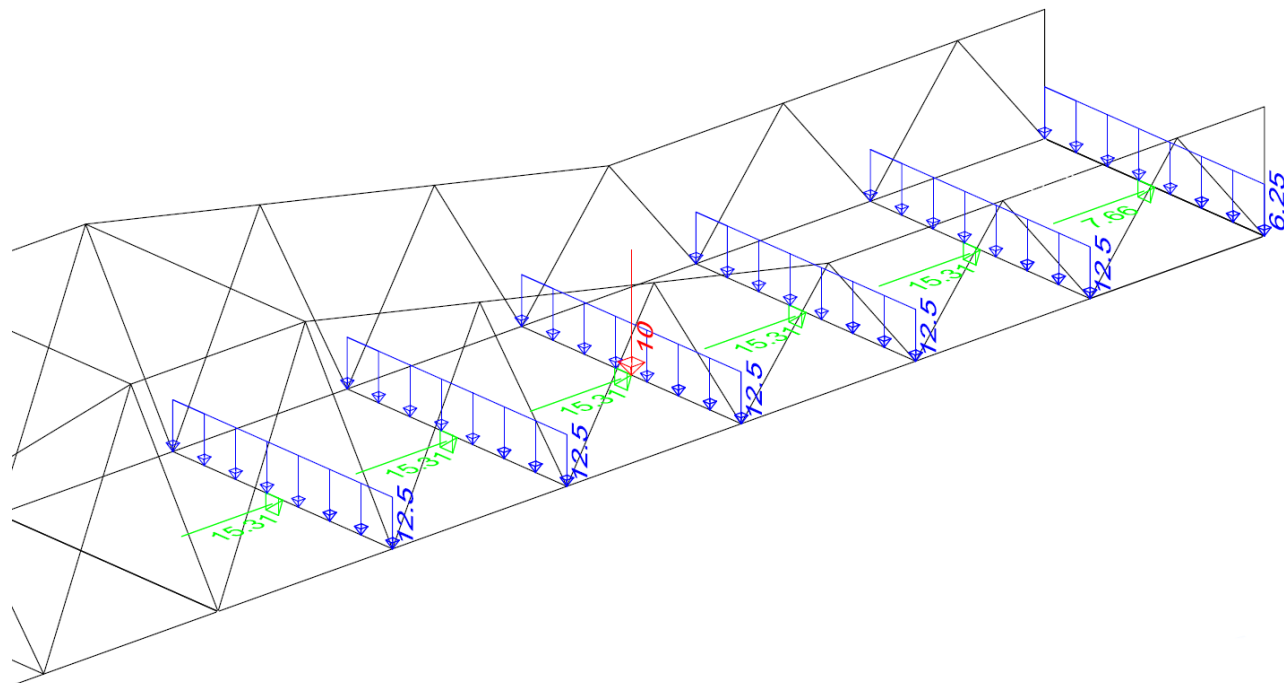


Ilustración 17. Modelo estructura carga SCU3, SCU3_long, SCU3_vert (Fuente: elaboración propia).

Se ha de tener en cuenta que la celosía tiene cantos de hasta 3 metros en su punto más alto, por tanto, como diferencia a la anterior alternativa donde el perfil del cordón superior actúa como pasamanos de la pasarela, en esta tenemos que colocarlo, y se colocará de la siguiente forma,

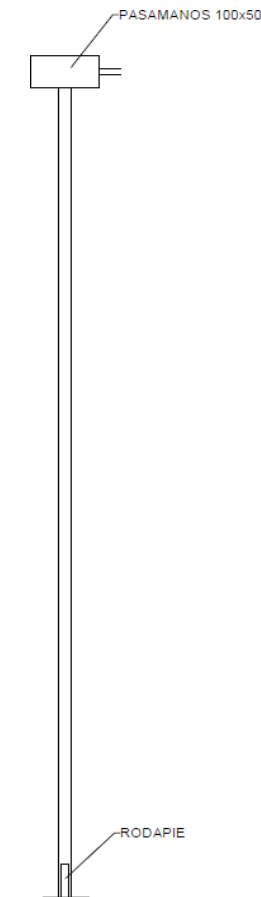


Ilustración 18. Croquis colocación pasamanos (Fuente: elaboración propia).

Además, por la parte interior a la celosía se colocará un rodapié para evitar la caída de objetos por los laterales de la pasarela a la carretera inferior y aumentar con ello la seguridad de los vehículos y de las personas que pasarán por la pasarela.



Ilustración 19. Croquis alzado pasarela (Fuente: elaboración propia).

Por tanto, la barandilla actuará como una Carga Muerta sobre la estructura, el peso de este elemento es,

$$Peso_{barandilla} = 5.4479 \text{ kN}$$

Dividiendo este peso por su longitud podemos obtener la carga repartida de la barandilla,

$$Carga \text{ repartida}_{barandilla} = \frac{5,4479 \text{ kN}}{62,5 \text{ m}} = 0,0872 \text{ kN/m}$$

Teniendo dichas cargas repartidas podemos indicar todas las Cargas Muertas que tenemos en la pasarela,

- Cargas Muertas

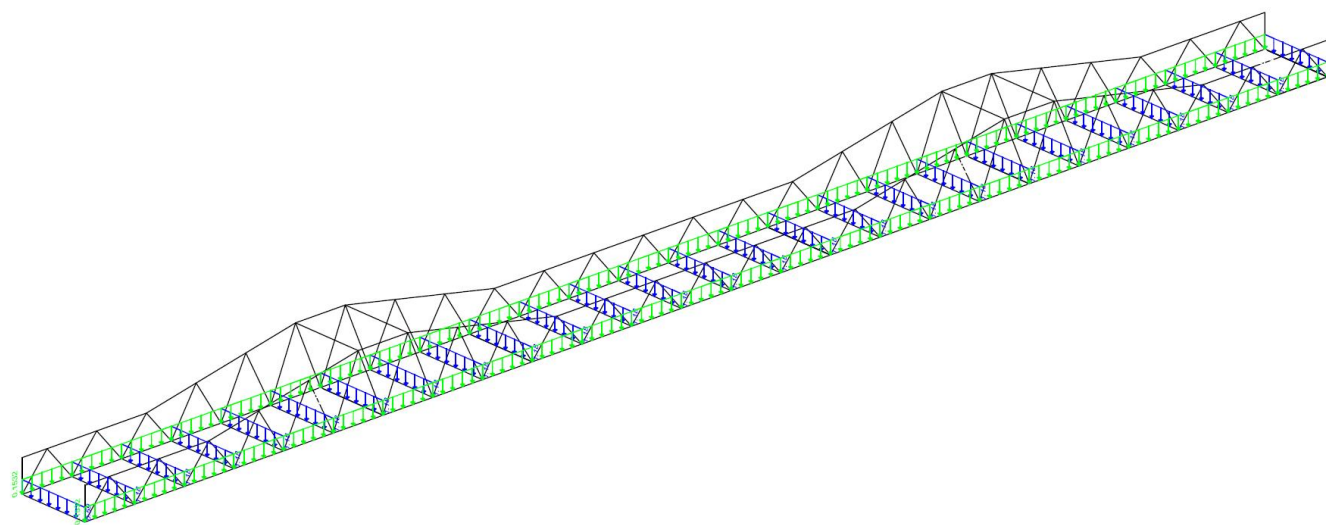


Ilustración 20. Modelo estructura carga Cargas Muertas (Fuente: elaboración propia).

Como se puede ver en la ilustración anterior, tenemos dos cargas, la comentada anteriormente de color verde indica la Carga Muerta debida al peso de la barandilla y de las rejillas (0.1532 kN/m) y la azul pertenece a la Carga Muerta debida al peso de la chapa de piso de 6 milímetros de espesor.

Teniendo ya todas las cargas principales, se va a realizar el predimensionamiento de la nueva estructura con la celosía con canto variable, para ello como ya se ha utilizado en el trabajo se utilizará el programa informático SAP2000.

Modificando algunos de los perfiles colocados, se han ajustado estos para que los perfiles no rompiesen según las cargas añadidas. En la siguiente figura se muestra el factor de aprovechamiento de todas las barras,

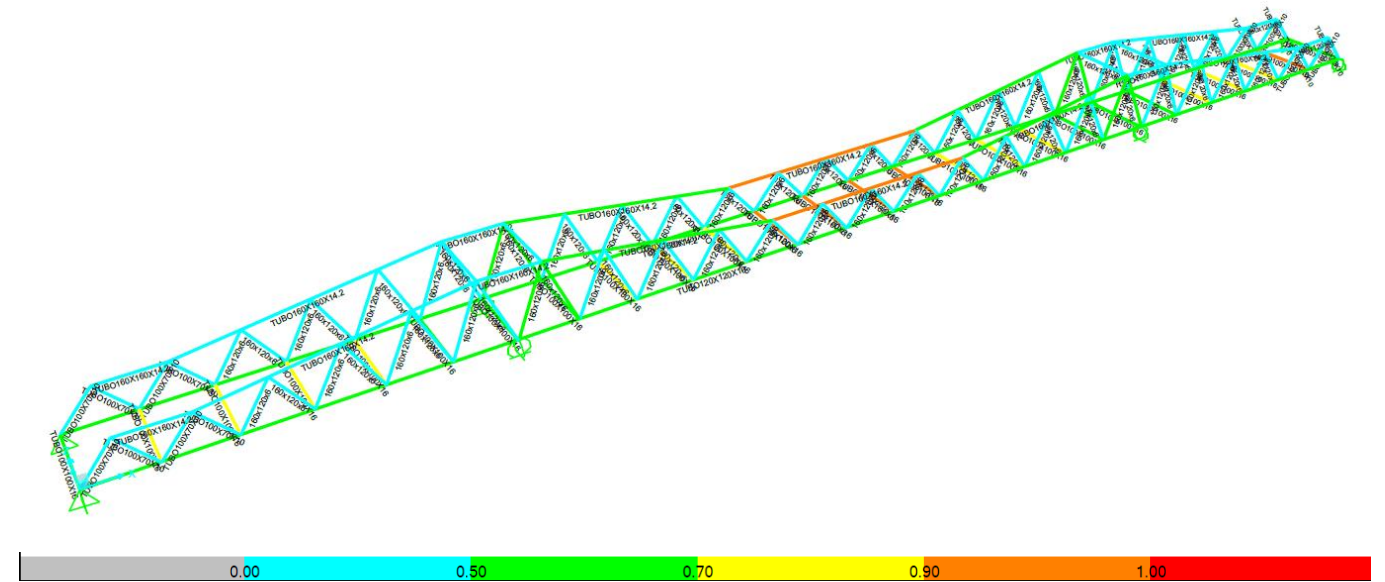


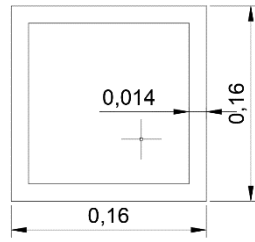
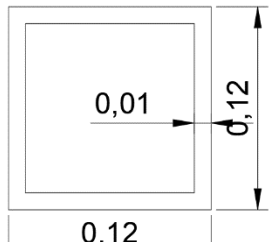
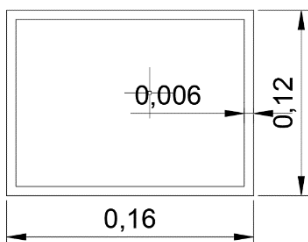
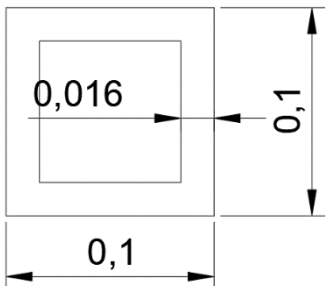
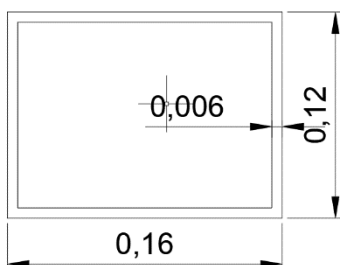
Ilustración 21. Factores de aprovechamiento de las barras (Fuente: SAP2000).

En la imagen anterior se puede apreciar como el aprovechamiento de las barras siempre se encuentra por debajo del 100% por lo que ninguno de los perfiles rompe, según las solicitaciones colocadas.

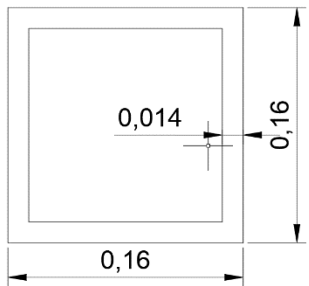
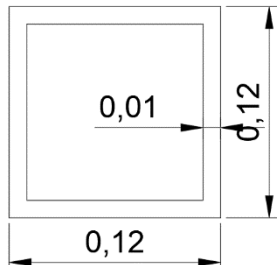
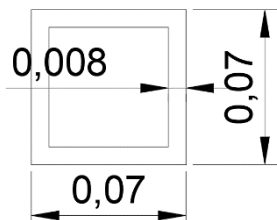
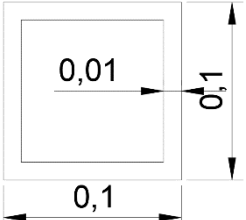
Se puede ver que hay una gama de aprovechamientos bastante amplia, lo cual en términos de optimización de la estructura no es favorable, con tal de optimizarla vamos a aumentar los tipos de perfiles a utilizar en la estructura en algunos elementos.

Hasta ahora los perfiles utilizados han sido, los marcados en la siguiente tabla.

5.2 Perfiles a disponer del predimensionamiento

Elemento	Perfil	Sección
Cordón superior	160x160x14.2	
Cordón inferior	120x120x10	
Diagonales	160x120x6	
Correas	100x100x16	
Arriostramientos superiores	160x120x6	

Teniendo en cuenta que se han utilizado estos perfiles y al hacer la comprobación se ha visto que algunos perfiles son excesivamente grandes en algunas zonas, se van a aligerar algunas de estas. Llegando a la siguiente configuración de perfiles. Cabe destacar que siguen estando algunos de los elementos siguen sin estar aprovechados de forma óptima, pero se opta por esta configuración para no elevar la cantidad de perfiles diferentes.

Elemento	Perfil	Sección
Cordón superior	160x160x14.2	
Cordón inferior y correas	120x120x10	
Diagonales cortas y arriostramientos superiores	70x70x8	
Diagonales largas	100x100x10	

Como se puede observar en la tabla en los elementos tipo diagonales de la viga en celosía tipo Warren se han separado elementos cortos de los más largos, que se encuentran en las zonas de los apoyos, para conseguir así una mayor optimización de los perfiles.

5.3 Cargas debidas a acciones climáticas

Teniendo en cuenta los diferentes perfiles seleccionados con las cargas más desfavorables para la estructura, como son el Peso Propio, las Cargas Muertas y la Sobrecarga de Uso, se va a continuar añadiendo las cargas debidas a las acciones climáticas, como son el viento y la temperatura.

5.3.1 Viento

Para obtener la acción del viento se va a seguir la metodología que aparece en la normativa de referencia para el trabajo, la IAP-11, desde el apartado 4.2.1 a 4.2.8. Se calculará como una carga estática equivalente.

Velocidad básica del viento

La velocidad básica del viento es la velocidad media a lo largo de un periodo de 10 minutos, con un periodo de retorno T de 50 años, medida con independencia de la dirección del viento y de la época del año en una zona plana y desprotegida frente al viento, equivalente a un entorno de puente tipo II, y a una altura de 10 metros sobre el suelo.

$$V_{b,0}(T) = C_{dir}C_{season}V_{b,0}$$

Donde:

- V_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 tomarse igual a 1,0
- C_{season} factor estacional del viento que, a falta de estudios más precisos, puede tomarse igual a 1,0
- $V_{b,0}$ velocidad básica fundamental del viento [m/s], según la imagen 1.



Ilustración 22. Mapa de isostacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $V_{b,0}$. (Fuente: IAP-11)

Como la ubicación de la pasarela se encuentra cerca de la localidad de Paterna (Valencia), siguiendo la imagen anterior podemos ver que se encuentra en Zona A, la velocidad básica fundamental del viento es,

$$v_{b,0} = 26 \frac{m}{s}$$

Por tanto, tomando como 1,0 los valores del factor direccional del viento (C_{dir}) y el factor estacional del viento (C_{season}), obtenemos que la velocidad básica del viento es,

$$v_b = 26 \frac{m}{s}$$

Velocidad media del viento

La velocidad media del viento $v_m(z)$ a una altura z sobre el terreno dependerá de la rugosidad del terreno, de la topografía y de la velocidad básica del viento v_b , y se determinará según la siguiente expresión,

$$v_m(z) = c_r(z) c_0 v_b(T)$$

Donde,

$v_b(T)$ velocidad básica del viento [m/s] para un periodo de retorno T
 c_0 factor de topografía, que se tomará habitualmente igual a 1,0.

$c_r(z)$ factor de rugosidad obtenido de la siguiente formula:

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

$$c_r(z) = c_r \ln(z_{min}) \quad \text{para } z < z_{min}$$

Siendo,

- z altura del punto de aplicación del empuje de viento respecto del terreno o respecto del nivel mínimo del agua bajo el puente [m]
- k_r factor del terreno
- z_0 longitud de la rugosidad
- z_{min} altura mínima

Los valores para calcular la formulación anterior se obtendrán de la siguiente tabla de la IAP-11,

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

Tabla 4. Coeficientes K_r , Z_0 y Z_{min} según el tipo de entorno (Fuente: IAP-11):

Como indica la tabla antes tendremos que decidir cuál es el entorno en el que se encuentra nuestra pasarela, para ello tenemos que decidir entre los siguientes,

Tipo 0	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Mar o zona costera expuesta al mar abierto	Lagos o áreas planas y horizontales con vegetación despreciable y sin obstáculos	Zona rural con vegetación baja y obstáculos aislados, (árboles, construcciones pequeñas, etc.), con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos.	Zona suburbana, forestal o industrial con construcciones y obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos.	Zona urbana en la que al menos el 15% de la superficie esté edificada y la altura media de los edificios exceda de 15 m.

Al encontrarse cerca de una zona industrial pero bastante separada de esta y al no tener ningún edificio de grandes dimensiones cerca entonces podemos decir que el entorno es Tipo II.

Por tanto, como ya se ha obtenido el tipo de entorno, podemos decir que los parámetros para calcular la velocidad media del viento son,

$$k_r = 0,190$$

$$z_0(m) = 0,05$$

$$z_{min}(m) = 2$$

Con estos valores ya podemos calcular el factor de rugosidad y con ello la velocidad media del viento, debemos tener en cuenta que la pasarela se va a encontrar a unos 7 metros sobre la autovía, por lo que el valor de z es 7 metros.

$$c_r(z) = 0,19 \ln\left(\frac{7}{0,05}\right) = 0,93892$$

$$v_m(z) = 0,93892 * 1 * 26 = 24,412 \text{ m/s}$$

Empuje del viento

Para el cálculo del empuje transversal del viento sobre el tablero se tendrá que seguir el apartado 4.2.5 de la norma IAP-11, dentro de este apartado se puede ver que se distinguen entre tableros de alma llena y tableros de tipo celosía. En el caso del presente trabajo nos encontramos ante un tablero de tipo celosía, por tanto, el empuje se calculará de forma independiente para cada celosía, en función del área expuesta al viento.

Las sobrecargas de uso se tendrán en cuenta, para el cálculo del empuje horizontal de viento, de la misma forma que en los tableros de ala llena, sin reducir su área sólida expuesta por la presencia de las celosías, aunque el tablero esté embebido en las propias celosías.

El coeficiente de fuerza dependerá de la sección de los perfiles de la celosía. A falta de datos específicos se tomará:

$$c_{f,x} = 1,8 \quad \text{para perfiles de celosía con caras planas.}$$

Teniendo el valor del coeficiente de fuerza se puede ya calcular el viento sobre los elementos de la celosía con las expresiones dadas en el punto 4.2.3 de la IAP-11.

El empuje del viento sobre cualquier elemento de la pasarela se calculará mediante la siguiente expresión:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \rho v_b^2(T) \right] c_e(z) c_f A_{ref}$$

Siendo:

- F_w empuje horizontal del viento [N].
- $\frac{1}{2} \rho v_b^2(T)$ presión de la velocidad básica del viento.
- ρ densidad del aire, que se tomará igual a 1,25 kg/m³.
- $v_b^2(T)$ velocidad básica del viento [m/s] para un periodo de retorno T.
- c_f coeficiente de fuerza del elemento considerado calculado anteriormente.
- A_{ref} área de referencia, que se obtendrá como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento [m²].
- $c_e(z)$ coeficiente de exposición en función de la altura z calculado según la fórmula siguiente:

$$c_e(z) = k_r^2 \left[c_0^2 \ln^2 \left(\frac{z}{z_0} \right) + 7 k_i c_0 \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{siendo } z \geq z_{min}$$

Donde:

- k_i factor de turbulencia, se tomará igual a 1,0.
- c_0 factor de topografía con valor 1,0
- $z_{0,min}$ coeficientes
- z altura considerada para pasarelas de 1,25 m

El valor de coeficiente de exposición teniendo en cuenta los datos anteriores, y los datos que nos muestra la tabla 1, se puede decir que es,

$$c_e(z) = 0,19^2 \times \left(1^2 \times \ln^2 \left(\frac{1,25}{0,05} \right) + 7 \times 1 \times 1 \times \ln \left(\frac{1,25}{0,05} \right) \right) = 1,187$$

A continuación, se procesa a calcular el valor de F_w , pero para ello hay que obtener una serie de valores aún no calculados, el primero de ellos es el valor del coeficiente de fuerza de cada elemento (C_f), este valor, se puede calcular según la siguiente ilustración, pero en la normativa que se sigue, la IAP-11, en el punto 4.2.5 Empuje del viento sobre tableros, en el apartado b) Tableros de tipo celosía, como se explicará en el siguiente partido del presente anejo, este coeficiente se simplificará a $c_f = 1,8$.

	$\frac{B}{h}$	$\leq 0,2$	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
		sección circular con superficie lisa y tal que: $\emptyset v_b(T) \sqrt{c_e(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 0,7$		sección circular con superficie rugosa ^(*) , o lisa tal que: $\emptyset v_b(T) \sqrt{c_e(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 1,2$					

Ilustración 23. Coeficiente de fuerza C_f para las secciones más habituales (Fuente: IAP-11).

Se ha de tener en cuenta que como el valor de F_w no se va a calcular como una carga puntual en cada uno de los perfiles, sino que se va a repartir por toda la longitud del perfil, por lo que el valor de A_{ref} se va a sustituir por el ancho de cada uno de los perfiles. Por tanto, los valores de F_w son los siguientes,

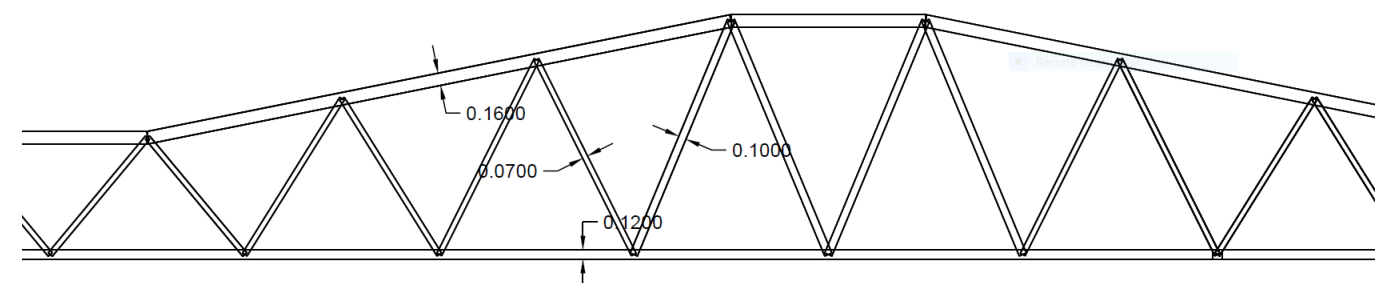


Ilustración 24. Anchos perfiles (Fuente: elaboración propia).

Elemento	Sección perfil	Ancho perfil (⊥ dirección del viento)	C _f
Cordón superior	160x160x14.2 mm	160 mm	2,1
Cordón inferior	120x120x10 mm	120 mm	2,1
Diagonales cortas	70x70x8 mm	70 mm	2,1
Diagonales largas	100x100x10 mm	100 mm	2,1

Tabla 5. Coeficiente de fuerza de cada elemento (Fuente: elaboración propia).

Cabe destacar que estos elementos mencionados son los cordones superior e inferior y las diagonales, para el caso del empuje transversal. Los valores del empuje del viento sobre los elementos de la pasarela anteriormente comentados son,

$$F_{w, \text{cordón superior}} = 0,147596 \text{ kN/m}$$

$$F_{w, \text{cordón inferior}} = 0,110697 \text{ kN/m}$$

$$F_{w, \text{diagonales cortas}} = 0,033089 \text{ kN/m}$$

$$F_{w, \text{diagonales largas}} = 0,04727 \text{ kN/m}$$

Dirección del viento

El viento puede actuar en dos direcciones distintas,

- Perpendicular al eje del tablero: en dirección transversal (X). Esta componente podrá ir acompañada de una componente asociada en dirección vertical (Z).
- Paralela al eje del tablero: dirección longitudinal (Y).

Empuje horizontal

Para el cálculo del empuje transversal (dirección X) sobre estos tableros se entenderá que el área de referencia $A_{ref,x}$ es el producto de la longitud del tramo de puente considerado por la altura equivalente h_{eq} . A falta de datos experimentales, el coeficiente de fuerza en la dirección X se determinará mediante la expresión:

$$c_{f,x} = 2,5 - 0,3 (B/h_{eq})$$

Donde:

- B anchura total del tablero (m).
- h_{eq} altura equivalente (m) obtenida considerando, además del propio tablero (en el caso de un tablero de vigas o varios cajones, se considerará únicamente el elemento de mayor canto, la altura de cualquier elemento no estructural que sea totalmente opaco frente al viento o, si se tiene en cuenta la presencia de la sobrecarga de uso, la altura de ésta, en caso de ser más desfavorable.

Como se indica en la normativa IAP-11, nos simplifica el cálculo de esta componente del viento ya que nos encontramos con un tablero de tipo celosía, por tanto, el empuje se calculará de forma independiente para cada celosía, en función del área sólida expuesta al viento.

El coeficiente de fuerza dependerá de la sección de los perfiles de la celosía. A falta de datos específicos se tomará,

$$c_{f,x} = 1,8 \text{ para perfiles de celosía en caras planas.}$$

El empuje del viento calculado anteriormente pertenece al empuje horizontal, como nos marca la IAP-11 se va a añadir el cálculo del empuje vertical.

Empuje vertical

Se considera un empuje vertical, en dirección Z, de valor,

$$F_{w,z} = \left[\frac{1}{2} \rho v_b^2(T) \right] c_e(z) c_{f,z} A_{ref,z}$$

Siendo:

- $F_{w,z}$ empuje horizontal del viento [N]
- $\frac{1}{2} \rho v_b^2(T)$ presión de la velocidad básica del viento
- $c_{f,z}$ coeficiente de fuerza en la dirección vertical Z, que se tomará igual a $\pm 0,9$
- $A_{ref,z}$ área de referencia, que se obtendrá como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento [m²]
- $c_e(z)$ coeficiente de exposición

Como hemos mencionado anteriormente en el empuje horizontal se va a seguir la misma metodología para el empuje vertical sin calcularlo como una puntual, sino que se distribuirá en toda el área. Además, vamos a diferenciar entre la presión y la succión,

$$F_{w, \text{presión}} = 0,4255 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{w, \text{succión}} = -0,4255 \text{ kN/m}^2$$

5.3.2 Acción térmica

Siguiendo lo que nos aparece en la norma IAP-11 nos establece el procedimiento para el cálculo de la acción térmica. Para ello para evaluar el efecto de la acción térmica se consideran los siguientes tipos de tablero:

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía.
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensa- do (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria).
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones.

Como sabemos en este caso el tablero es completamente metálico, por lo que se entrará dentro del Tipo 1.

Temperatura máxima y mínima del aire

Para calcular los efectos de la componente uniforme de temperatura se partirá del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento de la pasarela.

El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra T_{max} depende del clima del lugar y de la altitud y, para un periodo de retorno de 50 años, será el que se indica en el mapa de isotermas.

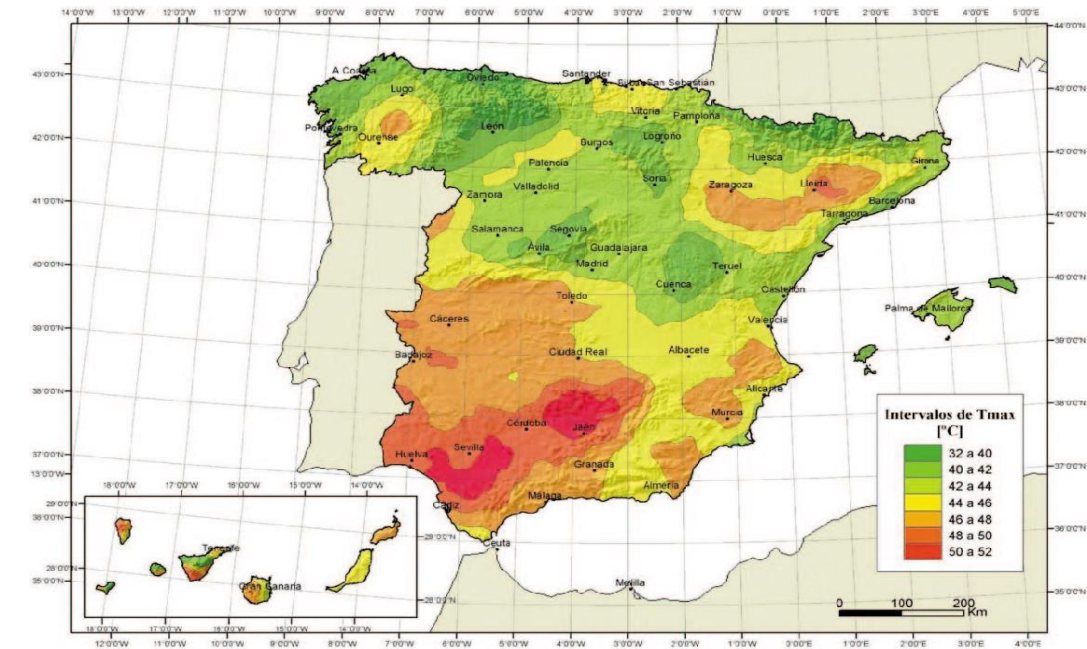


Ilustración 25. Mapa de isotermas de la temperatura máxima anual del aire Tmax (°C). (Fuente: IAP-11)

Observando la Ilustración 2, podemos ver que la temperatura máxima del aire en el lugar donde se encuentra la pasarela es,

$$T_{max} = 44 \text{ a } 46 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

También podemos obtener la T_{min} del aire con la siguiente tabla e imagen,

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

Tabla 6. Temperatura mínima anual del aire, T_{min} (°C). (Fuente: IAP-11).



Ilustración 26. Zonas climáticas de invierno (Fuente: IAP-11).

Por tanto, como nuestra pasarela se encuentra a unos 85 m de altitud, la temperatura mínima del aire es,

$$T_{min} = -5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Componente uniforme de temperatura

La componente uniforme de la temperatura del tablero, también denominada temperatura efectiva (temperatura media de la sección transversal), tendrá un valor mínimo (T_{e,min}) y un valor máximo (T_{e,max}) que se determinarán a partir de la temperatura del aire, mediante las expresiones siguientes:

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

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

Donde:

T_{min} valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente con el ajuste correspondiente al periodo de retorno.

T_{max} valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente con el ajuste correspondiente al periodo de retorno.

Los valores de ΔT_{e,min} y ΔT_{e,max} los obtendremos de la siguiente tabla,

TIPO DE TABLERO	ΔT _{e,min}	ΔT _{e,max}
Tipo 1: Tablero de acero	-3	+16
Tipo 2: Tablero mixto	+4	+4
Tipo 3: Tablero de hormigón	+8	+2

Tabla 7. Valores de ΔT_{e,min} y ΔT_{e,max} para el cálculo de la componente uniforme de temperatura (Fuente: IAP-11)

Como nos dice en la norma en el caso de celosías y vigas armadas de hacer, el valor de ΔT_{e,max} que se ha definido en la tabla anterior (Tabla 2), entonces para tableros Tipo 1, puede reducirse en 3°C

Por tanto, obtendremos estos valores de la componente uniforme de temperatura,

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

$$T_{e,max} = 47 \text{ a } 49^\circ\text{C}$$

Teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos de la componente uniforme de temperatura se puede obtener la variación de la componente uniforme de temperatura, lo que lleva a que, en una estructura sin coacción al movimiento, un cambio en la longitud del elemento. Por tanto, el rango de variación de la componente uniforme de temperatura en el tablero será,

$$\Delta T_n = T_{e,max} - T_{e,min} = 55 \text{ a } 57 \text{ }^\circ\text{C}$$

Además, a partir de los valores característicos máximos y mínimo de la componente uniforme de temperatura y a partir de la temperatura inicial T_0 , que es la temperatura media del tablero en el momento en que se coacciona su movimiento, se obtendrán los rangos de variación térmica que permitan determinar la contracción y la dilatación máximas del tablero.

Como no tenemos datos para establecer la temperatura inicial (T_0) del elemento en el momento de coaccionar su movimiento, tomaremos el valor de $T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

El valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de temperatura en contracción y dilatación $\Delta T_{n,con}$ y $\Delta T_{n,exp}$ es,

$$\begin{aligned} \Delta T_{n,con} &= T_0 - T_{e,min} = 15 - (-8) = 23 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{n,exp} &= T_{e,max} - T_0 = 47 \text{ a } 49 - 15 = 32 \text{ a } 34 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Componente de la diferencia de temperatura

El calentamiento y enfriamiento de la cara superior del tablero da lugar a una variación de temperatura en la altura de la sección transversal que tendrá un valor de máximo calentamiento (cara superior más caliente) y un valor de máximo enfriamiento (cara superior más fría). Este efecto de diferencia vertical de temperatura se debe considerar mediante el empleo de una componente lineal equivalente de la diferencia de temperatura con $\Delta T_{M,heat}$ y $\Delta T_{M,cool}$ siendo estos valores diferencias de temperatura entre las fibras superior e inferior del tablero.

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

Tabla 8. Componente lineal de la diferencia vertical de temperatura para tableros Tipo 1 y Tipo 3 (Fuente: IAP-11).

Los valores son,

$$\begin{aligned} \Delta T_{M,heat} &= 18 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{M,cool} &= 13 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

A continuación, hay que tener en cuenta que la temperatura está muy influenciada por el tipo y espesor del pavimento, en nuestro caso el piso del tablero no tiene pavimento ni impermeabilización ya que es una chapa de acero.

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 ⁽¹⁾	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

Tabla 9. Coeficiente Ksur de influencia del tipo y espesor de pavimento

Por tanto, colocamos un coeficiente de corrección de valor,

$$\begin{aligned} k_{sur}(fibra superior más caliente) &= 0,7 \\ k_{sur}(fibra superior más fría) &= 0,9 \end{aligned}$$

Con el coeficiente de corrección anterior, los valores de la diferencia de temperatura son los siguientes,

$$\begin{aligned} \Delta T_{M,heat} &= 18 \text{ }^\circ\text{C} * 0,7 = 12,6 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{M,cool} &= 13 \text{ }^\circ\text{C} * 0,9 = 11,7 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

5.3.3 Nieve

Según marca la IAP-11 sólo es necesario considerar la sobrecarga de nieve en puentes situados en zonas de alta montaña o durante la construcción, pero en este caso calcularemos esta acción pese a que sea de un valor muy pequeño. Todo ello siguiendo lo marcado por la IAP-11.

En la siguiente tabla se indican los valores característicos de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal para cada una de las 7 zonas climáticas en función de la altitud del terreno. En este caso nos encontramos en la Zona 5, como nos indica la Ilustración 5 que aparece en el apartado anterior.

ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)							
ALTITUD [M]	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 10. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal, S_k (kN/m²) (Fuente: IAP-11).

Como nuestra pasarela se encuentra a una altitud de aproximadamente 81 metros sobre el nivel del mar, entonces el valor de la sobrecarga de nieve (s_k) es de $0,2 \text{ kN/m}^2$.

Además según nos marca la normativa el valor característico de a sobrecarga de nieve sobre tableros q_k , se calcula con la siguiente expresión,

$$q_k = 0,8s_k = 0,8 * 0,2 = 0,16 \frac{kN}{m^2}$$

5.4 Combinaciones ELU

A continuación se presentan las combinaciones que se han introducido en el programa informático SAP2000, en el caso ELU se han utilizado únicamente la combinación persistente y transitoria y no se ha añadido la combinación accidental debido al alcance del trabajo.

	PERMANENTES		VARIABLES							
	Peso propio	Cargas muertas	Sobrecarga de uso			Viento		Nieve	Temperatura	
			Vano 1	Vano 2	Vano 3	V. Longitudinal	V. Transversal		+	-
ELU1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.45			0.9	
ELU2	1.35	1.35	1.35			0.45			0.9	
ELU3	1.35	1.35		1.35		0.45			0.9	
ELU4	1.35	1.35			1.35	0.45			0.9	
ELU5	1.35	1.35	1.35		1.35	0.45			0.9	
ELU6	1.35	1.35	1.35	1.35		0.45			0.9	
ELU7	1.35	1.35		1.35	1.35	0.45			0.9	
ELU8	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.45				0.9
ELU9	1.35	1.35	1.35			0.45				0.9
ELU10	1.35	1.35		1.35		0.45				0.9
ELU11	1.35	1.35			1.35	0.45				0.9
ELU12	1.35	1.35	1.35		1.35	0.45				0.9
ELU13	1.35	1.35	1.35	1.35		0.45				0.9
ELU14	1.35	1.35		1.35	1.35	0.45				0.9
ELU15	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35		0.45		0.9	
ELU16	1.35	1.35	1.35				0.45		0.9	
ELU17	1.35	1.35		1.35			0.45		0.9	
ELU18	1.35	1.35			1.35		0.45		0.9	

5.5 Combinaciones ELS

Las comprobaciones de ELS que se van a realizar, como se he comentado en el punto 2. *Definición de Estados Límite*, son las de deformaciones. Las combinaciones que se han añadido al SAP2000 son las siguientes,

	PERMANENTES		VARIABLES							
	Peso propio	Cargas muertas	Sobrecarga de uso			Viento		Nieve	Temperatura	Temperatura
			Vano 1	Vano 2	Vano 3	V. Longitudinal	V. Transversal			-
ELS1	1	1	0.4	0.4	0.4					
ELS2	1	1	0.4							
ELS3	1	1		0.4						
ELS4	1	1			0.4					
ELS5	1	1	0.4		0.4					
ELS6	1	1	0.4	0.4						
ELS7	1	1		0.4	0.4					
ELS8	1	1					0.2			
ELS9	1	1						0.9		
ELS10	1	1							0.9	

Tabla 12. Combinaciones ELS (Fuente: SAP2000).

5.6 Dimensionamiento final

Teniendo en cuenta las combinaciones obtenidas se ha comprobado que los perfiles colocados en el predimensionamiento de la pasarela eran los correctos, por tanto se puede concluir que los perfiles a disponer son los siguientes.

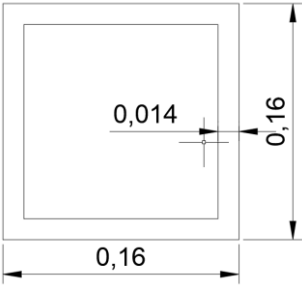
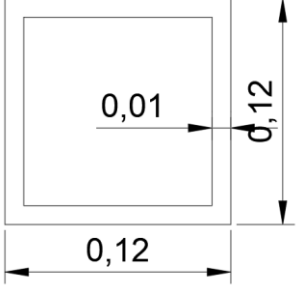
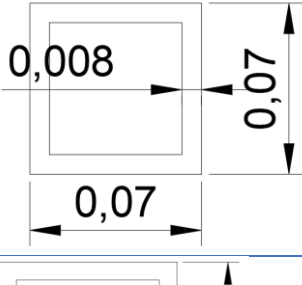
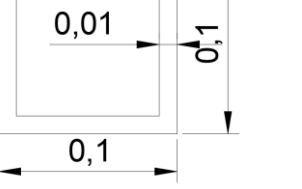
Elemento	Perfil	Sección
Cordón superior	160x160x14.2	
Cordón inferior y correas	120x120x10	
Diagonales cortas y arriostramientos superiores	70x70x8	
Diagonales largas	100x100x10	

Tabla 13. Perfiles finales (Fuente: elaboración propia).

A continuación se van a añadir los datos de las secciones indicados e el SAP2000.

Section Name: TUBO160X160X14.2 Display Color: ■

Section Notes:

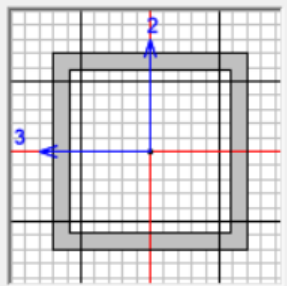
Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

Outside depth (t3)	<input type="text" value="0.16"/>
Outside width (t2)	<input type="text" value="0.16"/>
Flange thickness (tf)	<input type="text" value="0.0142"/>
Web thickness (tw)	<input type="text" value="0.0142"/>

Section



Properties

Material: S275

Section Name: TUBO70X70X8 Display Color: ■

Section Notes:

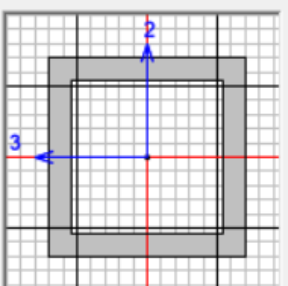
Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

Outside depth (t3)	<input type="text" value="0.07"/>
Outside width (t2)	<input type="text" value="0.07"/>
Flange thickness (tf)	<input type="text" value="8.000E-03"/>
Web thickness (tw)	<input type="text" value="8.000E-03"/>

Section



Properties

Material: S275

Section Name: TUBO120X120X10 Display Color: ■

Section Notes:

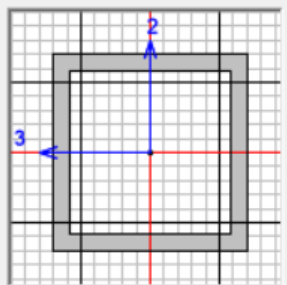
Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

Outside depth (t3)	<input type="text" value="0.12"/>
Outside width (t2)	<input type="text" value="0.12"/>
Flange thickness (tf)	<input type="text" value="0.01"/>
Web thickness (tw)	<input type="text" value="0.01"/>

Section



Properties

Material: S275

Section Name: TUBO100X100X10 Display Color: ■

Section Notes:

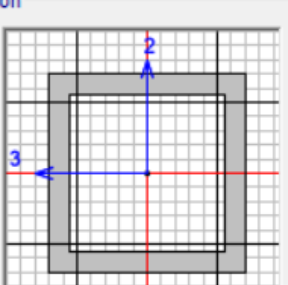
Extract Data from Section Property File

Open File...

Dimensions

Outside depth (t3)	<input type="text" value="0.1"/>
Outside width (t2)	<input type="text" value="0.1"/>
Flange thickness (tf)	<input type="text" value="0.01"/>
Web thickness (tw)	<input type="text" value="0.01"/>

Section



Properties

Material: S275

Ilustración 27. Perfiles utilizados (Fuente: SAP2000).

5.7 Comprobación ELS Deformaciones

Como se indica en la norma IAP-11 se ha de realizar la comprobación de flecha vertical máxima, definida en el apartado 7.1.1 de la instrucción. En ella se dice que la flecha vertical máxima correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga de uso no puede superar el valor de $L/1200$ siendo "L" la luz del vano.

- $L = 32,5$ metros
- Flecha vertical máxima admitida = $0,02708$ m
- Flecha en ELS Sobrecarga de uso = $0,0104$ m

Por tanto se llega a la conclusión que cumple con lo establecido en la normativa.

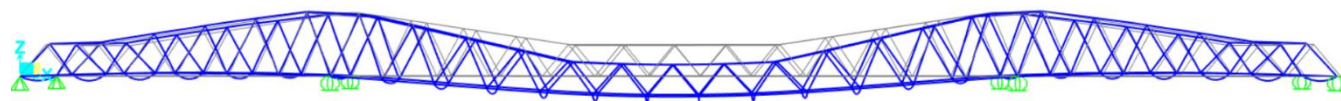


Ilustración 28. Deformada (Fuente: SAP2000).

5.8 Comprobación chapa de piso

A continuación, se va a realizar la comprobación de la abolladura de la chapa de acero de 6 milímetros de espesor que conforma el piso de la pasarela.

Se ha de tener en cuenta que la sección está formada por perfiles $70 \times 70 \times 8$ donde apoya la chapa y en sus extremos por perfiles $120 \times 120 \times 10$. La chapa está dividida en tramos de 3 metros de longitud, con espesor de 6 milímetros como se ha comentado anteriormente. Cabe destacar que se producen donde se marca en la imagen siguiente,



Ilustración 29. Sección tipo del tablero (Fuente: elaboración propia).

Como se puede comprobar el panel esta coartado por las soldaduras inferiores a este, el ancho de compresión de la chapa se va a calcular como $2 \times 630 \text{ mm} + 70 \text{ mm}$, con un valor de 1330 mm.

Coefficiente reductor ρ (paneles interiores)

PANELES INTERIORES DE ALAS Y ALMAS						
Deformaciones unitarias			Anchura reducida (b_r)			
$\epsilon_1 > 0$ (compresión)						
			$b_r = \rho b$ $b_{r1} = 0,5b_r$ $b_{r2} = 0,5b_r$ $\psi = 1$			
$\psi = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -5$
k_σ	$\alpha > 1$	4,0	$\frac{8,2}{105 + \psi}$	7,81	$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$	23,9
	$\alpha < 1$	$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right) \frac{2,05}{105 + \psi}$				

k_σ = coeficiente de abolladura.

Ilustración 30. Coeficiente reductores chapas (Fuente EAE).

Conociendo la relación de $a = 3000$ mm y $b = 1330$ mm, obtenemos un valor de $\alpha = 2,26$. Al ser α mayor que uno obtenemos.

$$k_\sigma = 4,0$$

A partir de aquí calculamos la deformación crítica ideal de la abolladura de la chapa metálica en la chapa estudiada.

$$\epsilon_{cr} = 0,9k_\sigma \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

- k_σ Coeficiente de abolladura del panel, que se obtiene de las las tablas 20.7.a y 20.7.b.
- \bar{b} Ancho de panel, que se obtiene de acuerdo con lo mostrado en las figuras de las tablas 20.3.a, 20.3.b y 20.3.c.

Por tanto,

$$\varepsilon_{cr} = 0,9k_{\sigma} \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 0,9 * 4,0 * \left(\frac{6}{1330}\right)^2 = 7,327 * 10^{-5}$$

Ahora se calcula la tensión crítica ideal de la abolladura de la chapa metálica, como se indica en la siguiente formula.

$$\sigma_{cr} = E\varepsilon_{cr} = k_{\sigma}\sigma_E$$

con:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2)b^2} = 190000 \left(\frac{t}{b}\right)^2, \text{ en } N/mm^2$$

Por tanto,

$$\sigma_E = 190000 \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 190000 \left(\frac{6}{1330}\right)^2 = 3,868 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma}\sigma_E = 4 * 3,868 = 15,47 \text{ MPa}$$

Después se calcula la esbeltez reducida del panel.

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_{cr}}} = \frac{b}{t} \frac{1}{28,4\varepsilon\sqrt{k_{\sigma}}}$$

Por tanto,

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \sqrt{\frac{275}{15,47}} = 4,216$$

Se quiere conocer que porcentaje de la chapa que podemos considerar en el cálculo, según la formulación propuesta en la EAE, tal y como sigue:

$$\rho = 1,0 \quad \text{para } \bar{\lambda}_p \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055\psi}$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \quad \text{para } \bar{\lambda}_p > 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055\psi}$$

El límite para comprobar en qué situación estamos es:

$$0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 * \psi} = 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 * 1} = 0,667$$

Por tanto,

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 * (3 + \psi)}{\lambda_p^2} = \frac{4,216 - 0,055 * (3 + 1)}{4,216^2} = 0,2248 = 22,5\%$$

Sabiendo que podemos utilizar un 30,4% de la sección se decide para hacer la comprobación de la abolladura limitante la tensión máxima a la que puede trabajar el acero.

$$30,4\% * f_y = 0,225 * 275 = 61,875 \text{ MPa}$$

Ahora vamos a conocer la máxima tensión a la que trabaja la chapa metálica de 6 mm del tablero en la pasarela acudiendo al SAP2000, y teniendo en cuenta que las tensiones más desfavorables que tiene la chapa son en los puntos donde se apoya con las pilas con una tensión máxima producida de 35,2 MPa, encontrándose por debajo del límite calculado anteriormente de 61,875 MPa.

Por tanto, se comprueba que no existen problemas de abolladura en la chapa que forma el tablero de la pasarela.

6 SUBESTRUCTURAS

Se van a hacer un dimensionamiento básico de las dos pilas de hormigón armado que tiene la pasarela de estudio, además se incluirán las cimentaciones de estas. De los estribos se va a realizar también un dimensionamiento básico, pero se va a explicar en el punto correspondiente la tipología de estos.

6.1 Pilas

El dimensionamiento de las pilas se ha realizado mediante el programa informático CYPE utilizando el módulo de CypeCAD. En él se han dado una serie de valores iniciales,

- Axil máximo pilas = 488,75 kN
- Características del hormigón:
 - o HA-30.
 - o Acero B500S.
 - o Tipo de ambiente: IIb.
- Tipo de suelo: suelo granular denso con un módulo de elasticidad de 55 MPa.



Se van a añadir los datos extraídos directamente del programa CypeCAD en los apéndices del presente anejo.

6.2 Estribos

Para el dimensionamiento de los estribos se ha de tener en cuenta que van a ser estribos flotantes debido a que ambos márgenes ya se encuentran preparados para la colocación de la pasarela, debido a la realización de actividades de estabilización del talud cuando se realizaron los dos pasos superiores que se encuentran a los lados de esta.

Por tanto se van a disponer de estribos flotantes compuestos por una viga flotante donde se apoye la estructura de la pasarela.

6.3 Aparatos de apoyo

Sobre las pilas y estribos se van a colocar un apoyo elastomérico similar con tal de simplificar el cálculo. Cabe destacar que se va a consultar la información en catálogo de apoyos elastoméricos del fabricante MecanoGumba. Por tanto atendiendo a que las pilas son circulares se decide la colocación de un apoyo también circular, de diámetro Ø400 mm, además de colocar 3 capas de elastómero, las cuales hacen que el apoyo tenga una carga admisible de 1890 kN siendo superior a la carga de la pasarela, pero quedándose del lado de la seguridad.

El fabricante proporciona un tipo de apoyo "Tipo 2ª", el cual esta ideado para su empleo en estructuras metálicas preveýendo en las chapas externas taladros roscados en los que se pueden atornillar piezas de acero. En el documento de planos se añade el detalle del aparato de apoyo.

Se añade que el desplazamiento admisible es de 2,31 cm y su altura total es de 8,1 centímetros.


CUADRO DE CARACTERÍSTICAS																		
APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS																		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> minima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$ minima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$ </div>																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Formato Dimensiones en planta a·b·D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplazamiento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	de elastómero Tipo 1	Desplazamiento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo					Pernos para Tipos 2 y 4 var 1.2.2		Ángulos de giro			
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	Tipo 2	Tipo 4	Tipo 5	de elastómero Tipos 2 a 5 T		arc.	arc.	arc.	arc.		
Ø 400 400 x 450	1890	670	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,003	0,002	0,003	0,003		
			2	18,9	39	27	15,4	66	106	40	22	4	0,005	0,004	0,006	0,006		
			3	26,6	54	38	23,1	81	121	55	33	4	0,008	0,006	0,010	0,010		
			4	34,3	69	49	30,8	96	136	70	44	4	0,010	0,008	0,013	0,013		
			5	42,0	84	60	38,5	111	151	85	55	4	0,013	0,010	0,016	0,016		
			6	49,5	99	71	46,2	126	166	100	66	4	0,015	0,012	0,019	0,019		
			7	57,0	114	82	53,9	141	181	115	77	4	0,018	0,014	0,023	0,023		
			8	64,5	129	93	61,6	156	196	130	88	4	0,020	0,016	0,026	0,026		
			9	72,0	144	104	69,3	171	211	145	99	4	0,023	0,018	0,029	0,029		
			10	79,5	159	115	77,1	186	226	160	110	4	0,026	0,020	0,030	0,030		
			11	86,6	174	126	84,8	201	241	175	121	4	0,028	0,022	0,033	0,033		
Ø 450 450 x 600	2390	890	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,002	0,001	0,002	0,002		
			2	18,9	39	27	15,4	66	106	40	22	4	0,004	0,002	0,004	0,004		
			3	26,6	54	38	23,1	81	121	55	33	4	0,006	0,004	0,007	0,007		
			4	34,3	69	49	30,8	96	136	70	44	4	0,008	0,005	0,009	0,009		
			5	42,0	84	60	38,5	111	151	85	55	4	0,010	0,006	0,011	0,011		
			6	49,7	99	71	46,2	126	166	100	66	4	0,012	0,007	0,013	0,013		
			7	57,4	114	82	53,9	141	181	115	77	4	0,014	0,008	0,015	0,015		
			8	64,5	129	93	61,6	156	196	130	88	4	0,016	0,009	0,017	0,017		
			9	72,0	144	104	69,3	171	211	145	99	4	0,018	0,011	0,020	0,020		
			10	79,5	159	115	77,1	186	226	160	110	4	0,020	0,012	0,022	0,022		
			11	86,6	174	126	84,8	201	241	175	121	4	0,022	0,013	0,024	0,024		
12	93,9	189	137	92,6	216	256	190	132	4	0,024	0,014	0,026	0,026					
Ø 500 Ø 550 500 x 600	2950 3560 4500	775 937 1000	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,002	0,001	0,002	0,002		
			2	18,9	39	27	15,4	66	106	40	22	4	0,004	0,002	0,004	0,004		
			3	26,6	54	38	23,1	81	121	55	33	4	0,006	0,004	0,007	0,007		
			4	34,3	69	49	30,8	96	136	70	44	4	0,008	0,005	0,009	0,009		
			5	42,0	84	60	38,5	111	151	85	55	4	0,010	0,006	0,011	0,011		
			6	49,7	99	71	46,2	126	166	100	66	4	0,012	0,007	0,013	0,013		
			7	57,4	114	82	53,9	141	181	115	77	4	0,014	0,009	0,016	0,016		
			8	64,5	129	93	61,6	156	196	130	88	4	0,016	0,010	0,018	0,018		
			9	72,0	144	104	69,3	171	211	145	99	4	0,018	0,011	0,020	0,020		
			10	79,5	159	115	77,1	186	226	160	110	4	0,020	0,012	0,022	0,022		
			11	86,6	174	126	84,8	201	241	175	121	4	0,022	0,013	0,024	0,024		
			12	93,9	189	137	92,6	216	256	190	132	4	0,024	0,014	0,026	0,026		
			13	101,4	204	148	100,3	231	271	205	143	4	0,026	0,016	0,029	0,029		
Ø 600 Ø 650 600 x 700	4240 4980 6300	800 703 760	1	14,0	30	20	--	--	--	--	--	6	0,002	0,002	0,003	0,002		
			2	24,5	50	35	21,0	75	115	49	30	6	0,004	0,003	0,005	0,004		
			3	35,0	70	50	31,5	95	135	69	45	6	0,006	0,005	0,008	0,008		
			4	44,5	90	65	42,0	115	155	89	60	6	0,008	0,006	0,010	0,010		
			5	56,0	110	80	52,5	135	175	109	75	6	0,010	0,008	0,013	0,013		
			6	66,5	130	95	63,0	155	195	129	90	6	0,012	0,009	0,015	0,015		
			7	77,0	150	110	73,5	175	215	149	105	6	0,014	0,011	0,018	0,018		
			8	86,5	170	125	84,0	195	235	169	120	6	0,016	0,012	0,020	0,020		
			9	93,3	190	140	91,1	215	255	189	135	6	0,018	0,014	0,023	0,023		
			10	99,5	210	155	97,5	235	275	209	150	6	0,020	0,015	0,025	0,025		
			11	104,8	230	170	103,1	255	295	229	165	6	0,022	0,017	0,028	0,028		
			12	--	--	--	108,0	275	315	249	180	6	0,024	0,018	0,030	0,030		

Ilustración 31. Catálogo apoyos elastoméricos (Fuente: MecanoGumba).

7 APÉNDICE 1. Listado cimentación CYPECAD



Listado de cimentación

pilas

Fecha: 02/12/21

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
(P1-P2)	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 470.0 cm Ancho zapata Y: 160.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 6Ø20c/27 Sup Y: 21Ø16c/22 Inf X: 7Ø16c/22 Inf Y: 21Ø16c/22

2.- MEDICIÓN

Referencia: (P1-P2)		B 500 S, Ys=1.15				Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			7x4.84		33.88
	Peso (kg)			7x7.64		53.47
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			21x1.74		36.54
	Peso (kg)			21x2.75		57.67
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)				6x5.00	30.00
	Peso (kg)				6x12.33	73.98
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)			21x1.80		37.80
	Peso (kg)			21x2.84		59.66
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x1.51			12.08
	Peso (kg)		8x1.34			10.73
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.48				4.44
	Peso (kg)	3x0.33				0.99
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		8x1.51			12.08
	Peso (kg)		8x1.34			10.73
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.48				4.44
	Peso (kg)	3x0.33				0.99
Totales	Longitud (m)	8.88	24.16	108.22	30.00	
	Peso (kg)	1.98	21.46	170.80	73.98	268.22
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	9.77	26.58	119.04	33.00	
	Peso (kg)	2.18	23.60	187.88	81.38	295.04

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)		Encofrado (m²)
	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: (P1-P2)	2.18	23.60	187.88	81.38	295.04	7.52	0.75	12.60
Totales	2.18	23.60	187.88	81.38	295.04	7.52	0.75	12.60

3.- COMPROBACIÓN

Referencia: (P1-P2)		
Dimensiones: 470 x 160 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Calculado: 0.160786 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa	
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X ⁽¹⁾		No procede
- En dirección Y ⁽¹⁾		No procede



Listado de cimentación

pilas

Fecha: 02/12/21

Referencia: (P1-P2)		
Dimensiones: 470 x 160 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -471.62 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 200.25 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 197.57 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 439 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P1:	Mínimo: 30 cm Calculado: 92 cm	Cumple
- P2:	Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0012	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		



pilas

Listado de cimentación

Fecha: 02/12/21

Referencia: (P1-P2)		
Dimensiones: 470 x 160 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 56 cm Calculado: 170 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 56 cm Calculado: 170 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

8 APÉNDICE 2. Comprobaciones pilar P1

Comprobaciones del pilar P1

1.- FORJADO 1 (0 - 4.7 M)

Datos del pilar	
Geometría	
Diámetro	: 50 cm
Tramo	: 0.000/4.700 m
Altura libre	: 4.70 m
Recubrimiento geométrico	: 3 cm
Tamaño máximo de árido	: 15 mm
Materiales	
Hormigón	: HA-30, Yc=1.5
Acero	: B 500 S, Ys=1.15
Longitud de pandeo	
Plano ZX : 4.70 m	
Plano ZY : 4.70 m	
Longitudinal	
Barras	: 8Ø12
Cuantía	: 0.46 %
Armadura transversal	
Estribos	: 1eØ6
Separación	: 6 - 15 - 10 cm

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

$b_{min} \geq 250 \text{ mm}$ **500.00 mm \geq 250.00 mm ✓**

Armadura longitudinal

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_i \geq s_{min}$ **147 mm \geq 20 mm ✓**

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 . s_{min} : 20 mm

$s_1 = 20 \text{ mm}$ s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_s$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 12 mm

Siendo:

d_s : Tamaño máximo del árido. d_s : 15 mm

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa. \varnothing_{max} : 12 mm

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$s \leq 350 \text{ mm}$ **159 mm \leq 350 mm ✓**

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$\varnothing \geq 12 \text{ mm}$ **12 mm \geq 12 mm ✓**

Estribos

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_i \geq s_{min}$ **54 mm \geq 20 mm ✓**

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 . s_{min} : 20 mm

Comprobaciones del pilar P1

$s_1 = 20 \text{ mm}$ s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_s$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 6 mm

Siendo:

d_s : Tamaño máximo del árido. d_s : 15 mm

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. \varnothing_{max} : 6 mm

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \varnothing_t , cumplan (Artículo 42.3.1):

$s_t \leq 15 \cdot \varnothing_{min} \geq 300 \text{ mm}$ **60 mm \leq 180 mm ✓**

$s_t \leq b_{min}$ **60 mm \leq 500 mm ✓**

Donde:

\varnothing_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada. \varnothing_{min} : 12 mm

b_{min} : Dimensión mínima de la sección. b_{min} : 500.00 mm

$\varnothing_t \geq 1/4 \cdot \varnothing_{max}$ **6 mm \geq 3 mm ✓**

Donde:

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa. \varnothing_{max} : 12 mm

Comprobaciones del pilar P1

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_s en pilares con barras de acero $f_{yk}=500.00$ MPa debe cumplir:

$$\rho_s \geq 0.004 \quad \mathbf{0.0046 \geq 0.0040 \quad \checkmark}$$

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yc,d} \geq 0.1 \cdot N_d \quad \mathbf{361.92 \text{ kN} \geq 69.21 \text{ kN} \quad \checkmark}$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.	A'_s : $\frac{9.05}{\text{cm}^2}$
$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.	$f_{yc,d}$: $\frac{400.00}{\text{MPa}}$
$f_{yc,d} = f_{yk} \cdot \gamma_s \geq 400 \text{ N/mm}^2$	
N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d : $\frac{692.05}{\text{kN}}$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yc,d} \leq f_{cd} \cdot A_c \quad \mathbf{361.92 \text{ kN} \leq 3926.99 \text{ kN} \quad \checkmark}$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.	A'_s : $\frac{9.05}{\text{cm}^2}$
$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.	$f_{yc,d}$: $\frac{400.00}{\text{MPa}}$
$f_{yc,d} = f_{yk} \cdot \gamma_s \geq 400 \text{ N/mm}^2$	
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} : $\frac{20.00}{\text{MPa}}$
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : $\frac{1963.50}{\text{cm}^2}$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

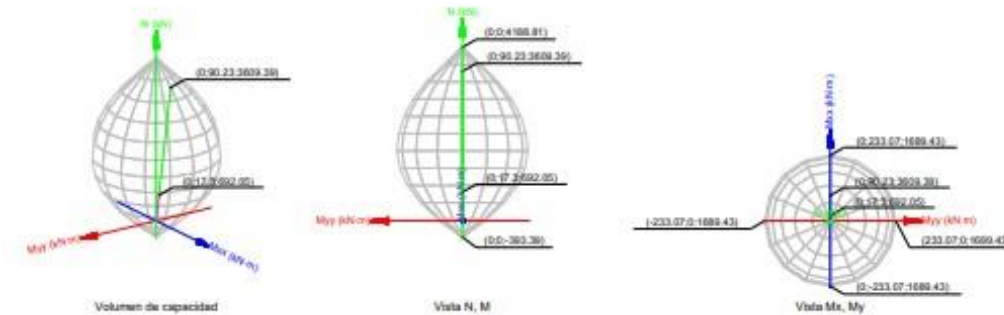
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.192 \quad \checkmark}$$

Comprobaciones del pilar P1



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.	N_{ed} : $\frac{692.05}{\text{kN}}$
M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.	$M_{ed,x}$: $\frac{17.30}{\text{kN}\cdot\text{m}}$
	$M_{ed,y}$: $\frac{0.00}{\text{kN}\cdot\text{m}}$

N_{red}, M_{red} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{red} : Axil de agotamiento.	N_{red} : $\frac{3609.39}{\text{kN}}$
M_{red} : Momentos de agotamiento.	$M_{red,x}$: $\frac{90.23}{\text{kN}\cdot\text{m}}$
	$M_{red,y}$: $\frac{0.00}{\text{kN}\cdot\text{m}}$

Donde:

$$N_{ed} = N_d$$

$$M_{ed} = N_d \cdot e_c$$

Siendo:

e_c : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.	$e_{c,x}$: $\frac{0.00}{\text{mm}}$
	$e_{c,y}$: $\frac{25.00}{\text{mm}}$

En este caso, las excentricidades $e_{s,x}$ y $e_{s,y}$ son inferiores a la mínima.

$$e_{s,x} = e_{0,x}$$

$$e_{s,y} = e_{min,y}$$

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} = h/20 \leq 2 \text{ cm} \quad e_{min} : \frac{25.00}{\text{mm}}$$

$$h$$
: Canto de la sección en el plano de flexión considerado. $h : \frac{500.00}{\text{mm}}$

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d} \quad e_0 : \frac{0.00}{\text{mm}}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.	M_d : $\frac{0.00}{\text{kN}\cdot\text{m}}$
N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d : $\frac{692.05}{\text{kN}}$

Comprobaciones del pilar P1

En el eje y:

$$e_{min} = h/20 \leq 2 \text{ cm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d}$$

Donde:

M_d: Momento de cálculo de primer orden.

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$e_{min} : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$M_d : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

Comprobación del estado límite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

I: Inercia.

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\lambda_{inf} : \underline{85.19}$$

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

Comprobaciones del pilar P1

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

I: Inercia.

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

$$\lambda_{inf} : \underline{85.19}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

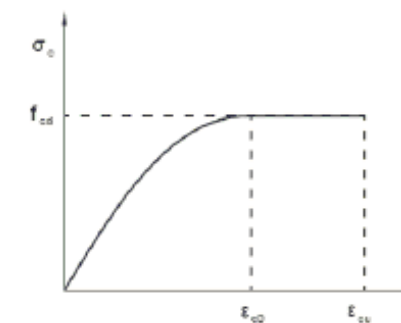
$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

ε_{co}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{co} : \underline{0.0020}$$

Comprobaciones del pilar P1

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
 A_c : Área total de la sección de hormigón.
 I : Inercia.

i_c : 12.50 cm
 A_c : 1963.50 cm²
 I : 306796.16 cm⁴

$$\lambda_{\text{eff}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

λ_{eff} : 85.19

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.
 e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .
 h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.
 C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.
 v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

e_2 : 25.00 mm
 e_1 : 25.00 mm
 h : 500.00 mm
 C : 0.18
 v : 0.18

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

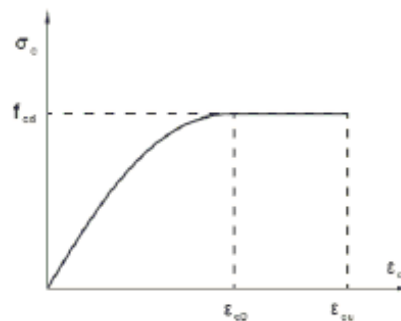
N_d : Esfuerzo normal de cálculo.
 f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
 A_c : Área total de la sección de hormigón.

N_d : 692.05 kN
 f_{cd} : 20.00 MPa
 A_c : 1963.50 cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

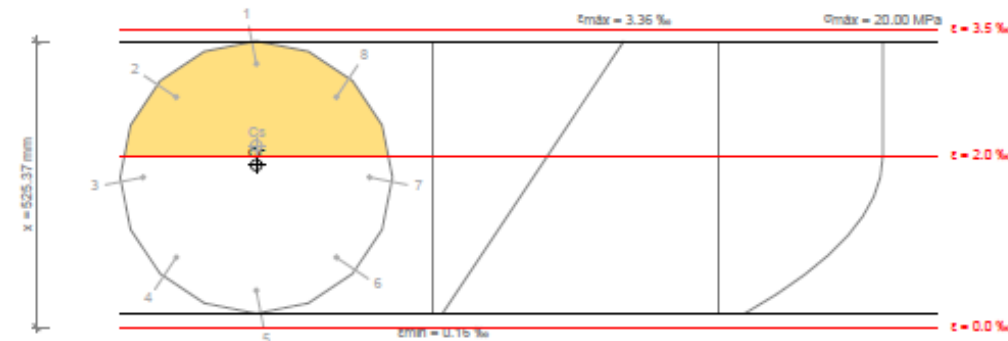


f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
 ϵ_{cs} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

f_{cd} : 20.00 MPa
 ϵ_{cs} : 0.0020

Comprobaciones del pilar P1

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+400.00	+0.003093
2	Ø12	-147.08	147.08	+400.00	+0.002703
3	Ø12	-208.00	0.00	+352.37	+0.001762
4	Ø12	-147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
5	Ø12	0.00	-208.00	+86.21	+0.000431
6	Ø12	147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
7	Ø12	208.00	0.00	+352.37	+0.001762
8	Ø12	147.08	147.08	+400.00	+0.002703

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	3347.08	0.00	22.41
Cs	262.31	0.00	58.05
T	0.00	0.00	0.00

$$N_{Rd} = C_c + C_s - T$$

N_{Rd} : 3609.39 kN

$$M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cx,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{t,y}$$

$M_{Rd,x}$: 90.23 kN·m

$$M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cx,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{t,x}$$

$M_{Rd,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_c : 3347.08 kN

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

C_s : 262.31 kN

T : Resultante de tracciones en el acero.

T : 0.00 kN

e_{cx} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cx} : 0.00 mm

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : 22.41 mm

e_{tx} : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_{tx} : 0.00 mm

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{cmax} : 0.0034

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

ϵ_{smax} : 0.0000

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

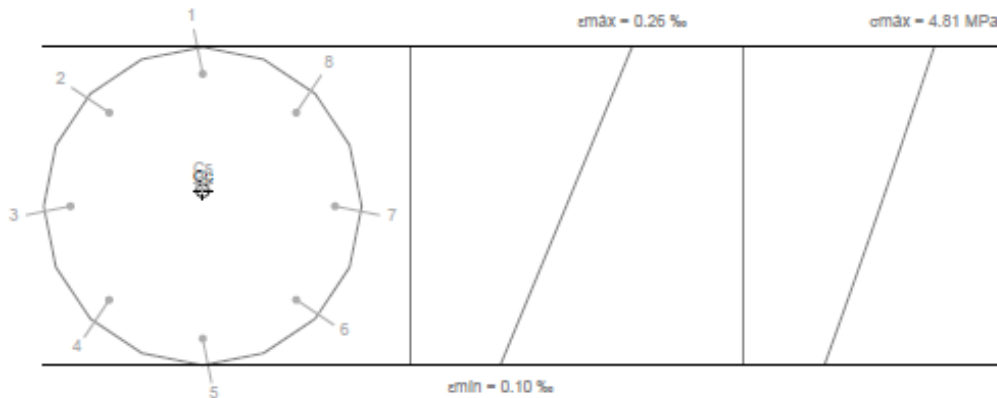
σ_{cmax} : 20.00 MPa

Comprobaciones del pilar P1

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

σ_{smax} : 0.00 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+48.81	+0.000244
2	Ø12	-147.08	147.08	+45.10	+0.000226
3	Ø12	-208.00	0.00	+36.16	+0.000181
4	Ø12	-147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
5	Ø12	0.00	-208.00	+23.52	+0.000118
6	Ø12	147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
7	Ø12	208.00	0.00	+36.16	+0.000181
8	Ø12	147.08	147.08	+45.10	+0.000226

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	659.33	0.00	24.44
Cs	32.72	0.00	36.36
T	0.00	0.00	0.00

$N_{ed} = C_c + C_s - T$

$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cx,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{t,y}$

$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cx,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{t,x}$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cx} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_t : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

N_{ed} : 692.05 kN

$M_{ed,x}$: 17.30 kN·m

$M_{ed,y}$: 0.00 kN·m

C_c : 659.33 kN

C_s : 32.72 kN

T : 0.00 kN

$e_{cx,x}$: 0.00 mm

$e_{cx,y}$: 24.44 mm

$e_{cs,x}$: 0.00 mm

$e_{cs,y}$: 36.36 mm

e_t : 0.00 mm

ϵ_{cmax} : 0.0003

ϵ_{smax} : 0.0000

Comprobaciones del pilar P1

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{cmax} : 4.81 MPa

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

σ_{smax} : 0.00 MPa

Comprobaciones del pilar P1

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar	
	Geometría
	Diámetro : 50 cm
	Tramo : -0.918/0.000 m
	Altura libre : 0.00 m
	Recubrimiento geométrico : 3 cm
Tamaño máximo de árido : 15 mm	
Materiales	
Hormigón : HA-30, Yc=1.5	Plano ZX : 4.70 m
Acero : B 500 S, Ys=1.15	Plano ZY : 4.70 m
Longitudinal	
Barras : 8Ø12	Armadura transversal
Cuantía : 0.46 %	Estribos : 1eØ6

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

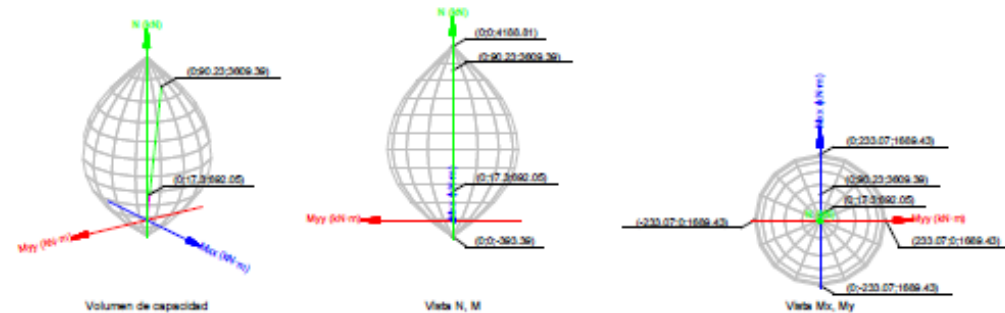
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{rd}^2 + M_{rd,x}^2 + M_{rd,y}^2}{N_{rd}^2 + M_{rd,x}^2 + M_{rd,y}^2}} \leq 1$$

$\eta_1 : 0.192 \checkmark$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

Comprobaciones del pilar P1

N_{rd}, M_{rd} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{rd} : Esfuerzo normal de cálculo.

M_{rd} : Momento de cálculo de primer orden.

$N_{rd} : 692.05 \text{ kN}$

$M_{rd,x} : 17.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rd,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_{rd}, M_{rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{rd} : Axil de agotamiento.

M_{rd} : Momentos de agotamiento.

$N_{rd} : 3609.39 \text{ kN}$

$M_{rd,x} : 90.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rd,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

$N_{rd} = N_d$

$M_{rd} = N_d \cdot e_d$

Siendo:

e_d : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$e_{d,x} : 0.00 \text{ mm}$

$e_{d,y} : 25.00 \text{ mm}$

En este caso, las excentricidades $e_{d,x}$ y $e_{d,y}$ son inferiores a la mínima.

$e_{d,x} = e_{d,x}$

$e_{d,y} = e_{min,y}$

Donde:

En el eje x:

$e_{min} = h/20 \nless 2 \text{ cm}$

$e_{min} : 25.00 \text{ mm}$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$h : 500.00 \text{ mm}$

$e_d = \frac{M_d}{N_d}$

$e_d : 0.00 \text{ mm}$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$M_d : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_d : 692.05 \text{ kN}$

En el eje y:

$e_{min} = h/20 \nless 2 \text{ cm}$

$e_{min} : 25.00 \text{ mm}$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$h : 500.00 \text{ mm}$

$e_d = \frac{M_d}{N_d}$

$e_d : 0.00 \text{ mm}$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$M_d : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_d : 692.05 \text{ kN}$

Comprobación del estado límite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{lim} indicada en 43.1.2.

Comprobaciones del pilar P1

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

- l_0 : Longitud de pandeo.
- i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.
- I : Inercia.

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \cdot 100$$

Donde:

- e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.
- e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .
- h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.
- v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

- N_d : Esfuerzo normal de cálculo.
- f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

- l_0 : Longitud de pandeo.
- i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.
- I : Inercia.

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \cdot 100$$

Donde:

- e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.
- e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .
- h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.
- v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

λ : 37.60

l_0 : 4.700 m

i_c : 12.50 cm

A_c : 1963.50 cm²

I : 306796.16 cm⁴

λ_{inf} : 85.19

e_2 : 25.00 mm

e_1 : 25.00 mm

h : 500.00 mm

C : 0.18

v : 0.18

N_d : 692.05 kN

f_{cd} : 20.00 MPa

A_c : 1963.50 cm²

λ : 37.60

l_0 : 4.700 m

i_c : 12.50 cm

A_c : 1963.50 cm²

I : 306796.16 cm⁴

λ_{inf} : 85.19

e_2 : 25.00 mm

e_1 : 25.00 mm

h : 500.00 mm

C : 0.18

v : 0.18

Comprobaciones del pilar P1

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

- N_d : Esfuerzo normal de cálculo.
- f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.

N_d : 692.05 kN

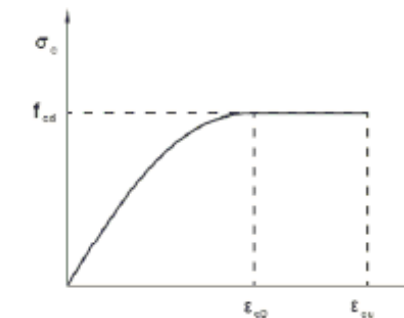
f_{cd} : 20.00 MPa

A_c : 1963.50 cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



- f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
 - ϵ_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.
 - ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.
- Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

- f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.
- γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

f_{cd} : 20.00 MPa

ϵ_{cd} : 0.0020

ϵ_{cu} : 0.0035

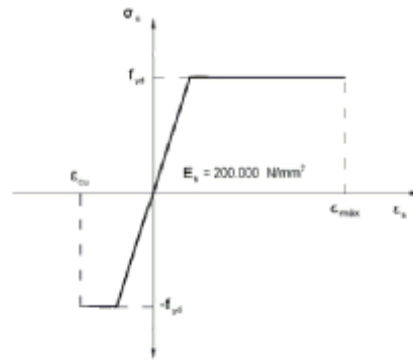
α_{cc} : 1.00

f_{ck} : 30.00 MPa

γ_c : 1.5

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

Comprobaciones del pilar P1



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.
 ϵ_{smax} : Deformación máxima del acero en tracción.
 ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.
 Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

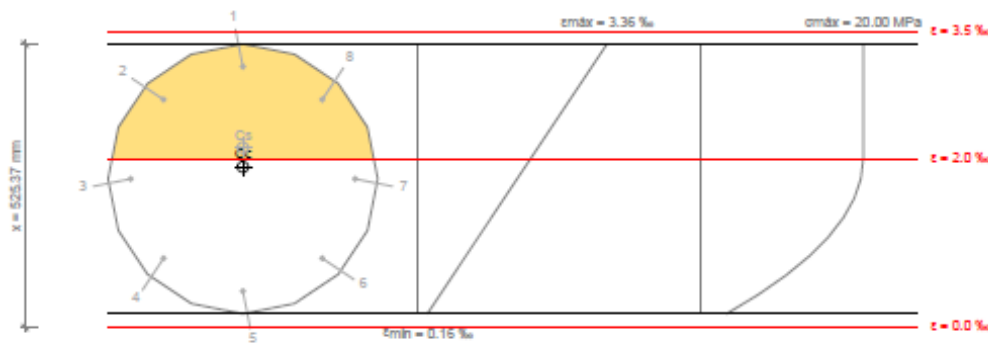
f_{yk} : Resistencia característica de proyecto
 γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$f_{yd} : 434.78 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{smax} : 0.0100$
 $\epsilon_{cu} : 0.0035$

$f_{yk} : 500.00 \text{ MPa}$
 $\gamma_s : 1.15$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+400.00	+0.003093
2	Ø12	-147.08	147.08	+400.00	+0.002703
3	Ø12	-208.00	0.00	+352.37	+0.001762
4	Ø12	-147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
5	Ø12	0.00	-208.00	+86.21	+0.000431
6	Ø12	147.08	-147.08	+164.17	+0.000821

Comprobaciones del pilar P1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
7	Ø12	208.00	0.00	+352.37	+0.001762
8	Ø12	147.08	147.08	+400.00	+0.002703

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	3347.08	0.00	22.41
Cs	262.31	0.00	58.05
T	0.00	0.00	0.00

$$N_{red} = C_c + C_s - T$$

$$M_{red,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{t,y}$$

$$M_{red,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{t,x}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_t : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$N_{red} : 3609.39 \text{ kN}$

$M_{red,x} : 90.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{red,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$C_c : 3347.08 \text{ kN}$

$C_s : 262.31 \text{ kN}$

$T : 0.00 \text{ kN}$

$e_{cc,x} : 0.00 \text{ mm}$

$e_{cc,y} : 22.41 \text{ mm}$

$e_{cs,x} : 0.00 \text{ mm}$

$e_{cs,y} : 58.05 \text{ mm}$

$e_t : 0.00 \text{ mm}$

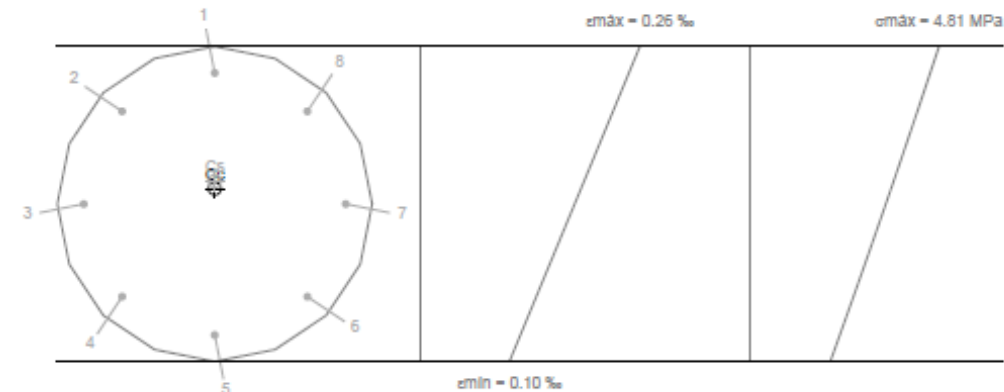
$\epsilon_{cmax} : 0.0034$

$\epsilon_{smax} : 0.0000$

$\sigma_{cmax} : 20.00 \text{ MPa}$

$\sigma_{smax} : 0.00 \text{ MPa}$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+48.81	+0.000244
2	Ø12	-147.08	147.08	+45.10	+0.000226
3	Ø12	-208.00	0.00	+36.16	+0.000181

Comprobaciones del pilar P1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
4	Ø12	-147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
5	Ø12	0.00	-208.00	+23.52	+0.000118
6	Ø12	147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
7	Ø12	208.00	0.00	+36.16	+0.000181
8	Ø12	147.08	147.08	+45.10	+0.000226

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	659.33	0.00	24.44
Cs	32.72	0.00	36.36
T	0.00	0.00	0.00

$$N_{ed} = C_c + C_s - T$$

$$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

$$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$N_{ed} : \underline{692.05} \text{ kN}$$

$$M_{ed,x} : \underline{17.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_c : \underline{659.33} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{32.72} \text{ kN}$$

$$T : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{24.44} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{36.36} \text{ mm}$$

$$e_T : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0003}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0000}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{4.81} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

9 APÉNDICE 3. Comprobaciones pilar P2

Comprobaciones del pilar P2

1.- FORJADO 1 (0 - 4.7 M)

Datos del pilar	
Geometría	
Diámetro	: 50 cm
Tramo	: 0,000/4,700 m
Altura libre	: 4,70 m
Recubrimiento geométrico	: 3 cm
Tamaño máximo de árido	: 15 mm
Materiales	
Hormigón	: HA-30, Yc=1.5
Acero	: B 500 S, Ys=1.15
Longitud de pandeo	
Plano ZX	: 4.70 m
Plano ZY	: 4.70 m
Longitudinal	
Barras	: 8Ø12
Cuantía	: 0.46 %
Armadura transversal	
Estribos	: 1eØ6
Separación	: 6 - 15 - 10 cm

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

$b_{min} \geq 250 \text{ mm}$ $500.00 \text{ mm} \geq 250.00 \text{ mm}$ ✓

Armadura longitudinal

La distancia libre d_v horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_v \geq s_{min}$ $147 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm}$ ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 s_{min} : 20 mm

$s_1 = 20 \text{ mm}$ s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 12 mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa. \varnothing_{max} : 12 mm

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$s \leq 350 \text{ mm}$ $159 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm}$ ✓

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$\varnothing \geq 12 \text{ mm}$ $12 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm}$ ✓

Estribos

La distancia libre d_v horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_v \geq s_{min}$ $54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm}$ ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 s_{min} : 20 mm

Comprobaciones del pilar P2

$s_1 = 20 \text{ mm}$ s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 6 mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. \varnothing_{max} : 6 mm

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \varnothing_t cumplan (Artículo 42.3.1):

$s_t \leq 15 \cdot \varnothing_{min} \leq 300 \text{ mm}$ $60 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm}$ ✓

$s_t \leq b_{min}$ $60 \text{ mm} \leq 500 \text{ mm}$ ✓

Donde:

\varnothing_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada. \varnothing_{min} : 12 mm

b_{min} : Dimensión mínima de la sección. b_{min} : 500.00 mm

$\varnothing_t \geq 1/4 \cdot \varnothing_{max}$ $6 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm}$ ✓

Donde:

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa. \varnothing_{max} : 12 mm

Comprobaciones del pilar P2

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=500.00$ MPa debe cumplir:

$$\rho_l \geq 0.004 \quad 0.0046 \geq 0.0040 \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yk,d} \geq 0.1 \cdot N_d \quad 361.92 \text{ kN} \geq 69.21 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$A'_s: \text{Área total de la armadura comprimida.} \quad A'_s : \frac{9.05}{400.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,d}: \text{Resistencia de cálculo del acero a compresión.} \quad f_{yk,d} : \frac{500.00}{1.15} \text{ MPa}$$

$$f_{yk,d} = f_{yk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$$

$$N_d: \text{Esfuerzo normal de cálculo.} \quad N_d : 692.05 \text{ kN}$$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yk,d} \leq f_{cd} \cdot A_c \quad 361.92 \text{ kN} \leq 3926.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$A'_s: \text{Área total de la armadura comprimida.} \quad A'_s : \frac{9.05}{400.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,d}: \text{Resistencia de cálculo del acero a compresión.} \quad f_{yk,d} : \frac{500.00}{1.15} \text{ MPa}$$

$$f_{yk,d} = f_{yk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd}: \text{Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.} \quad f_{cd} : \frac{20.00}{1.5} \text{ MPa}$$

$$A_c: \text{Área total de la sección de hormigón.} \quad A_c : 1963.50 \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

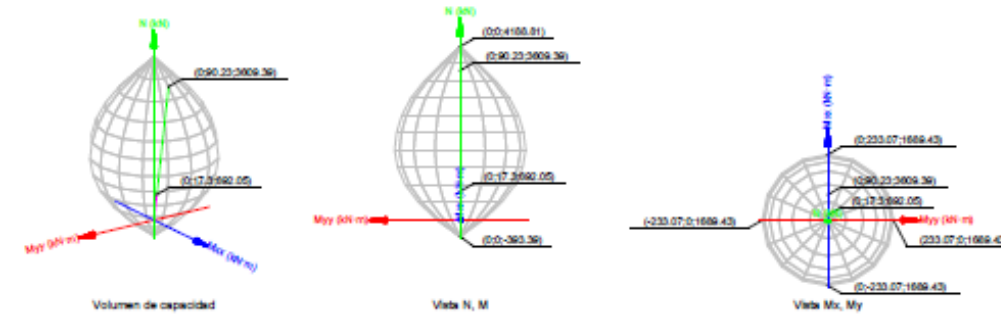
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{Rd,x}^2 + M_{Rd,y}^2}} \leq 1 \quad \eta_1 : 0.192 \quad \checkmark$$

Comprobaciones del pilar P2



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$$N_{ed} : \frac{692.05}{1.15} \text{ kN}$$

$$M_{ed,x} : \frac{17.30}{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \frac{0.00}{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$N_{Rd} : \frac{3609.39}{1.15} \text{ kN}$$

$$M_{Rd,x} : \frac{90.23}{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \frac{0.00}{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$N_{ed} = N_d$$

$$M_{ed} = N_d \cdot e_0$$

Siendo:

e_0 : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{0,x} : \frac{0.00}{1.15} \text{ mm}$$

$$e_{0,y} : \frac{25.00}{1.15} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son inferiores a la mínima.

$$e_{0,x} = e_{0,x}$$

$$e_{0,y} = e_{min,y}$$

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} = h/20 \leq 2 \text{ cm}$$

$$e_{min} : \frac{25.00}{1.15} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : 500.00 \text{ mm}$$

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d}$$

$$e_0 : \frac{0.00}{1.15} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \frac{0.00}{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \frac{692.05}{1.15} \text{ kN}$$

Comprobaciones del pilar P2

En el eje y:

$$e_{min} = h/20 \leq 2 \text{ cm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d}$$

Donde:

M_d: Momento de cálculo de primer orden.

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$e_{min} : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$M_d : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

Comprobación del estado límite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

I: Inercia.

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\lambda_{inf} : \underline{85.19}$$

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

Comprobaciones del pilar P2

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

I: Inercia.

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

$$\lambda_{inf} : \underline{85.19}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

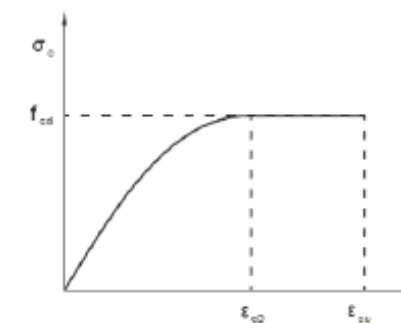
$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

ε_{co}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{co} : \underline{0.0020}$$

Comprobaciones del pilar P2

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.
Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

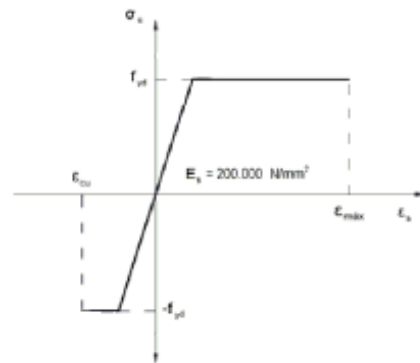
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

$$f_{ck} : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

$$f_{yd} : \underline{434.78} \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$$

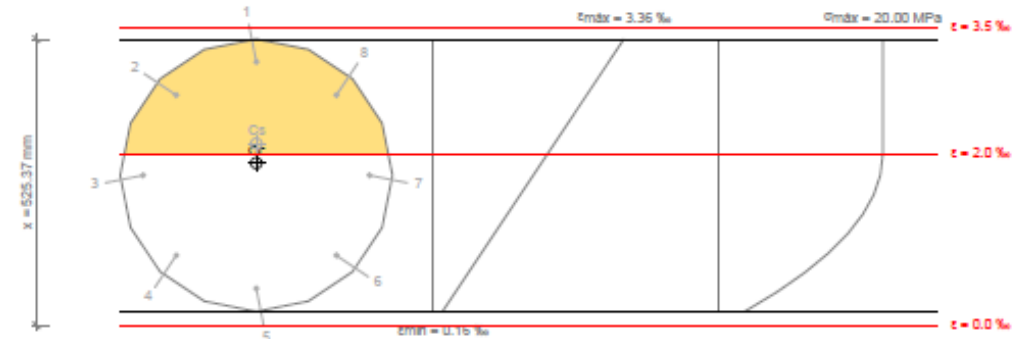
$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

$$f_{yk} : \underline{500.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_s : \underline{1.15}$$

Comprobaciones del pilar P2

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+400.00	+0.003093
2	Ø12	-147.08	147.08	+400.00	+0.002703
3	Ø12	-208.00	0.00	+352.37	+0.001762
4	Ø12	-147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
5	Ø12	0.00	-208.00	+86.21	+0.000431
6	Ø12	147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
7	Ø12	208.00	0.00	+352.37	+0.001762
8	Ø12	147.08	147.08	+400.00	+0.002703

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	3347.08	0.00	22.41
Cs	262.31	0.00	58.05
T	0.00	0.00	0.00

$$N_{Ed} = C_c + C_s - T$$

$$M_{Ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

$$M_{Ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$N_{Ed} : \underline{3609.39} \text{ kN}$$

$$M_{Ed,x} : \underline{90.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_c : \underline{3347.08} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{262.31} \text{ kN}$$

$$T : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{22.41} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{58.05} \text{ mm}$$

$$e_T : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0034}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0000}$$

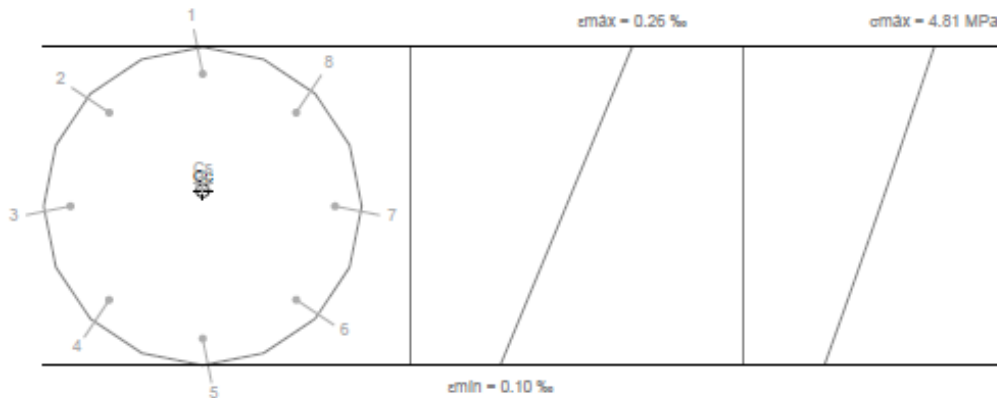
$$\sigma_{cmax} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

Comprobaciones del pilar P2

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

σ_{smax} : 0.00 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+48.81	+0.000244
2	Ø12	-147.08	147.08	+45.10	+0.000226
3	Ø12	-208.00	0.00	+36.16	+0.000181
4	Ø12	-147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
5	Ø12	0.00	-208.00	+23.52	+0.000118
6	Ø12	147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
7	Ø12	208.00	0.00	+36.16	+0.000181
8	Ø12	147.08	147.08	+45.10	+0.000226

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	659.33	0.00	24.44
Cs	32.72	0.00	36.36
T	0.00	0.00	0.00

$N_{ed} = C_c + C_s - T$

$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cx,y} + C_s \cdot e_{sx,y} - T \cdot e_{tx,y}$

$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cy,x} + C_s \cdot e_{sy,x} - T \cdot e_{ty,x}$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

e_{cx} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{sx} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_{tx} : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

N_{ed} : 692.05 kN

$M_{ed,x}$: 17.30 kN·m

$M_{ed,y}$: 0.00 kN·m

C_c : 659.33 kN

C_s : 32.72 kN

T : 0.00 kN

$e_{cx,x}$: 0.00 mm

$e_{cy,y}$: 24.44 mm

$e_{sx,x}$: 0.00 mm

$e_{sy,y}$: 36.36 mm

e_{tx} : 0.00 mm

ϵ_{cmax} : 0.0003

ϵ_{smax} : 0.0000

Comprobaciones del pilar P2

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

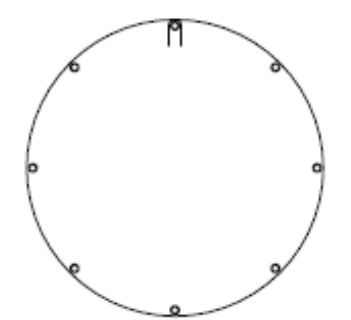
σ_{cmax} : 4.81 MPa

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

σ_{smax} : 0.00 MPa

Comprobaciones del pilar P2

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar	
	
Geometría	
Diámetro	: 50 cm
Tramo	: -0.918/0.000 m
Altura libre	: 0.00 m
Recubrimiento geométrico	: 3 cm
Tamaño máximo de árido	: 15 mm
Materiales	
Hormigón	: HA-30, $\gamma_c=1.5$
Acero	: B 500 S, $\gamma_s=1.15$
Longitud de pandeo	
Plano ZX	: 4.70 m
Plano ZY	: 4.70 m
Longitudinal	
Barras	: 8Ø12
Cuantía	: 0.46 %
Armadura transversal	
Estribos	: 1eØ6

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

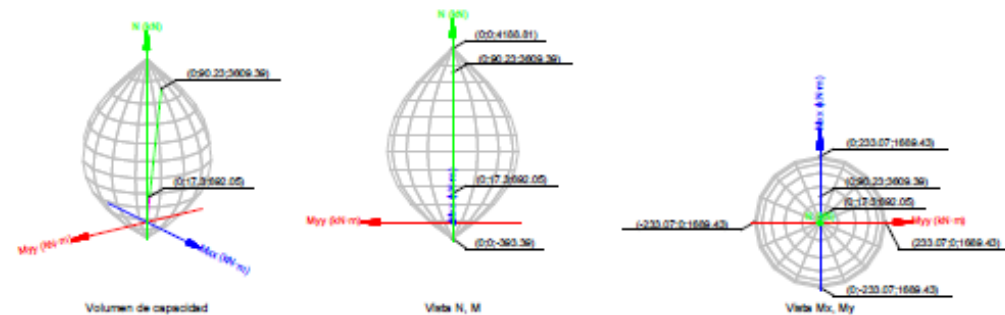
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}}{\sqrt{N_{rd}^2 + M_{rd,x}^2 + M_{rd,y}^2}} \leq 1$$

$\eta_1 : 0.192 \checkmark$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

Comprobaciones del pilar P2

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$N_{ed} : 692.05 \text{ kN}$

$M_{ed,x} : 17.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ed,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{ed} : Axil de agotamiento.

M_{ed} : Momentos de agotamiento.

$N_{ed} : 3609.39 \text{ kN}$

$M_{ed,x} : 90.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ed,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

$N_{ed} = N_d$

$M_{ed} = N_d \cdot e_d$

Siendo:

e_d : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$e_{d,x} : 0.00 \text{ mm}$

$e_{d,y} : 25.00 \text{ mm}$

En este caso, las excentricidades $e_{d,x}$ y $e_{d,y}$ son inferiores a la mínima.

$e_{d,x} = e_{d,x}$

$e_{d,y} = e_{min,y}$

Donde:

En el eje x:

$e_{min} = h/20 \cdot \phi 2 \text{ cm}$

$e_{min} : 25.00 \text{ mm}$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$h : 500.00 \text{ mm}$

$e_d = \frac{M_d}{N_d}$

$e_d : 0.00 \text{ mm}$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$M_d : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_d : 692.05 \text{ kN}$

En el eje y:

$e_{min} = h/20 \cdot \phi 2 \text{ cm}$

$e_{min} : 25.00 \text{ mm}$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$h : 500.00 \text{ mm}$

$e_d = \frac{M_d}{N_d}$

$e_d : 0.00 \text{ mm}$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$M_d : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_d : 692.05 \text{ kN}$

Comprobación del estado límite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{lim} indicada en 43.1.2.

Comprobaciones del pilar P2

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

- l_0 : Longitud de pandeo.
- i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.
- I : Inercia.

$$\lambda_{\text{inf}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

Donde:

- e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.
- e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .
- h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.
- v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

- N_d : Esfuerzo normal de cálculo.
- f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

Donde:

- l_0 : Longitud de pandeo.
- i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.
- I : Inercia.

$$\lambda_{\text{inf}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

Donde:

- e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.
- e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .
- h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.
- C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.
- v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{\text{inf}} : \underline{85.19}$$

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$\lambda : \underline{37.60}$$

$$l_0 : \underline{4.700} \text{ m}$$

$$i_c : \underline{12.50} \text{ cm}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

$$I : \underline{306796.16} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{\text{inf}} : \underline{85.19}$$

$$e_2 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$e_1 : \underline{25.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$C : \underline{0.18}$$

$$v : \underline{0.18}$$

Comprobaciones del pilar P2

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

- N_d : Esfuerzo normal de cálculo.
- f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.
- A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$N_d : \underline{692.05} \text{ kN}$$

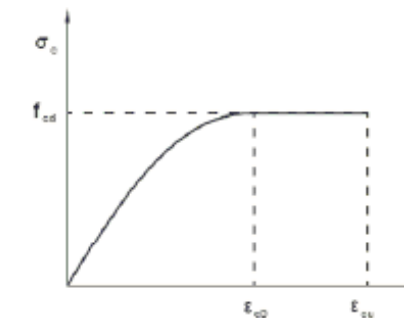
$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$A_c : \underline{1963.50} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

ϵ_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

$$f_{cd} : \underline{20.00} \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cd} : \underline{0.0020}$$

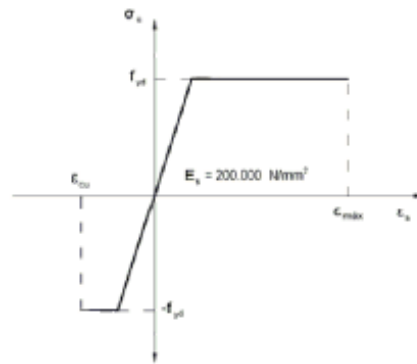
$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

$$f_{ck} : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

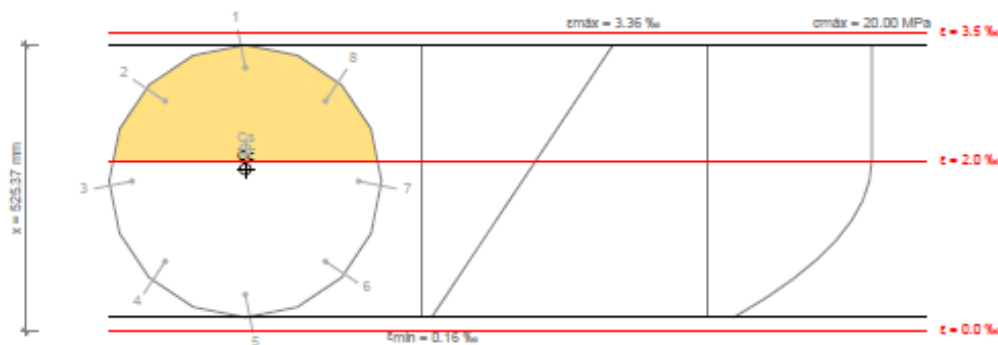
Comprobaciones del pilar P2



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 434.78 \text{ MPa}$
 ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción. $\epsilon_{max} : 0.0100$
 ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión. $\epsilon_{cu} : 0.0035$
 Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$
 f_{yk} : Resistencia característica de proyecto $f_{yk} : 500.00 \text{ MPa}$
 γ_s : Coeficiente parcial de seguridad. $\gamma_s : 1.15$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+400.00	+0.003093
2	Ø12	-147.08	147.08	+400.00	+0.002703
3	Ø12	-208.00	0.00	+352.37	+0.001762
4	Ø12	-147.08	-147.08	+164.17	+0.000821
5	Ø12	0.00	-208.00	+86.21	+0.000431
6	Ø12	147.08	-147.08	+164.17	+0.000821

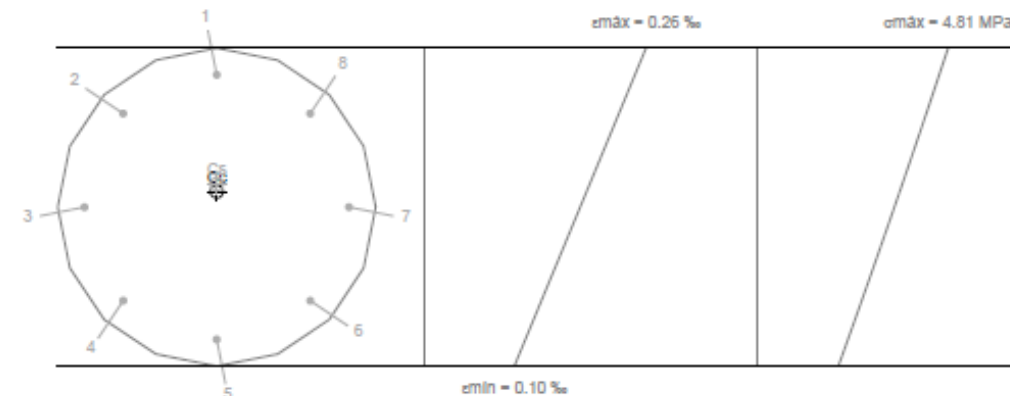
Comprobaciones del pilar P2

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
7	Ø12	208.00	0.00	+352.37	+0.001762
8	Ø12	147.08	147.08	+400.00	+0.002703

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	3347.08	0.00	22.41
Cs	262.31	0.00	58.05
T	0.00	0.00	0.00

$N_{Rd} = C_c + C_s - T$ $N_{Rd} : 3609.39 \text{ kN}$
 $M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ $M_{Rd,x} : 90.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ $M_{Rd,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Donde:
 C_c : Resultante de compresiones en el hormigón. $C_c : 3347.08 \text{ kN}$
 C_s : Resultante de compresiones en el acero. $C_s : 262.31 \text{ kN}$
 T : Resultante de tracciones en el acero. $T : 0.00 \text{ kN}$
 $e_{cc,x}$: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cc,x} : 0.00 \text{ mm}$
 $e_{cc,y}$: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cc,y} : 22.41 \text{ mm}$
 $e_{cs,x}$: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cs,x} : 0.00 \text{ mm}$
 $e_{cs,y}$: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cs,y} : 58.05 \text{ mm}$
 $e_{T,x}$: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{T,x} : 0.00 \text{ mm}$
 $e_{T,y}$: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{T,y} : 0.00 \text{ mm}$
 ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. $\epsilon_{cmax} : 0.0034$
 ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada. $\epsilon_{smax} : 0.0000$
 σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. $\sigma_{cmax} : 20.00 \text{ MPa}$
 σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada. $\sigma_{smax} : 0.00 \text{ MPa}$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	0.00	208.00	+48.81	+0.000244
2	Ø12	-147.08	147.08	+45.10	+0.000226
3	Ø12	-208.00	0.00	+36.16	+0.000181

Comprobaciones del pilar P2

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (MPa)	ϵ
4	Ø12	-147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
5	Ø12	0.00	-208.00	+23.52	+0.000118
6	Ø12	147.08	-147.08	+27.22	+0.000136
7	Ø12	208.00	0.00	+36.16	+0.000181
8	Ø12	147.08	147.08	+45.10	+0.000226

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	659.33	0.00	24.44
Cs	32.72	0.00	36.36
T	0.00	0.00	0.00

$$N_{ed} = C_c + C_s - T$$

$$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

$$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$N_{ed} : \underline{692.05} \text{ kN}$$

$$M_{ed,x} : \underline{17.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_c : \underline{659.33} \text{ kN}$$

$$C_s : \underline{32.72} \text{ kN}$$

$$T : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{24.44} \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{36.36} \text{ mm}$$

$$e_T : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0003}$$

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0000}$$

$$\sigma_{cmax} : \underline{4.81} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{smax} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

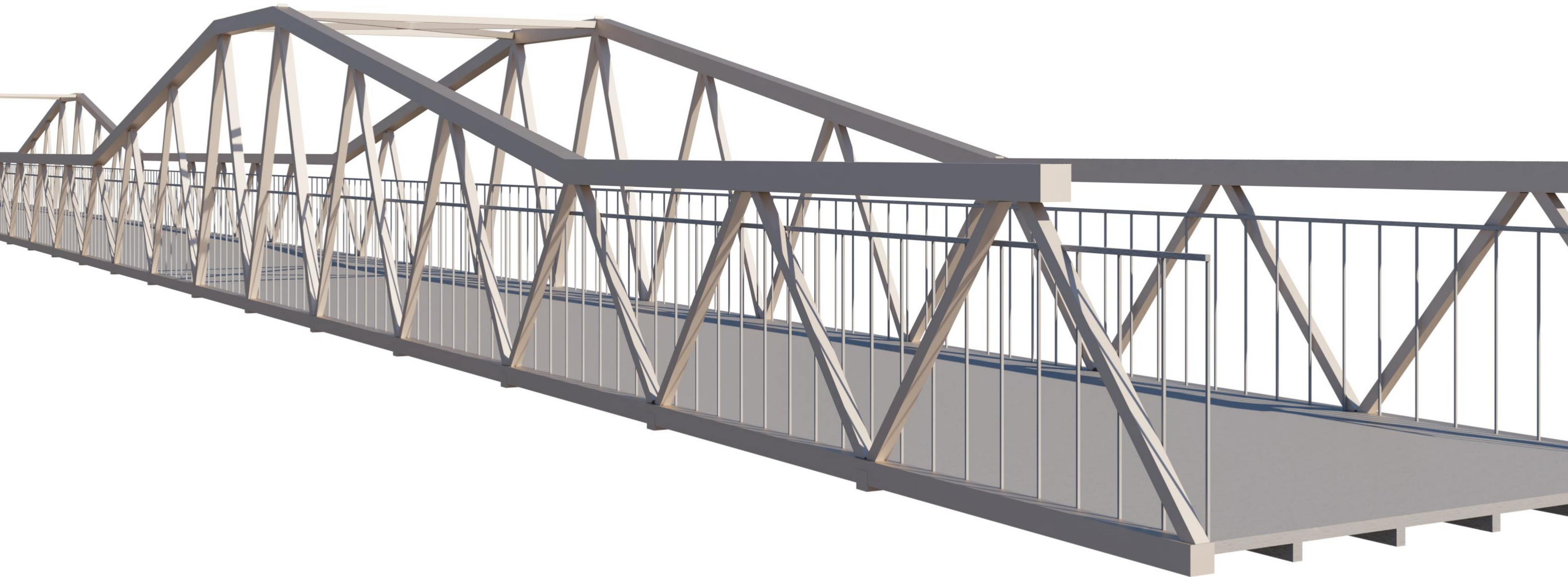
10 APÉNDICE 4. Listado cimentación estribos

Referencia: (P1-P2)		
Dimensiones: 4500 x 1500 x 1200		
Armados: Xi:Ø20c/290 Yi:Ø20c/290 Xs:Ø20c/290 Ys:Ø20c/290		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 0.0626859 MPa	
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.249959 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽⁴⁾ - En dirección Y ⁽⁴⁾ ⁽⁴⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 120.31 kN·m Momento: 42.43 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Tensión tangencial: 0.03 MPa Tensión tangencial: 0.00 MPa	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 80.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 35 cm Calculado: 120 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1: - P2:	Mínimo: 27 cm Calculado: 111 cm Calculado: 111 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Relación máxima momento actuante/momento resistente (En dirección X): 0.25		
- Relación máxima momento actuante/momento resistente (En dirección Y): 0.03		
- Tensión tangencial de agotamiento (En dirección X): 1.35 MPa		
- Tensión tangencial de agotamiento (En dirección Y): 0.00 MPa		



ANEJO 6. PROGRAMA DE TRABAJOS

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)





ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	CONDICIONANTES.....	2
3	ACTIVIDADES	2
4	DIAGRAMA DE GANTT	3

1 OBJETO

El presente anejo tiene como objetivo definir el plazo de ejecución y actividades de la obra de la pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K. 326+900 en el término municipal de Paterna, que une la urbanización de La Cañada con el polígono industrial de La Fuente del Jarro.

Para definir este plazo de ejecución se definirán las distintas fases y actividades de la obra formando el plan de obra, con las diferentes actividades de estas.

2 CONDICIONANTES

Como hemos mencionado en el Anejo de Condicionantes, debemos tener algunos de estos en cuenta a la hora de elaborar el plan de obra.

Para empezar, debemos tener en cuenta que la pasarela se encuentra sobre la autovía A-7, una vía que tiene un elevado índice de ocupación por tanto por tal de no entorpecer y obstaculizar la circulación lo óptimo es colocar la pasarela en horario nocturno que es cuando menos afluencia se produce.

Pese a ello, se optará por conformar la celosía en taller, dividiendo cada vano en dos partes para facilitar su desplazamiento, realizando y posterior ensamblaje cerca de la posición final.

Además, tenemos que tener en cuenta que se va a trabajar 5 días semanales, de lunes a viernes, siendo el horario de trabajo de 8 horas, por lo que se trabajarían 40 horas semanales por trabajador.

Tenemos que tener en cuenta que existe la posibilidad de montar en taller la celosía y trasladarla a obra, teniendo en cuenta que tendremos tramos de 3,2 metros de ancho todos ellos, y de longitud tendremos dos tramos de 15 metros y otros dos de 16,25 metros de largo.

3 ACTIVIDADES

En este apartado del anejo se van a proponer una serie de actividades que conforman el procedimiento de construcción para la pasarela de estudio. Cabe destacar que el procedimiento y las actividades que se van a mencionar están basados en diferentes proyectos con características similares al presente.

La primera fase de la obra va a consistir en un replanteo de los diferentes elementos de la pasarela para verificar la correcta ejecución de estas. A continuación, se tiene que llevar a cabo el plan de gestión de residuos previsto. Y a la finalización de esto se comenzará con la señalización de la obra y de las zonas de acopio de esta.

A continuación, en la segunda fase, se va a comenzar con las obras de las cimentaciones, para ello el primer paso será el desbroce y limpieza de las áreas destinadas a las cimentaciones de las pilas y los estribos a ambos márgenes de la autovía, además se añade la limpieza de la zona de acopio.

La tercera fase consistirá en la excavación de las zanjas de las cimentaciones de las dos pilas y de los estribos, se ha de tener en cuenta que, para esta actividad, y como se ha comentado en el punto anterior, las cimentaciones se encuentran en la terciaria de la autovía, por tanto, se ha de prever dicha afección al tráfico y cortar, en la duración de la actividad de excavación, el tráfico en los dos carriles más próximos a esta. Para ello se van a intentar realizar trabajos nocturnos para intentar disminuir la afección al tráfico. Además, se añadirá en esta fase la colocación de las armaduras y encofrados para el posterior hormigonado. Una vez se acabe todo este proceso, se va a acabar con el descimbrado y relleno de las zanjas y su posterior compactación.

La cuarta fase va a consistir en el armado, encofrado y hormigonado de las dos pilas y los estribos.

La quinta fase va a consistir en la colocación de la pasarela metálica, la cual, se ha dividido en 3 módulos, los módulos 1 y 3 son los extremos de la pasarela y el módulo 2 es el módulo del vano central, el orden de colocación va a ser, primero, colocar los módulos 1 y 3 y a continuación el módulo 2. La celosía previamente se habrá solicitado la construcción a un taller. Todas las medidas de esta se encuentran especificadas entre el anejo de cálculos y en los planos de este trabajo. Una vez construida en taller, se desplazará a la obra y se izará en su posición final. Cabe destacar que para su colocación también va a ser necesaria el corte del tráfico de la A-7 durante el periodo de izado y colocación para evitar posibles accidentes. Para mayor seguridad como se ha comentado en el párrafo anterior, se realizarán los trabajos en horario nocturno, por tanto, se ha de tener en cuenta la colocación de los elementos de iluminación necesarios.

Para el izado de la estructura será necesario el uso de dos grúas teniendo en cuenta la colocación previa de los apeos provisionales, la colocación de neoprenos y en las pilas y los estribos.

La sexta fase es la colocación del pavimento metálico de la pasarela, que como se ha comentado en el anejo de cálculo, donde se ha explicado como es la estructura final. Cuando ya esta colocado se colocaran las barandillas con su cerramiento.

El último paso y séptima fase va a consistir en acabar con los remates y acabados de la pasarela y quitar los elementos auxiliares utilizados para la construcción y/o montaje de la pasarela.

A continuación se van a añadir las tareas mencionadas anteriormente divididas por fases,

- Fase 1. Trabajos previos:
 - o Replanteo y señalización.
- Fase 2. Trabajos previos cimentaciones:
 - o Desbroce y limpieza.
 - o Limpieza zona de copio.
- Fase 3. Cimentaciones:
 - o Excavación cimentaciones.
 - o Traslado residuos a vertedero.
 - o Ejecución zapatas.
- Fase 4. Pilas y estribos:
 - o Encofrado y armado
 - o Hormigonado
 - o Desencofrado
- Fase 5. Pasarela
 - o Fabricación en taller estructura metálica.
 - o Montaje y colocación.
- Fase 4. Pavimiento y equipamientos
 - o Colocación de la chapa
 - o Colocación barandilla

4 DIAGRAMA DE GANTT

A continuación, se propone un plan de obra en forma de Diagrama de Gantt. Se ha de tener en cuenta que el objetivo de este anejo es presentar gráficamente la duración de la obra a partir de la duración de las actividades que se realizan, estas duraciones se han realizado aproximadas, no teniendo en cuenta posibles defectos, atrasos o problemas que pudieran aparecer en la obra, además la duración de los trabajos no es exhaustiva ya que se ha obtenido de otros proyectos con características similares, catálogos de diferentes fabricantes, etc.

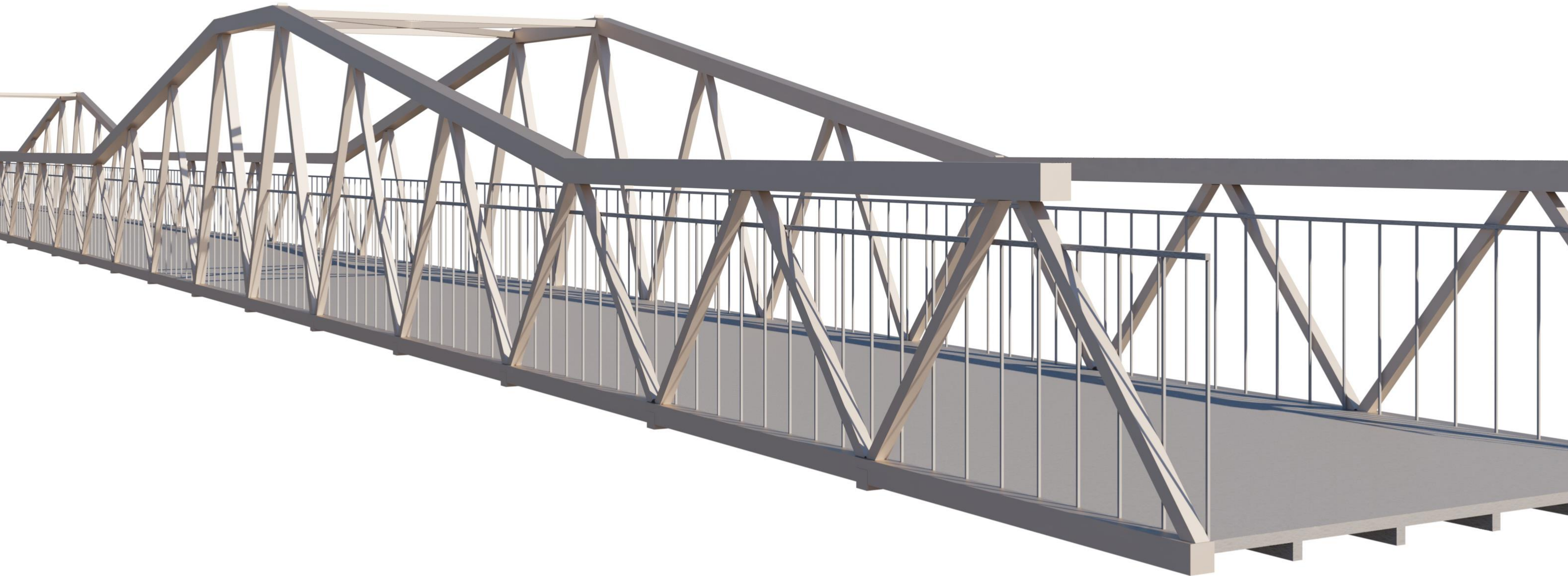
Como se puede ver la duración de las obras tienen un plazo aproximado de 10 semanas, cabe destacar de nuevo, que los plazos para cada actividad son aproximados y están obtenidos de otros proyectos que tienen características similares.

	MES 1				MES 2				MES 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Replanteo	█											
Desbroce, limpieza y señalización		█										
Movimiento de tierras márgenes			█									
Traslado de materiales a vertedero			█									
Excavación cimentaciones pilas				█								
Excavación cimentaciones estribos				█								
Ferrallado cimentaciones					█							
Encofrado cimentaciones					█							
Hormigonado cimentaciones pilas					█							
Hormigonado cimentaciones estribos					█							
Ferrallado pilas						█						
Encofrado pilas						█						
Hormigonado pilas						█						
Ferrallado estribos							█					
Encofrado estribos							█					
Hormigonado estribos							█					
Fabricación en taller		█	█	█	█	█	█					
Transporte a obra								█				
Montaje vanos en obra								█				
Izado y colocación vano 1									█			
Izado y colocación vano 2									█			
Izado y colocación vano 3									█			
Soldadura vanos									█			
Remates y acabados									█			
Retirada										█		



ANEJO 7. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)





ÍNDICE

1. RELACIÓN DEL TFG CON LAS ODS.....2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación TFG con las ODS2

1. Relación del TFG con las ODS

Relación del TFG “Estudio básico de una pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K.326+900. T.M. de Paterna” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

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

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

Tabla 1. Relación TFG con las ODS

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

El trabajo de fin de grado que se desarrolla en el presente documento, nos define las obras, alternativas y procedimientos necesarios para la construcción de una pasarela peatonal entre la localidad de La Cañada y el polígono industrial Fuente del Jarro, en el término municipal de Paterna, ya que estos se encuentran separados por la autovía A-7.

El objetivo de la pasarela es continuar con el itinerario ciclo-peatonal entre los dos puntos ya citados ayudando así al cruce de peatones y de ciclistas de un lado de la autovía a otro. Eliminando así el problema que se encuentra en el paso superior ya existente con uso para vehículos, ya que este es utilizado por peatones y ciclistas a la vez que por vehículos, por tanto la seguridad tanto de peatones como de ciclistas se ve mermada por este hecho.

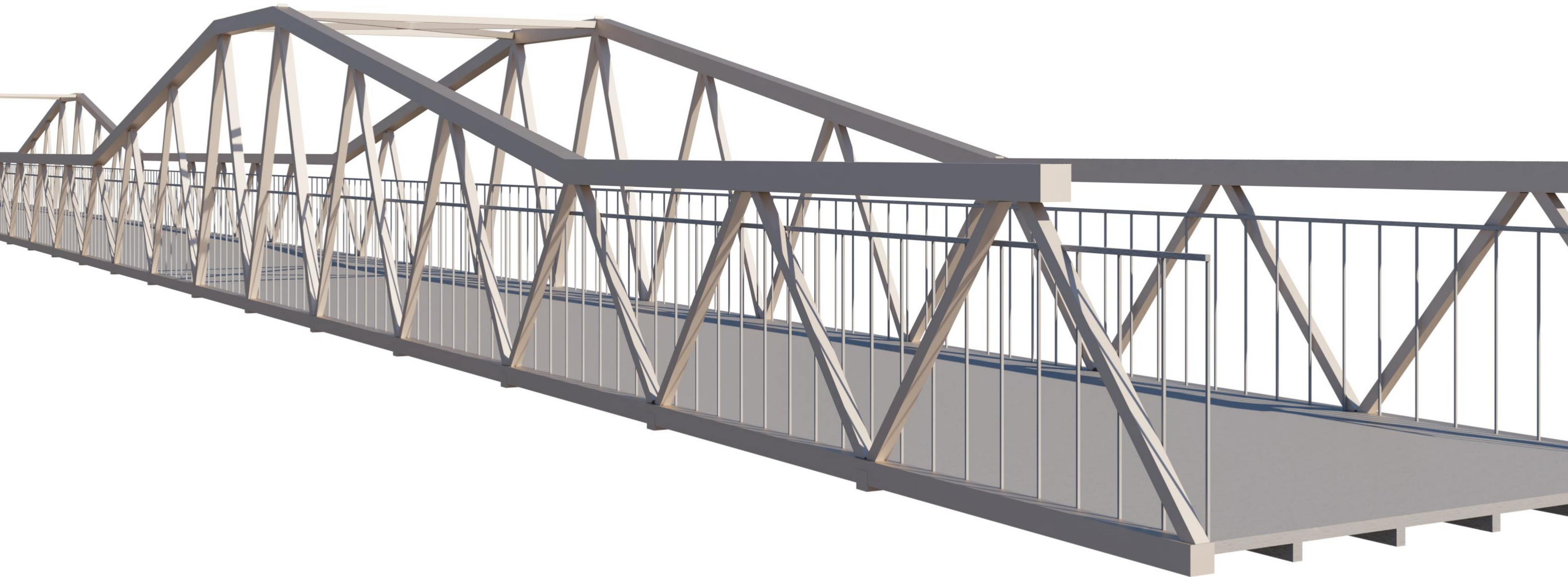
Cabe destacar que estamos atravesando unos tiempos en los que se potencia el uso de modos de movilidad sostenible, por tanto esto se puede llevar a cabo con las infraestructuras necesarias, estas tienen que ser capaces de conectar el máximo de lugares posibles, incentivando lo que se ha comentado anteriormente, el transporte sostenible. En este caso la pasarela utilizada por peatones y por ciclistas hace que esta sea una infraestructura que cumpla lo comentado anteriormente.

Podemos añadir que la pasarela de estudio al dar continuidad ciclo-peatonal nos permite comunicar la zona de La Cañada directamente con la localidad de Paterna con apenas 3 kilómetros, por tanto, puede favorecer al uso de la bicicleta para estos recorridos de pequeña distancia.



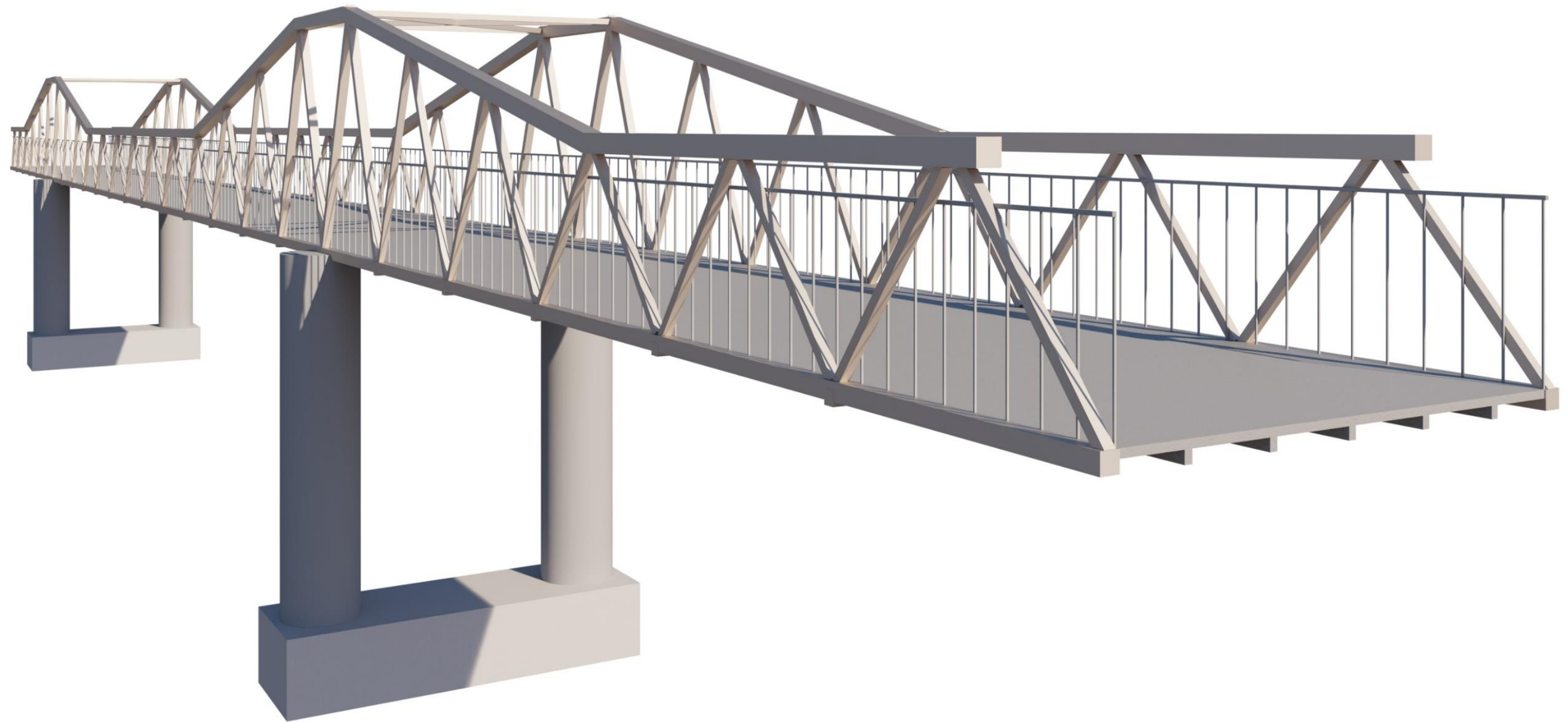
ANEJO 8. INFOGRAFÍA

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)





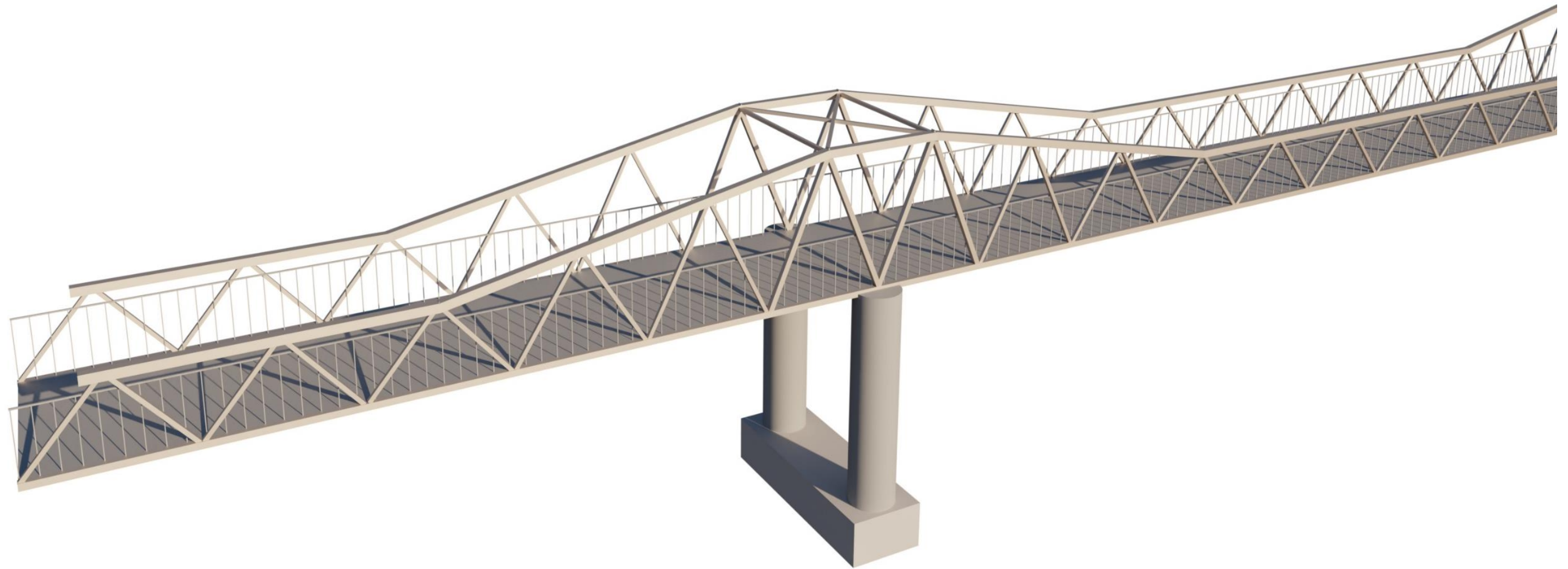














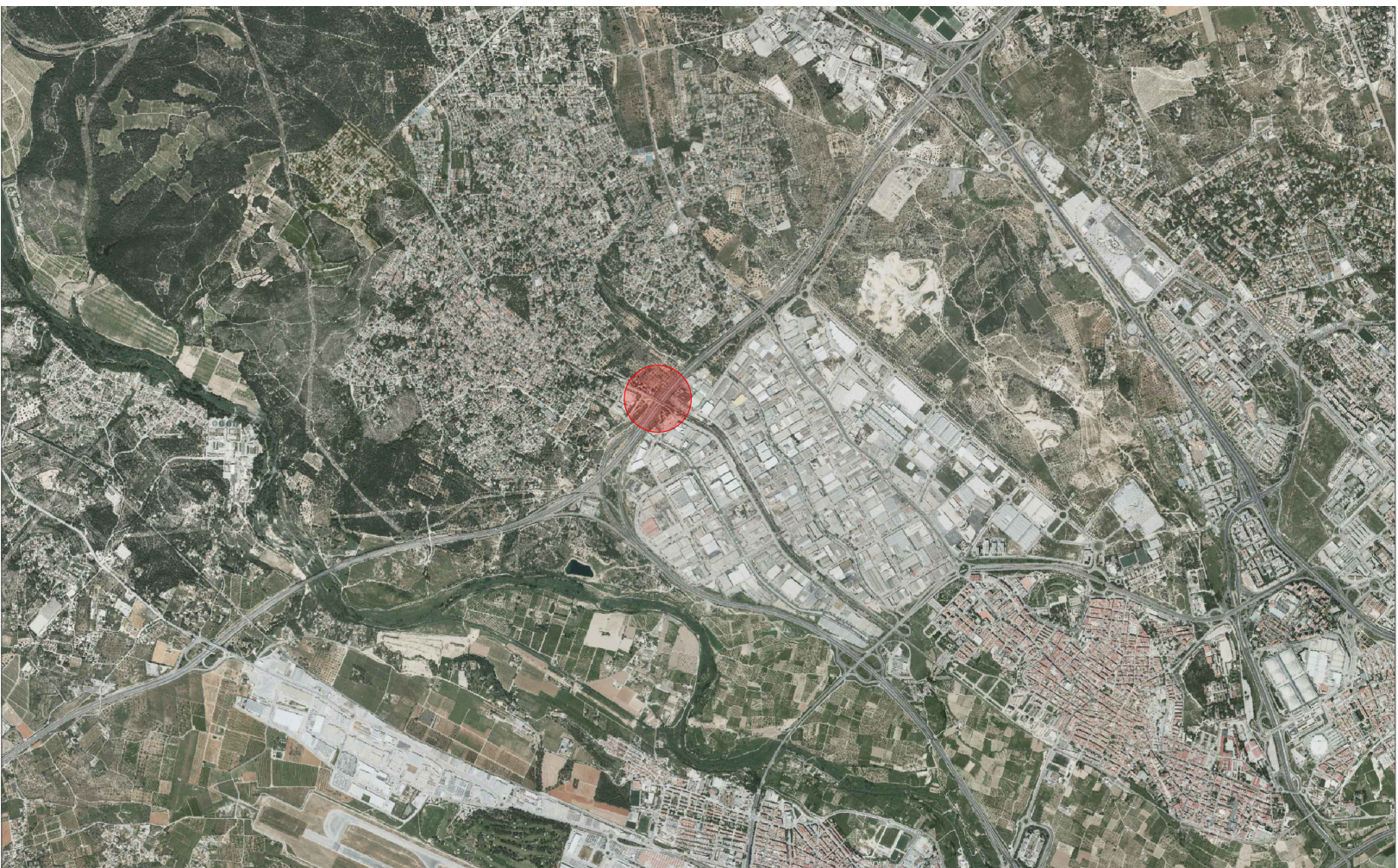
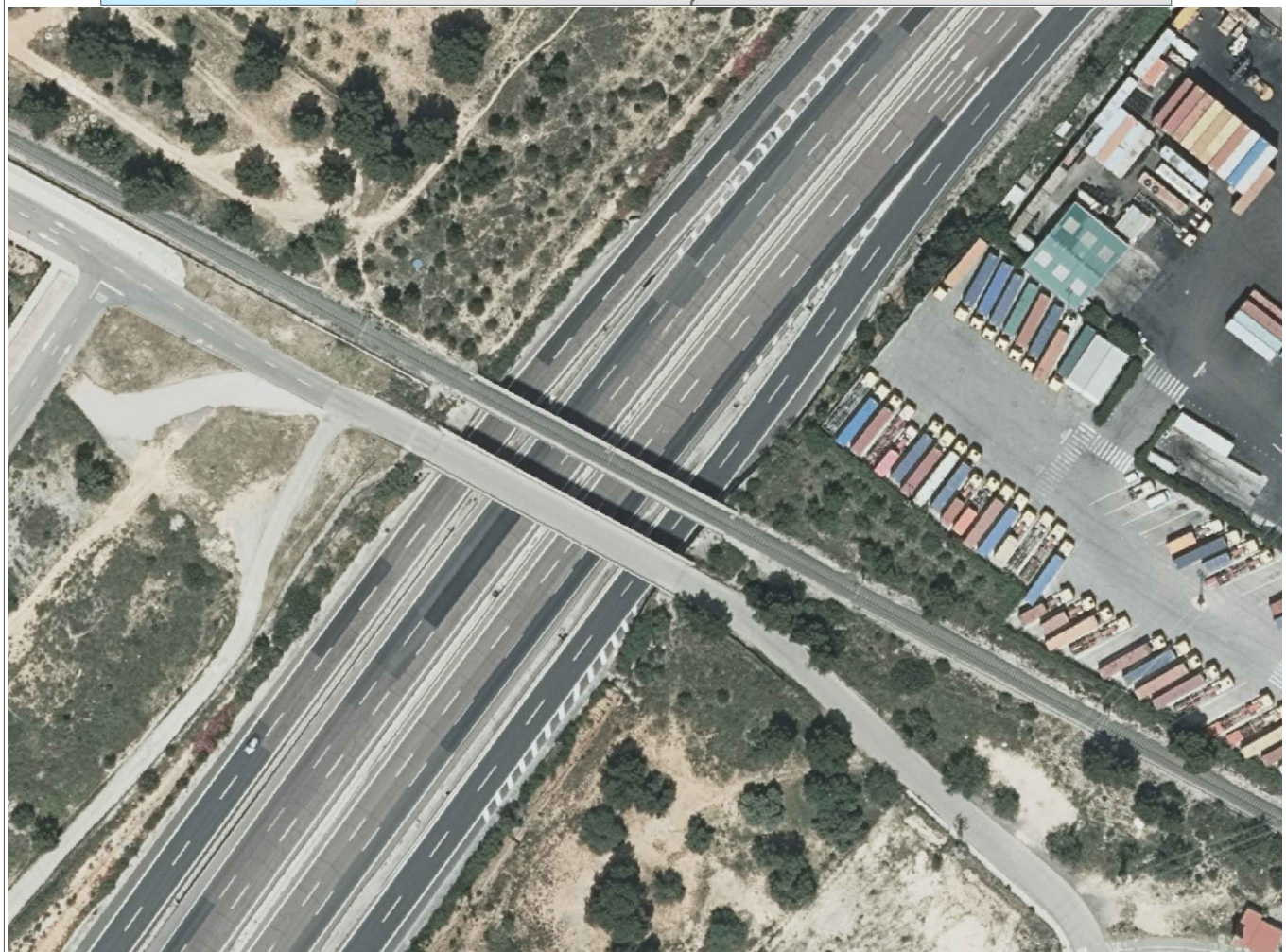
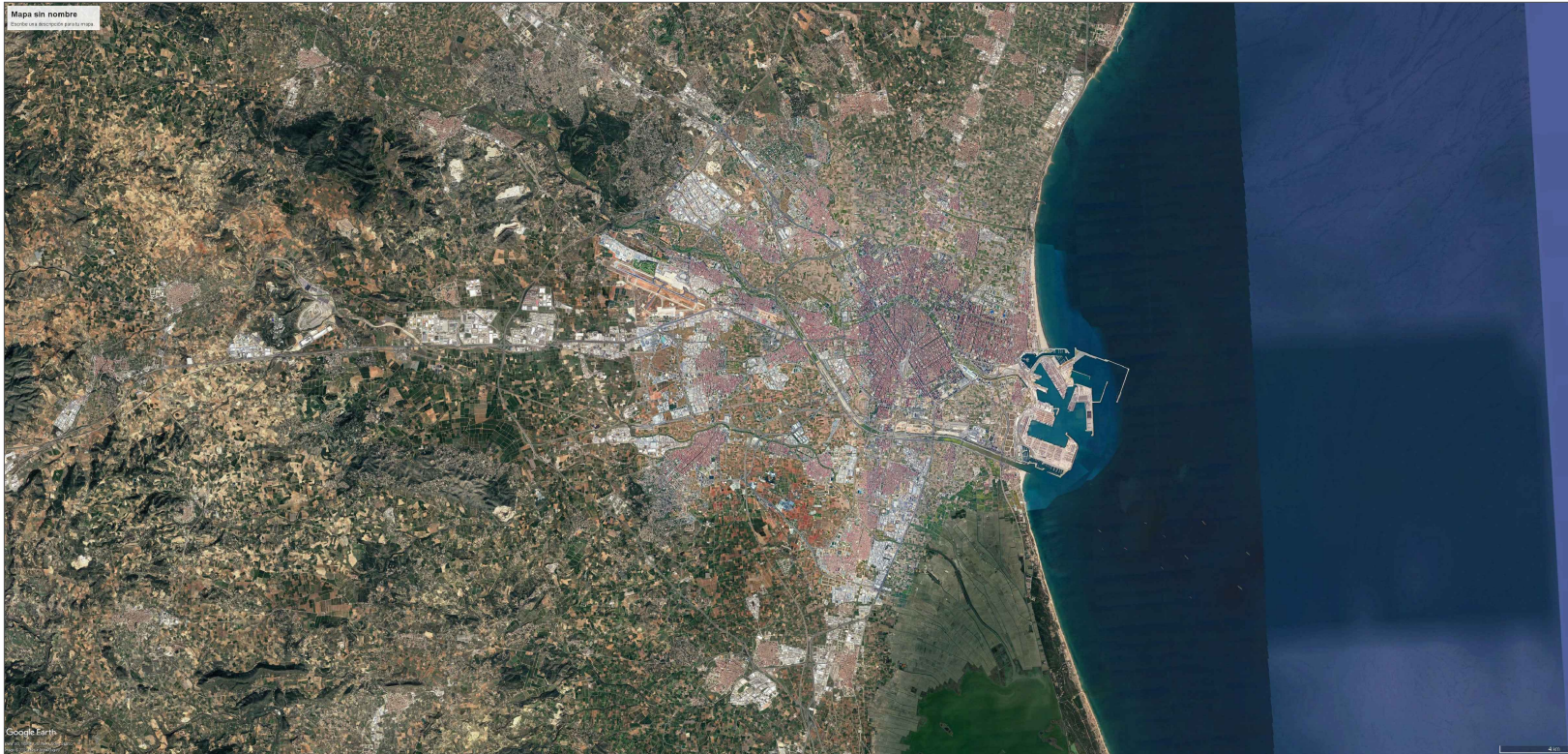
Documento 3. Planos

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)



ÍNDICE

1. LOCALIZACIÓN	2
2. TOPOGRAFÍA	3
3. EMPLAZAMIENTO.....	4
4. ACCESOS	5
5. ALZADO.....	6
6. PERFILES	7
7. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	8
8. DETALLES	9
9. SECCIÓN TRANSVERSAL PILA.....	10
10. CIMENTACIÓN PILAS	11
11. CIMENTACIÓN ESTRIBOS.....	12
12. PILAS	13
13. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	14



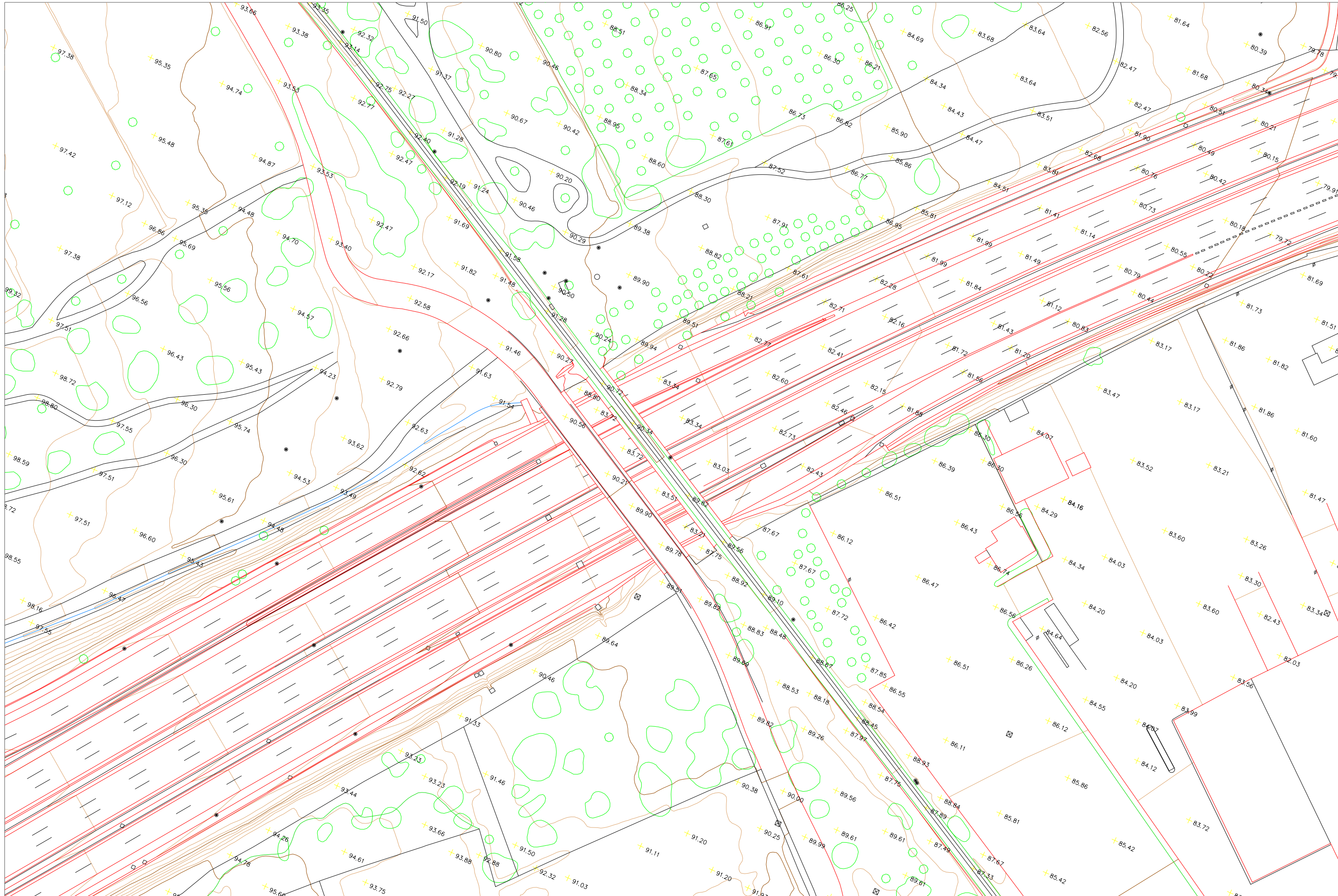
CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: LOCALIZACIÓN
 Autor: Campos Collados, Jorge

Fecha: Diciembre 2021
 Escala: Varias escalas

Nº Plano: 01



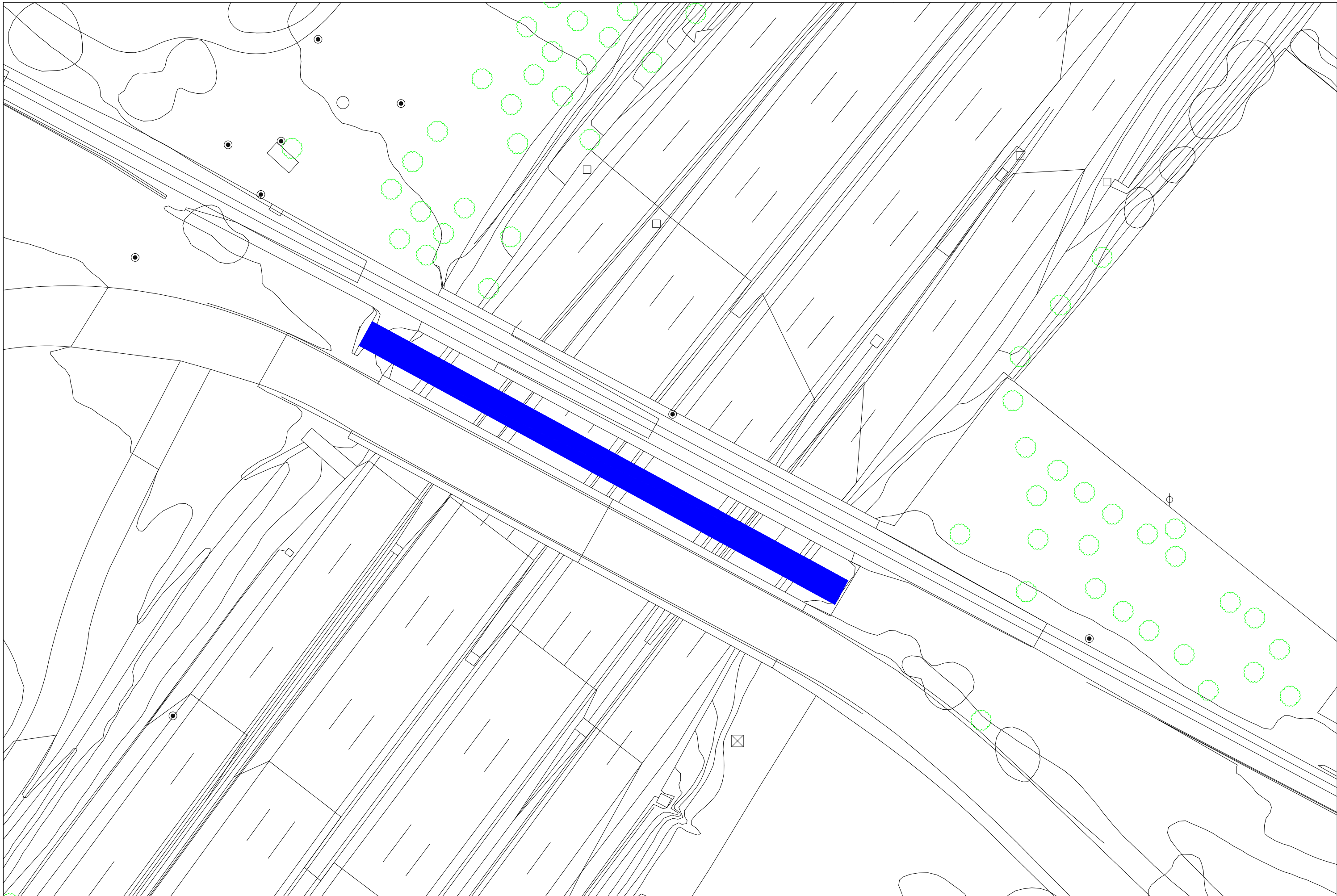
CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: **TOPOGRAFÍA**
 Autor: Campos Collados, Jorge

Fecha: Diciembre 2021
 Escala: 1:1000

Nº Plano: **02**



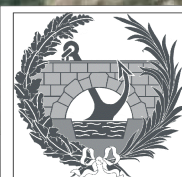
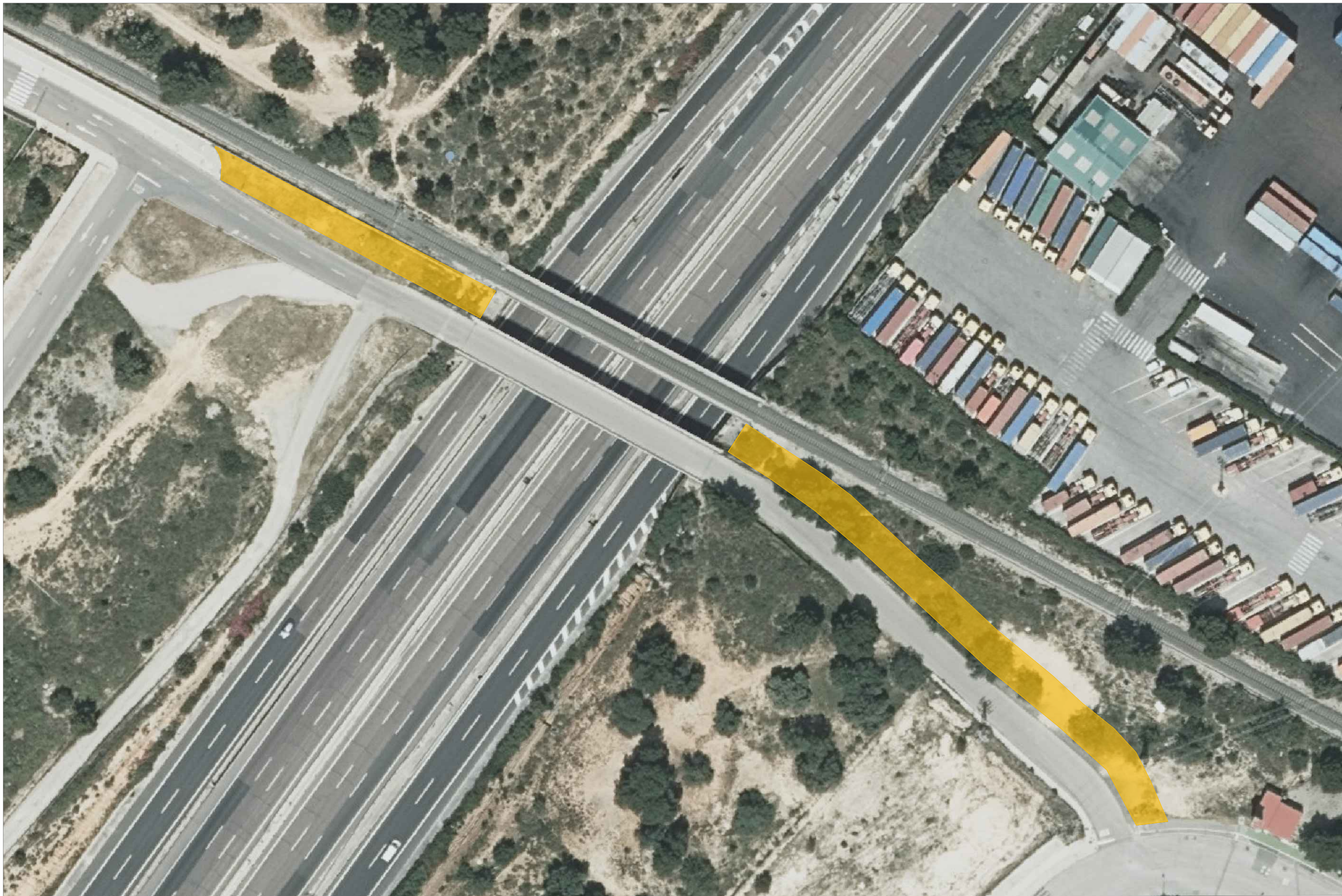
CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: **EMPLAZAMIENTO**
 Autor: Campos Collados, Jorge
 Firma:

Fecha: Diciembre 2021
 Escala: 1:1000

Nº Plano: **03**



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE CAMINOS
CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto:

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA
PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7,
P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano:

ACCESOS

Autor:

Campos Collados, Jorge

Firma:

Fecha:

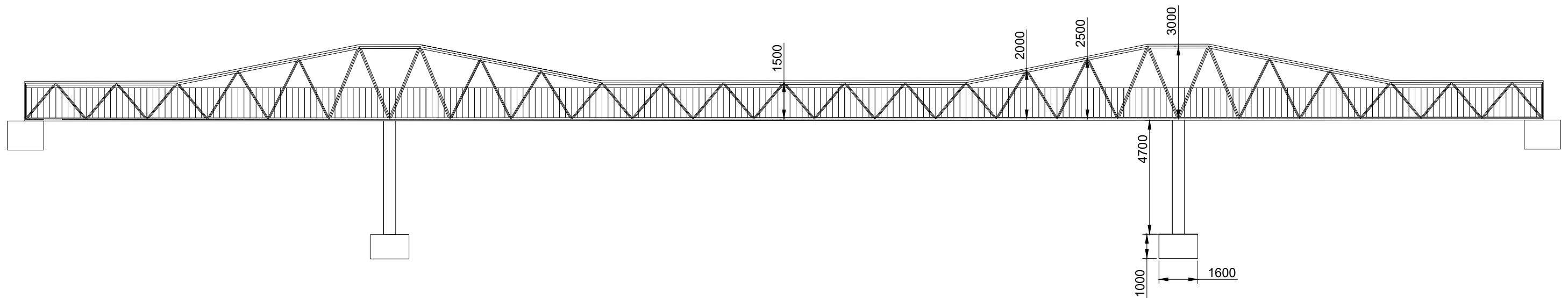
Diciembre 2021

Escala:

Varias
escalas

Nº Plano:

04



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: ALZADO

Autor: Campos Collados, Jorge

Firma:

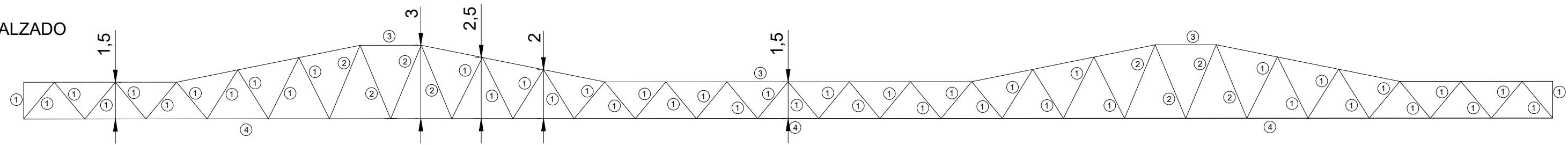
Fecha: Diciembre 2021

Escala: 1:150

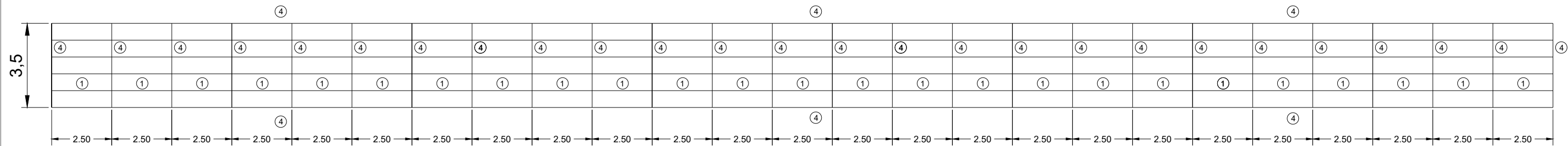
Nº Plano:

05

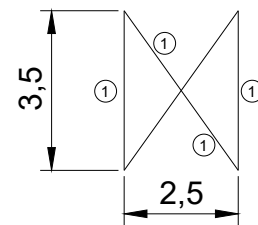
ALZADO



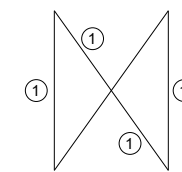
NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR



Escala 1:150

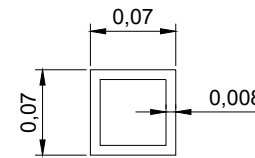


Escala 1:10

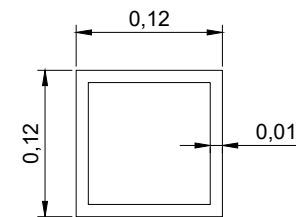
Leyenda:

- ① 70x70x8 DIAGONALES CORTAS , ARRIOSTRAMIENTOS SUPERIORES Y VIGUETAS
- ② 100x100x10 DIAGONALES LARGAS
- ③ 160x160x14.2 CORDÓN SUPERIOR
- ④ 120x120x10 CORDÓN INFERIOR Y TRANSVERSALES INFERIORES

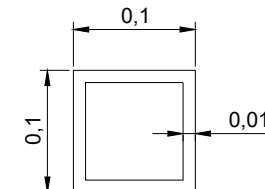
DIAGONALES CORTAS ,
ARRIOSTRAMIENTOS
SUPERIORES Y VIGUETAS



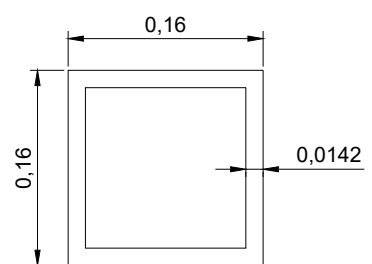
DIAGONALES
LARGAS



CORDÓN INFERIOR Y
TRANSVERSALES
INFERIORES



CORDÓN
SUPERIOR



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE CAMINOS
CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto:
ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA
PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7,
P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano:
PERFILES

Autor:
Campos Collados, Jorge

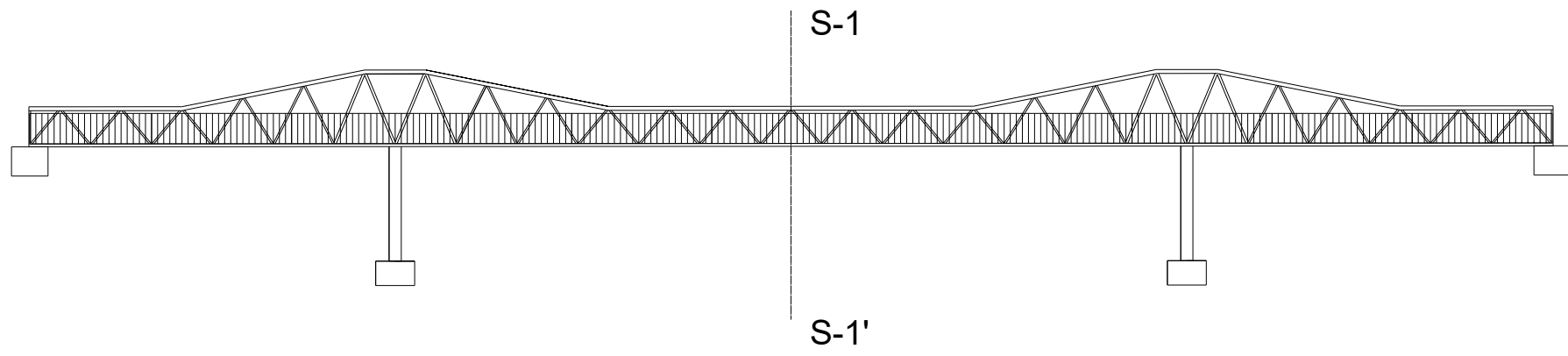
Firma:

Fecha:
Diciembre 2021

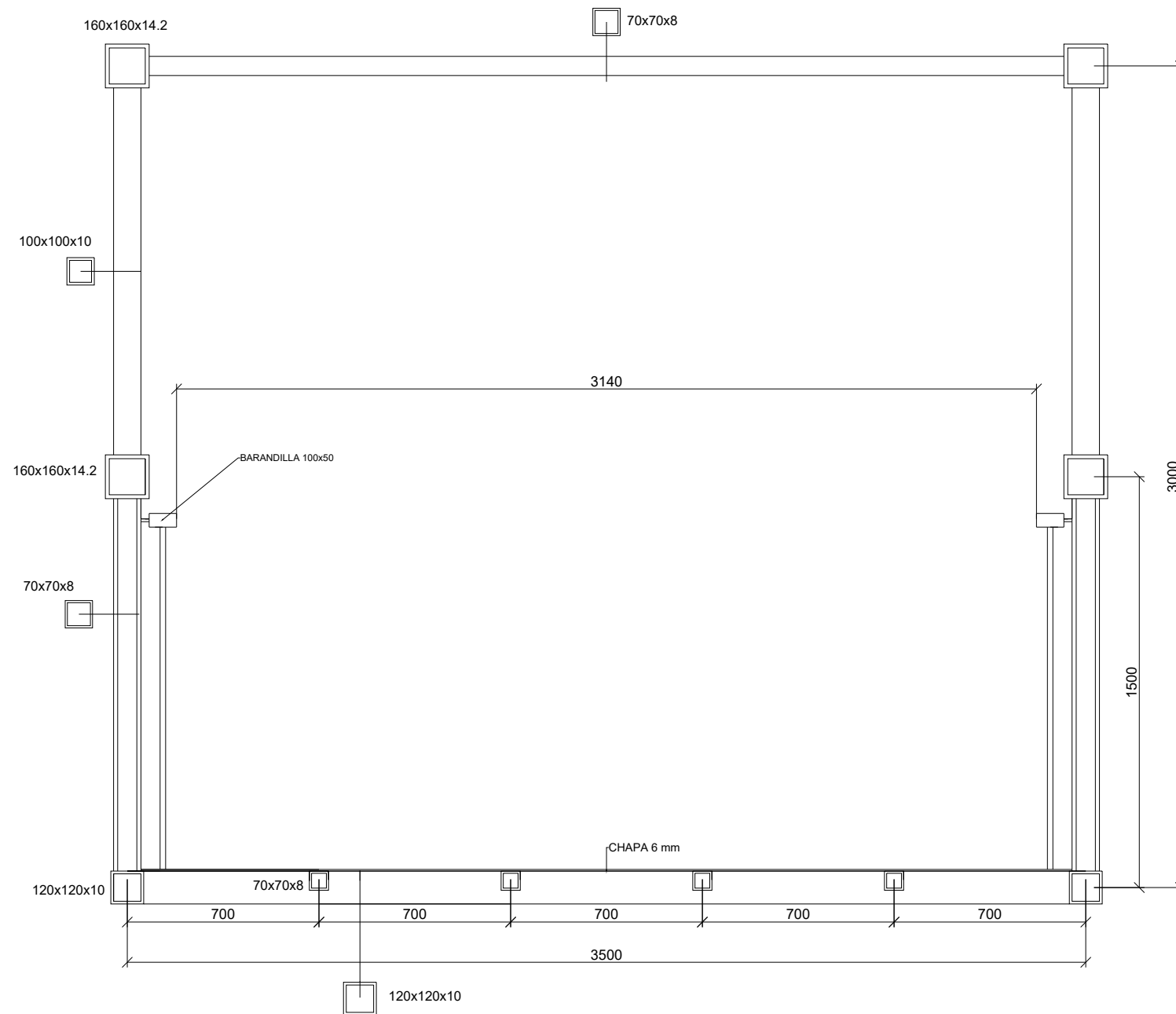
Escala:
Varias
escalas

Nº Plano:

06



Sección 1-1'



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

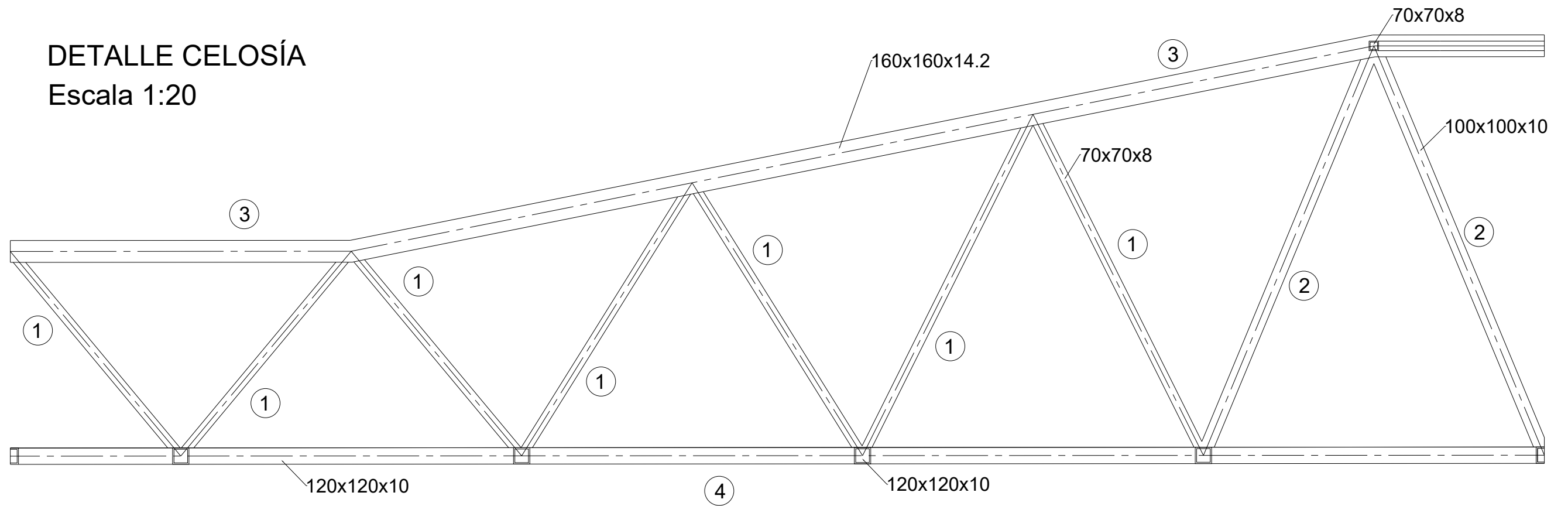
Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: SECCION TRANSVERSAL
 Autor: Campos Collados, Jorge
 Firma:

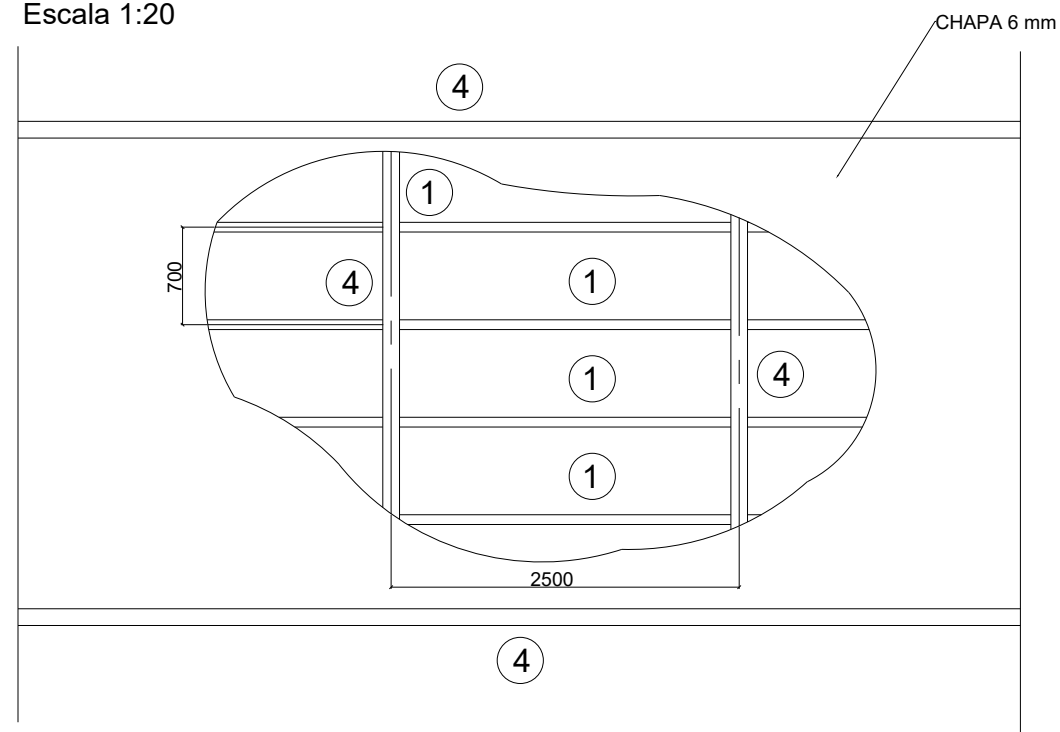
Fecha: Diciembre 2021
 Escala: 1:20

Nº Plano: 07

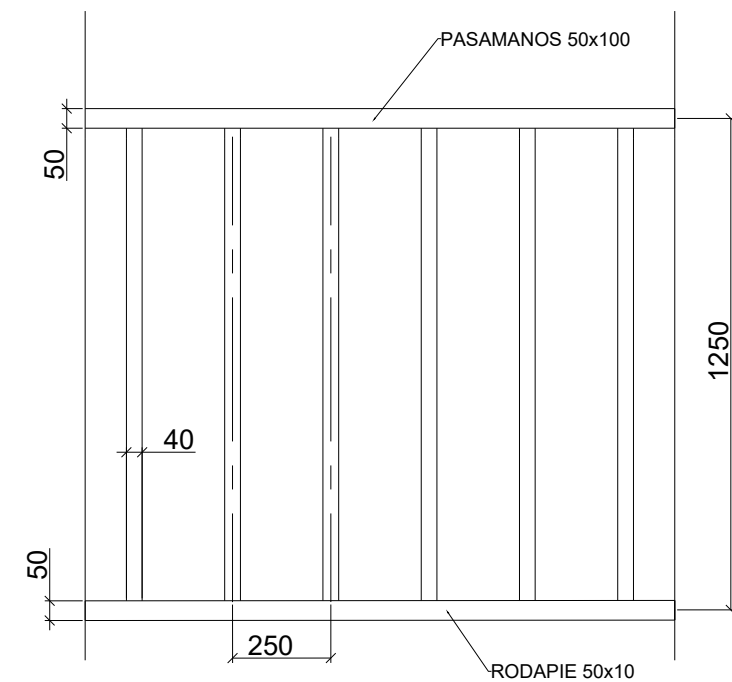
DETALLE CELOSÍA
Escala 1:20



DETALLE PISO
Escala 1:20



DETALLE BARANDILLA
Escala 1:15



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: **DETALLES**

Autor: Campos Collados, Jorge

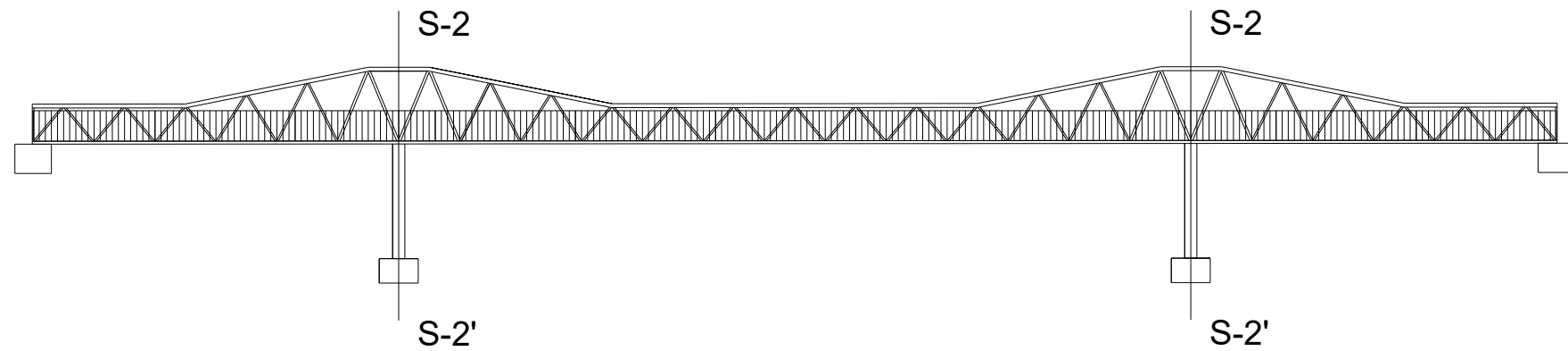
Firma:

Fecha: Diciembre 2021

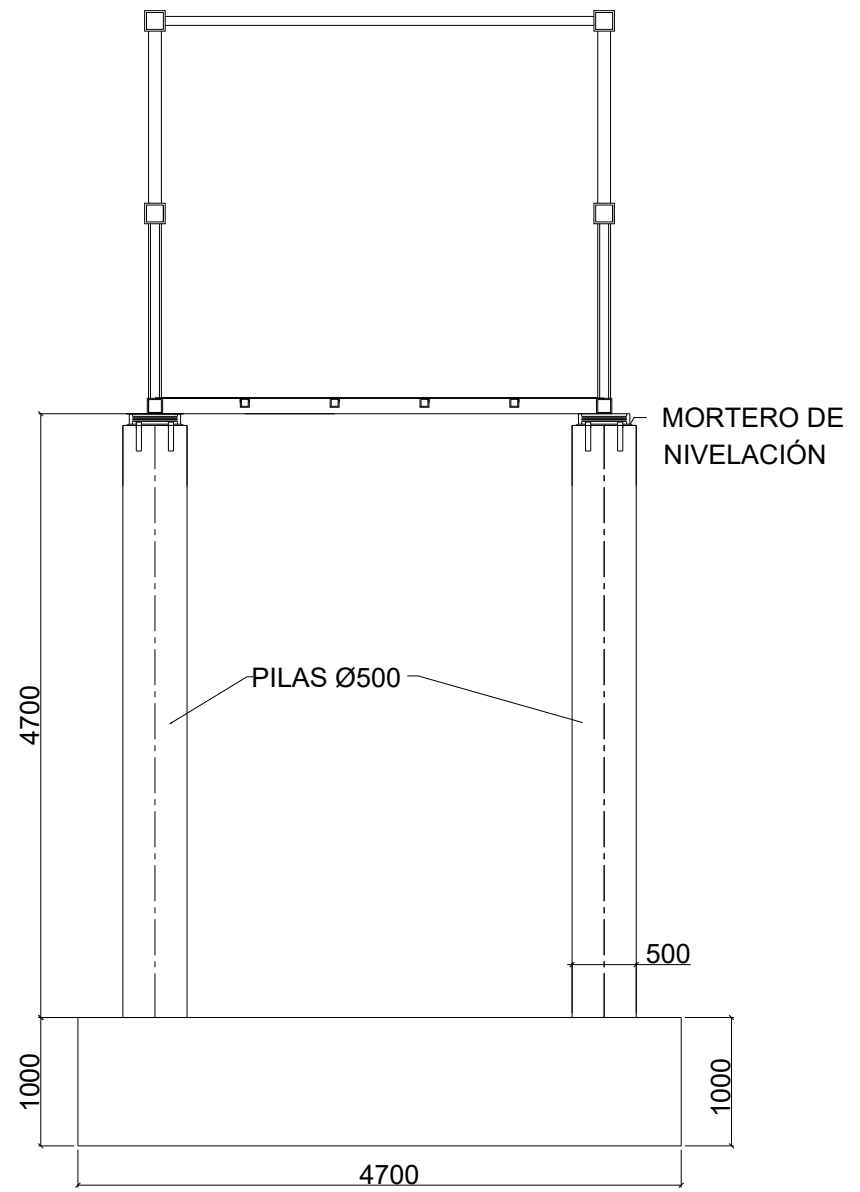
Escala: Varias escalas

Nº Plano:

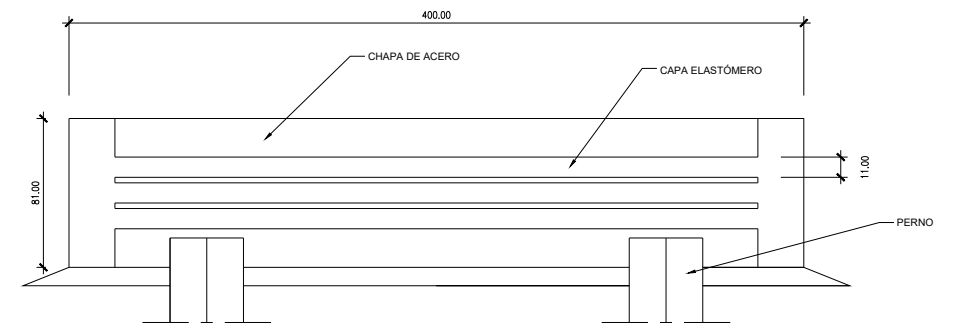
08



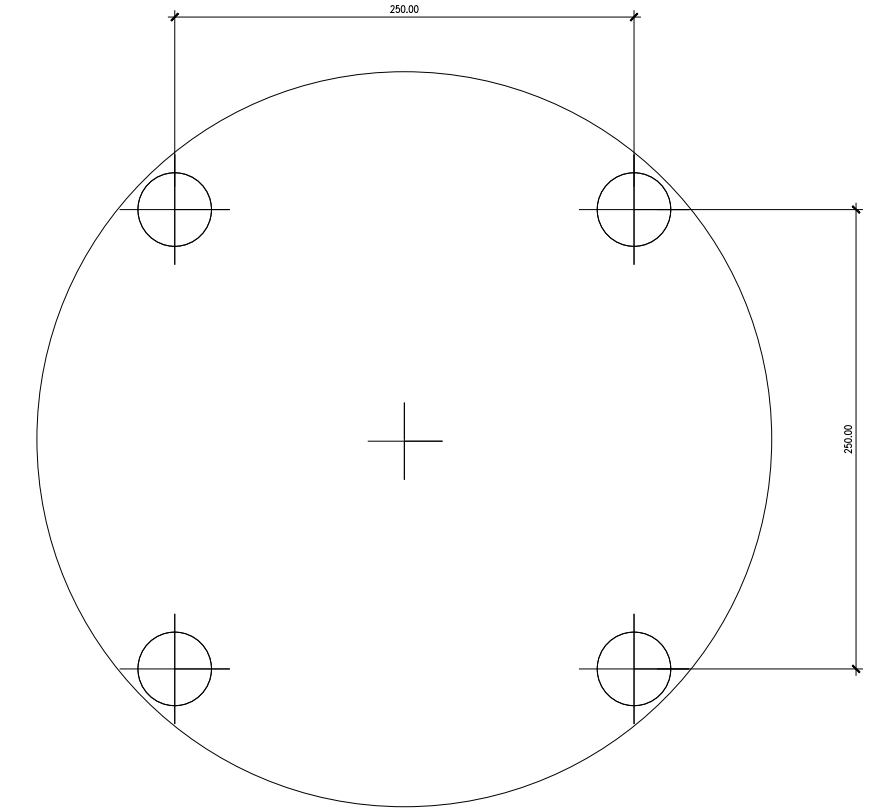
Sección 2-2'
Escala 1:30



DETALLE APOYO ELASTÓMERO - ALZADO
Escala 1:10



DETALLE APOYO ELASTÓMERO - PLANTA
Escala 1:10



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: SECCIÓN TRANSVERSAL PILAS
Autor: Campos Collados, Jorge
Firma:

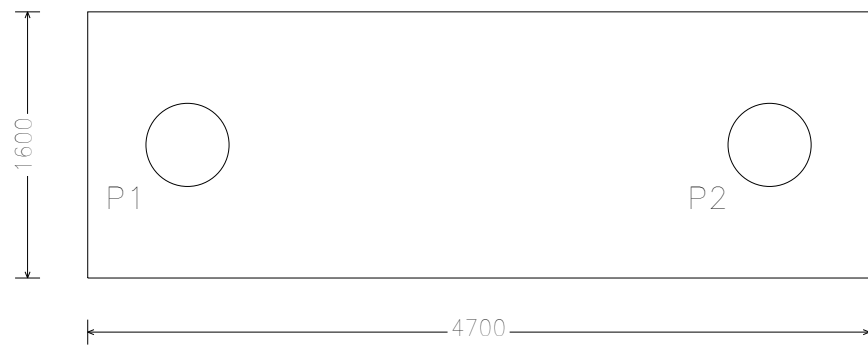
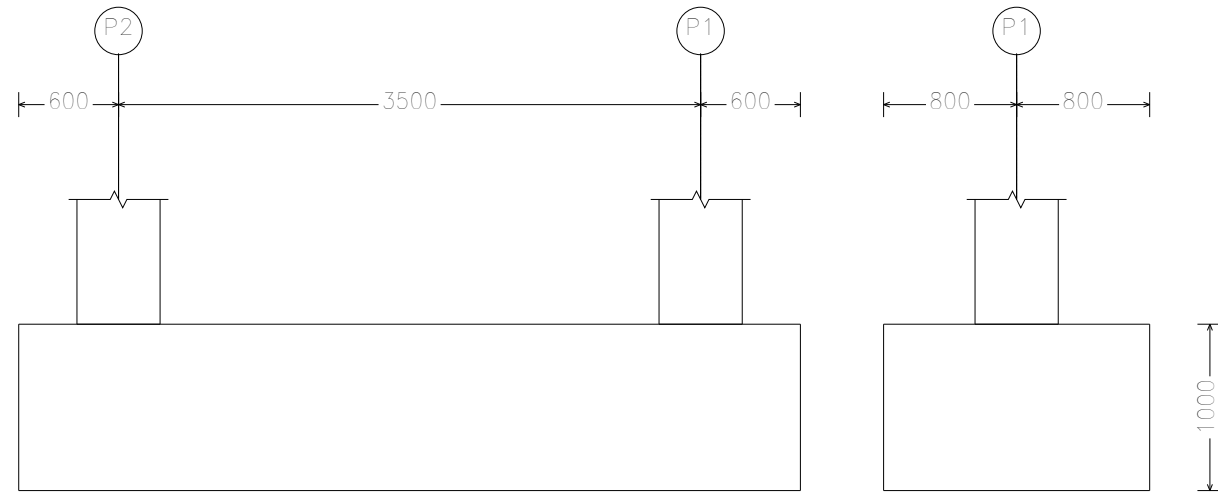
Fecha: Diciembre 2021
Escala: Varias escalas

Nº Plano: 09

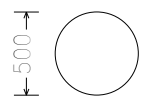
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Escala 1:20

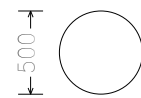
(P1-P2)



P1



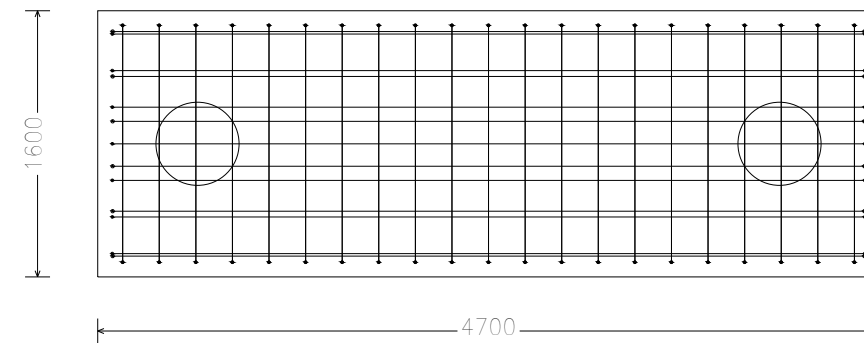
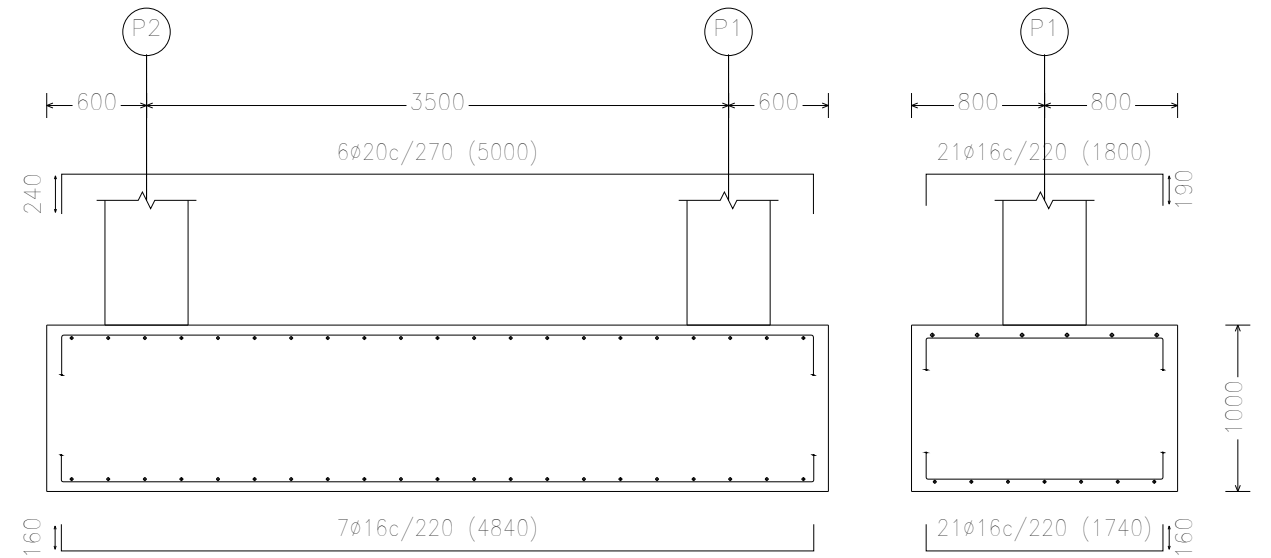
P2



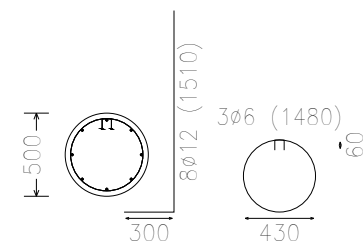
ARMADOS

Escala 1:20

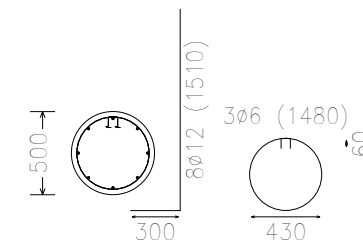
(P1-P2)



P1



P2



CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (mm)	Canto (mm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
(P1-P2)	4700x1600	1000	7ø16c/220	21ø16c/220	6ø20c/270	21ø16c/220



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto:

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano:

CIMENTACIONES PILAS

Autor:

Campos Collados, Jorge

Firma:

Fecha:

Diciembre 2021

Escala:

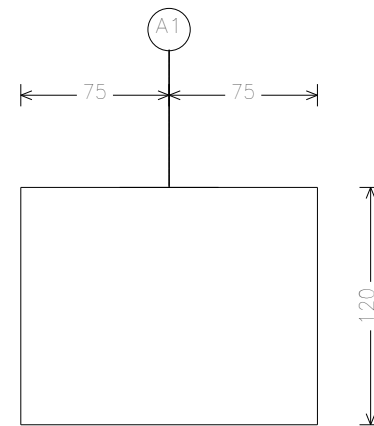
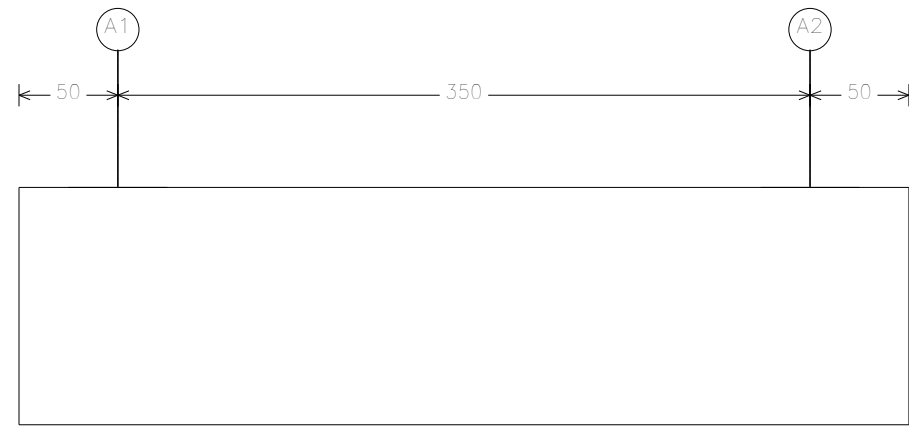
1:20

Nº Plano:

10

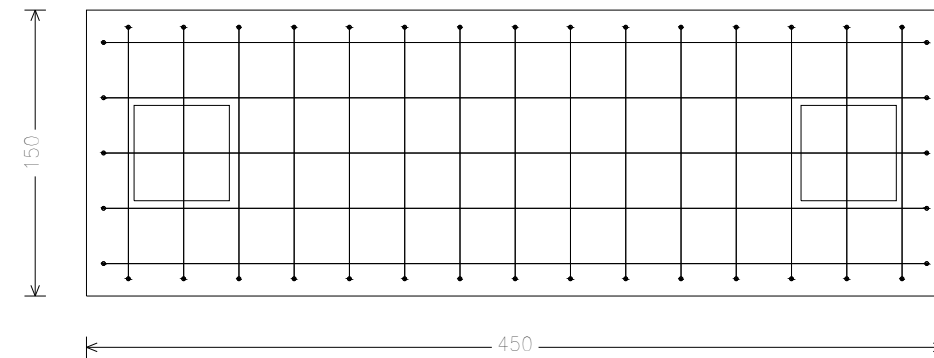
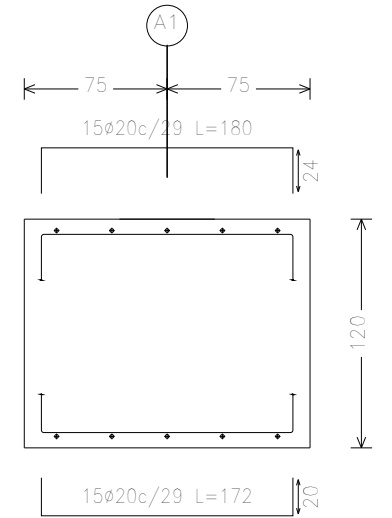
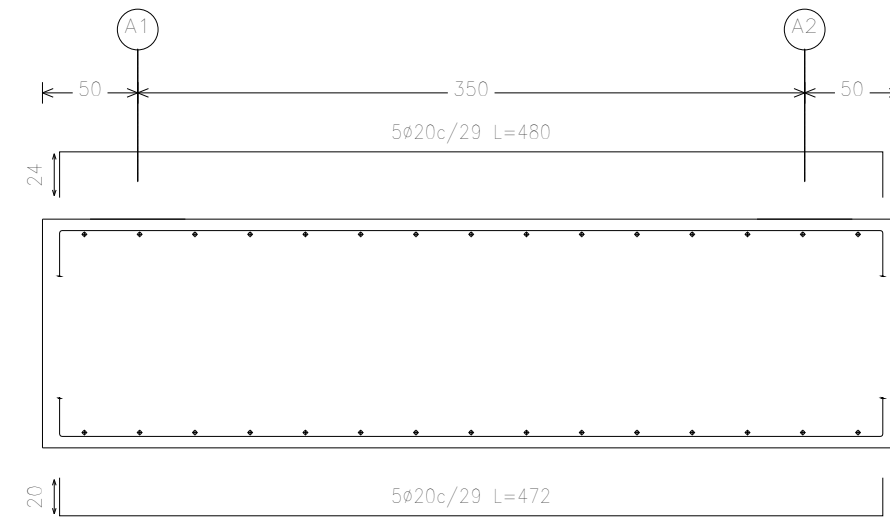
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Escala 1:20

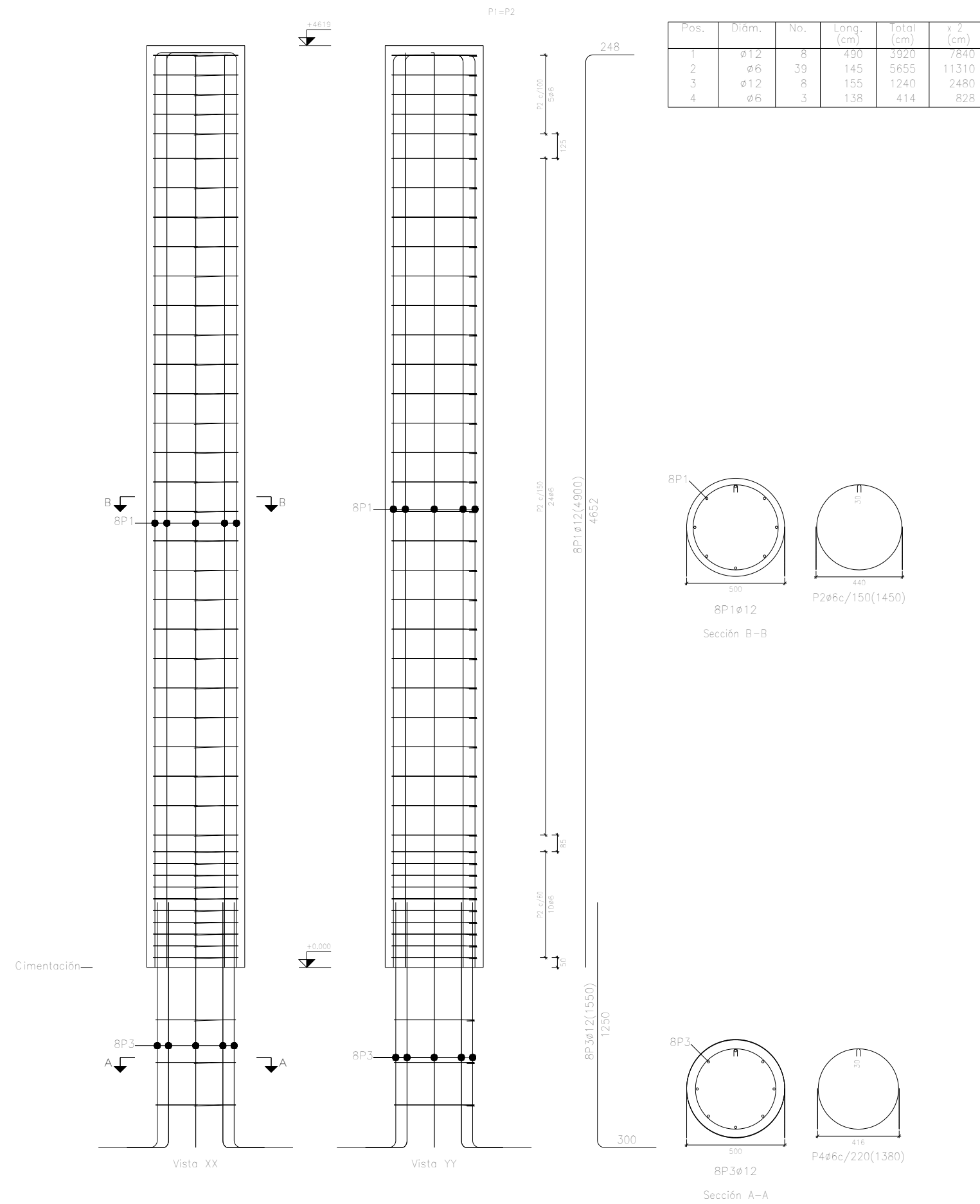


ARMADOS

Escala 1:20



Escala 1:30



CAMINOS ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto: ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano: ALZADO PILAS

Autor: Campos Collados, Jorge

Firma:

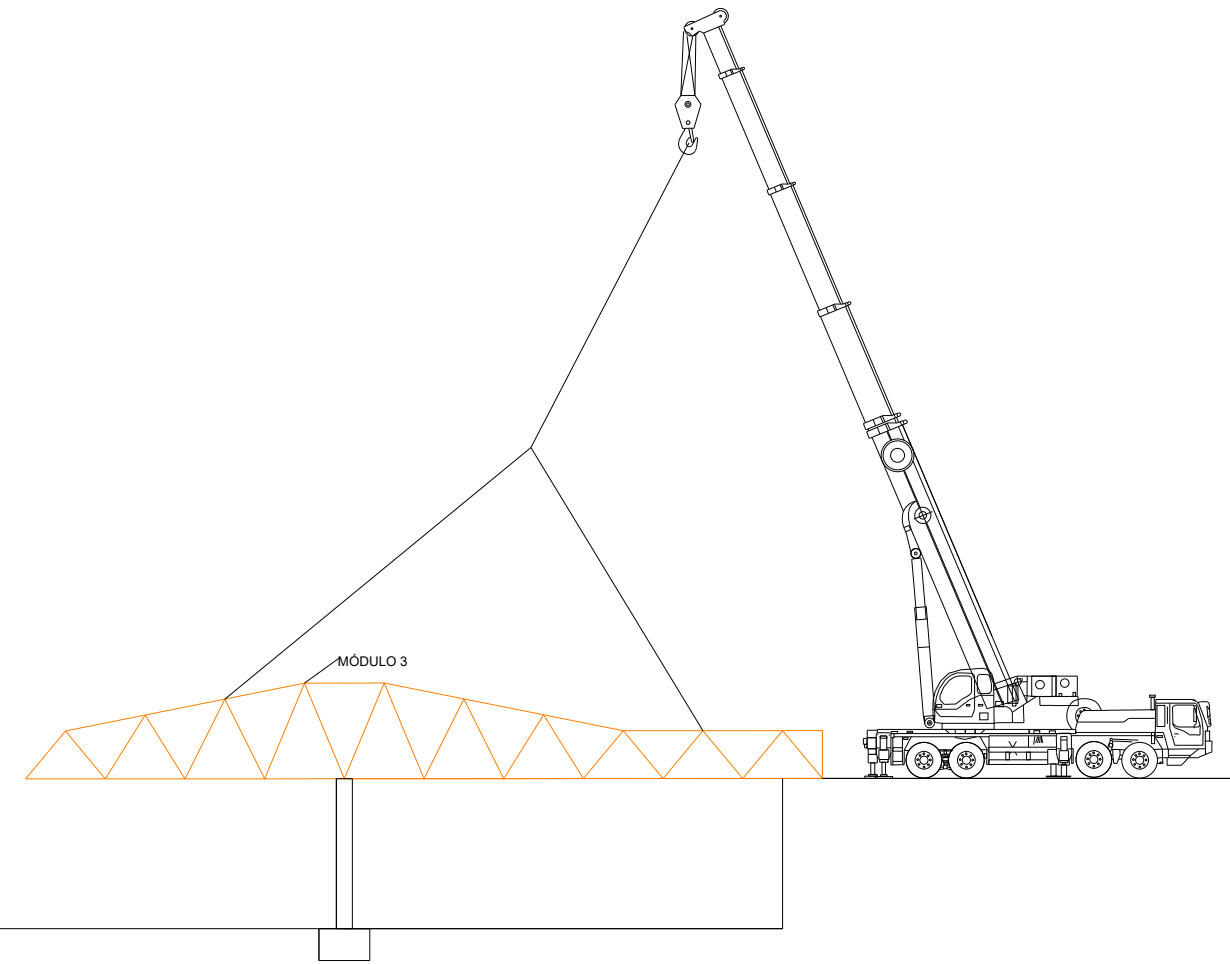
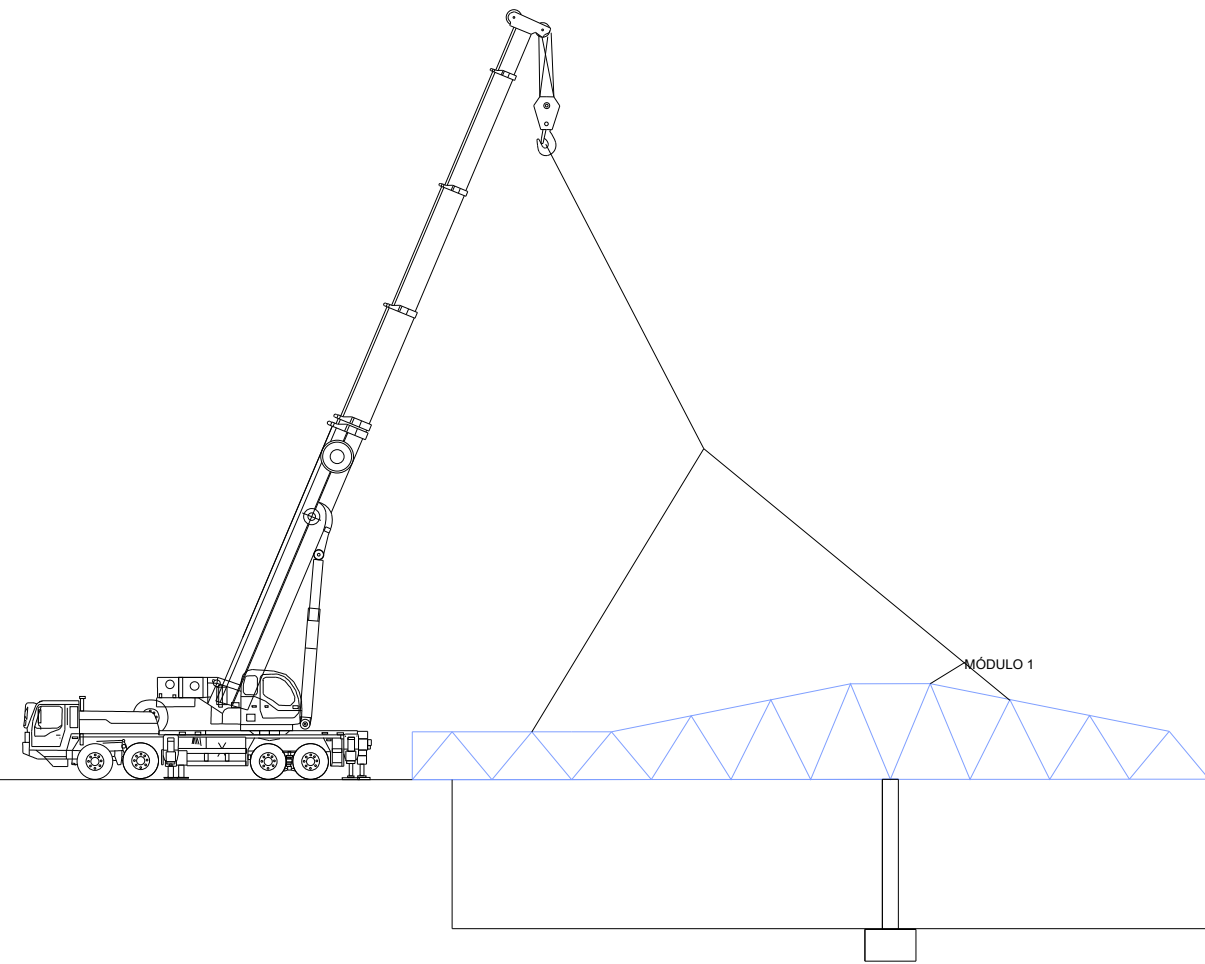
Fecha: Diciembre 2021

Escala: 1:30

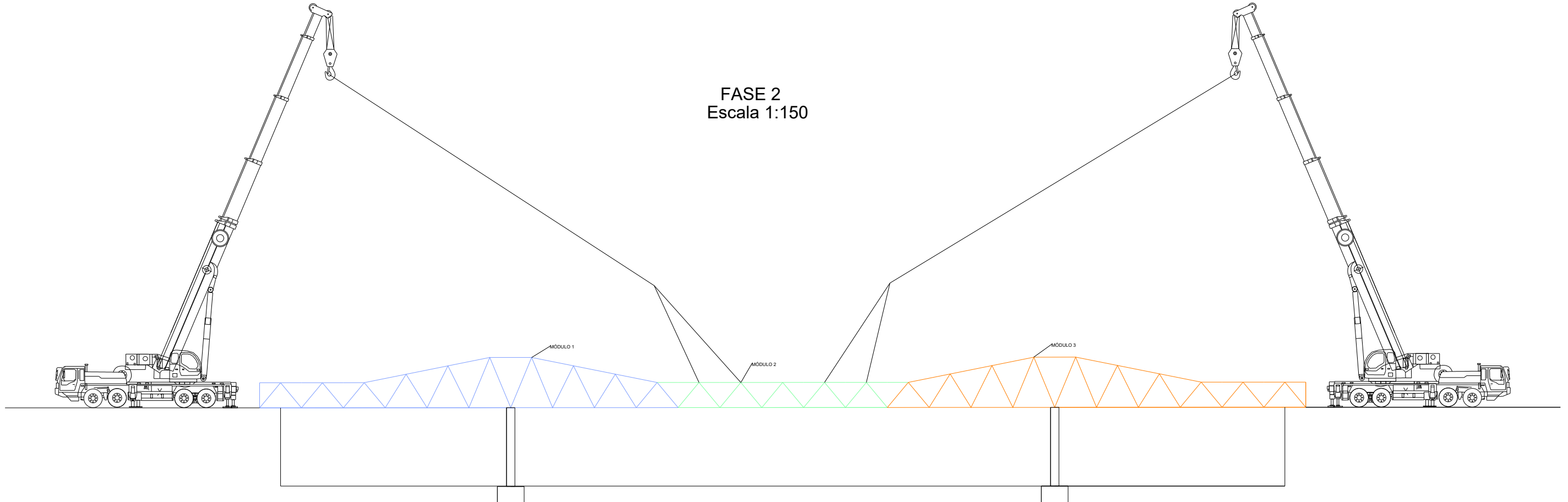
Nº Plano:

12

FASE 1
Escala 1:150



FASE 2
Escala 1:150



CAMINOS
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE CAMINOS
CANALES Y PUERTOS
COMPROMETIDA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Proyecto:
ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA
PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7,
P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA

Plano:
PROCESO CONSTRUCTIVO

Autor:
Campos Collados, Jorge

Firma:

Fecha:
Diciembre 2021

Escala:
1:150

Nº Plano:

13



Documento 3. Valoración económica

ESTUDIO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVÍA A-7, P.K. 326+900. T.M. DE PATERNA (VALENCIA)



ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	UNIDADES DE OBRA.....	2
2.1	MEDICIONES	2
2.1.1	CAPÍTULO 1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	2
2.1.2	CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES	3
2.1.3	CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURAS.....	4
2.1.4	CAPÍTULO 4. PASARELA	4
2.1.5	CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES	5
2.1.6	CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS.....	5
2.1.7	CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD	6
2.2	CUADRO DE PRECIOS 1.....	7
2.2.1	CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	7
2.2.2	CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES	7
2.2.3	CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURA.....	8
2.2.4	CAPÍTULO 4. PASARELA	9
2.2.5	CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES	9
2.2.6	CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS.....	10
2.2.7	CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD	10
2.3	PRESUPUESTOS PARCIALES.....	11
2.3.1	CAPÍTULO 1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	11
2.3.2	CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES	11
2.3.3	CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURA.....	12
2.3.4	CAPÍTULO 4. PASARELA	13
2.3.5	CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES	13
2.3.6	CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS.....	14
2.3.7	CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD	14
3	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	15
4	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	15

1 OBJETO

El presente documento tiene como objeto indicar y justificar aproximadamente el presupuesto previsto para la correcta ejecución de la Pasarela peatonal sobre la autovía A-7, P.K 326 +900. T.M. de Paterna. En el presente documento de valoración económica únicamente se van a tener en cuenta las unidades de obra más relevantes, las que están relacionadas con la estructura y parte de la subestructura.

El desarrollo del documento es:

- Unidades de obra y mediciones.
- Cuadro de precios.
- Presupuestos parciales.
- Presupuestos generales (PEM y PBL)

2 UNIDADES DE OBRA

A continuación, se presenta una relación de las distintas unidades de obra consideradas en este proyecto, presentadas en forma de capítulos:

- CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS
- CAPITULO 2: CIMENTACIONES
 - PILAS
 - ESTRIBOS
- CAPÍTULO 3: SUBESTRUCTURAS
 - PILAS
- CAPITULO 4: PASARELA
- CAPITULO 5: TAREAS FINALES
- CAPITULO 6: EQUIPAMIENTOS
- CAPITULO 7: SEGURIDAD Y SALUD

2.1 MEDICIONES

2.1.1 CAPÍTULO 1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
UO1	m2	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.	15,00	20,00	0,10	1,00	30,00
UO2	m3	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS.	15,00	20,00	0,10	1,00	30,00
UO3	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO O A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	4,70	1,60	1,00	4,00	30,08
UO4	m2	PARTIDA ALZADA PARA RESTITUCIÓN DE CUBIERTA VEGETAL CON PLANTACIÓN DE ESPECIES AUTOCTONAS, UTILIZANDO TÉCNICAS RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE INLCUSO MATERIALES Y TODAS LAS LABORES NECESARIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	6,00	5,00		1,00	30,00

2.1.2 CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

2.1.2.1 Pilas

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
U05	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	4,70	1,60	1,00	2,00	15,04
U06	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.	4,70	1,60	0,10	2,00	1,50
U07	m3	RELLENO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y CIMIENTOS CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA TRAZA i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES (EN SU CASO).	4,70	1,60	0,30	2,00	4,51
U08	m2	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.	4,70	-	1,00	8,00	37,60
U09	kg	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.	57,00	1,00	1,00	2,00	114,00

2.1.2.2 Estribos

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
U010	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	3,50	1,50	1,20	2,00	12,60
U011	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.	3,50	1,50	0,10	2,00	1,05
U012	m2	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.	3,50	-	1,20	8,00	33,60
U013	kg	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.	52,00	1,00	1,00	2,00	104,00

2.1.3 CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURAS

2.1.3.1 Pilas

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			b	c	Cantidad	Medición	
UO14	kg	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.	232,00	1,00	1,00	1,00	232,00
UO15	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS CURVOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	4,70	1,57	-	2,00	14,77
UO16	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS	4,70	0,20	1,00	2,00	1,85
UO17	ml	TUBERÍA DE DRENAJE DE PE RANURADA DE 20 CM. DE DIÁMETRO, COLOCADA SOBRE ZAPATA DE HORMIGÓN, INCLUSO P.P. DE GEOTEXTIL SIKA GEOTEX PP120 O SIMILAR.	3,50	1,00	1,00	2,00	7,00

2.1.4 CAPÍTULO 4. PASARELA

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
UO22	Ud.	PRUEBA DE CARGA DE PASARELA PAETONAL, INCLUIDO DISEÑO SUSCRITO POR TÉCNICO COMPETENTE, REALIZACIÓN DE LA MISMA, CON DIFERENTES ESTADOS DE CARGA A BASE DE TRANQUES DE AGUA U OTRO SISTEMA A DEFINIR POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, LECTURA MEDIANTE RELOJES COMPARADORES Y ACTA EMITIDA POR LABORATORIO ACREDITADO, Y REPETICIÓN EN CASO DE RESULTADOS NO SATISFACTORIOS	-	-	-	1,00	1,00
UO23	Ud.	RESTITUCIÓN Y LIMPIEZA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LA OBRA INCLUIDO ZONA DE ACOPIOS. EN CASO DE PROVOCAR ALGÚN DAÑO AMBIENTAL, RESTITUCIÓN DE LA VEGETACIÓN AUTÓCTONA INCLUYENDO TRANSPORTE Y PLANTACIÓN	-	-	-	1,00	1,00
UO24	m2	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LA COMPLETA REPOSICIÓN DE TODAS LAS ZONAS QUE PUDIERAN SER AFECTADAS DURANTE EL TRANCURSO DEL PRESENTE PROYECTO, INCLUIDAS REPOSICIONES Y TODO EL MATERIAL NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN, TODO COMPLETAMENTE TERMINADO	100,00	10,00	-	1,00	1000,00

2.1.5 CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
UO18	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.	47335,20	-	-	1,00	47335,20
UO19	kg	TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR MEDIANTE GRÚAS	47335,20	-	-	1,00	47335,20
UO20	ml	JUNTA PARA TABLERO METÁLICO FORMADO POR FONDO DE JUNTA Y SELLADOR DE POLIURETANO BICOMPONENTE EN RELLENO DE JUNTA, DE 30 MM DE PROFUNDIDAD, INCLUYENDO LIMPIEZA, TOTALMENTE ACABADA.	3,50	-	-	2,00	7,00
UO21	ml	TRATAMIENTO SOBRE HIERRO O ACERA CONSISTE EN CHORREADO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIOR PINTADO MEDIANTE IMPRIMACIÓN CON CAPA EPOXI POLIAMIDA FOSFATO E ZINC REPINTABLE SIN LIMITE	45359,76	-	-	1,00	45359,76

2.1.6 CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
UO25	ml	BARANDILLA / CERRAMIENTO DE ACERO CON MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS EN ANEJO Y PLANO CORRESPONDIENTE.	225,00	-	-	1,00	225,00
UO26	Ud.	APARATO DE APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO (STANDARD, ANCLADO O GOFRADO) SUSTITUIBLE	-	-	-	8,00	8,00
UO27	m3	SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO PULIDO DE ESPESOR CONSTANTE, ACABADO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL ANTIDESLIZANTE, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA, TAMAÑO MÁXIMO DE ÁRIDO DE 20 MM, INCLUSO VERTIDO Y COLOCACIÓN, i/ P.P. DE RELLENO DE HORMIGÓN EN PERÍMETRO DE SOLERA, JUNTAS Y ASERRADO.	1014,50	1,00	0,10	1,00	101,45
UO28	m3	ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO.	1014,50	1,00	0,15	1,00	152,18
UO29	m3	FORMACIÓN DE TALUD PARA RAMPA DE ACCESO A LA PASARELA CON MEDIOS MECÁNICOS, INCLUSO TRANSPORTE DEL MATERIAL, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN	10,00	5,00	0,10	1,00	5,00



2.1.7 CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES				
			a	b	c	Cantidad	Medición
UO30	Ud.	PARTIDA SIN DESCOMPOSICIÓN CORRESPONDIENTE A LA SEGURIDAD Y SALUD A LO LARGO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, CORRESPONDIENTE AL 2% DEL COSTE ESTIMADO DEL PRESUPUESTO,	-	-	-	1,00	1,00

2.2 CUADRO DE PRECIOS 1

2.2.1 CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

U01	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCÓNADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.
-----	----	--

Son CERO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS 0,83€

U02	m3	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS.
-----	----	--

Son UN EURO CON NOVENTA CÉNTIMOS 1,90 €

U03	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO O A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.
-----	----	---

Son CUATRO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.... 4,31€

U04	m2	PARTIDA ALZADA PARA RESTITUCIÓN DE CUBIERTA VEGETAL CON PLANTACIÓN DE ESPECIES AUTOCTONAS, UTILIZANDO TÉCNICAS RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE INLCUSO MATERIALES Y TODAS LAS LABORES NECESARIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS
-----	----	--

Son TRES EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS..... 3,67€

2.2.2 CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

2.2.2.1 Pilas

U05	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.
-----	----	---

Son CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.... 167,80€

U06	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.
-----	----	--

Son CIENTO QUINCE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS...115,40€

U07	m3	RELLENO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y CIMIENTOS CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA TRAZA i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES (EN SU CASO).
-----	----	---

Son UN EURO CON NUEVE CÉNTIMOS.... 1,09€

U08	m2	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.
-----	----	---

Son VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.... 27,73€

U09	kg	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.
-----	----	---

Son UN EURO CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.... 1,51€

2.2.2.2 Estribos

UO10	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.
------	----	---

Son CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS...167,8€

UO11	kg	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.
------	----	--

Son CIENTO QUINCE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS...115,40€

UO12	m2	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.
------	----	---

Son VEINTISISTE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.... 27,73€

UO13	m2	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.
------	----	---

Son UN EURO CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.... 1,51€

2.2.3 CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURA

2.2.3.1 Pilas

UO14	kg	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.
------	----	---

Son UN EURO CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.... 1,51€

UO15	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS CURVOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.
------	----	--

Son CUARENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS..... 43,98€

UO16	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS.
------	----	---

Son CIENTO SETENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS..... 173,80€

UO17	ml	TUBERÍA DE DRENAJE DE PE RANURADA DE 20 CM. DE DIÁMETRO, COLOCADA SOBRE ZAPATA DE HORMIGÓN, INCLUSO P.P. DE GEOTEXTIL SIKA GEOTEX PP120 O SIMILAR.
------	----	--

Son DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS..... 16,54€

2.2.4 CAPÍTULO 4. PASARELA

UO18	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.
------	----	--

Son DOS EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS..... 2,78€

UO19	kg	TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR MEDIANTE GRÚAS
------	----	--

Son CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS..... 0,57€

UO20	kg	JUNTA PARA TABLERO METÁLICO FORMADO POR FONDO DE JUNTA Y SELLADOR DE POLIURETANO BICOMPONENTE EN RELLENO DE JUNTA, DE 30 MM DE PROFUNDIDAD, INCLUYENDO LIMPIEZA, TOTALMENTE ACABADA.
------	----	--

Son VEINTIDOS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.... 22,39€

UO21	ml	TRATAMIENTO SOBRE HIERRO O ACERA CONSISTE EN CHORREADO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIOR PINTADO MEDIANTE IMPRIMACIÓN CON CAPA EPOXI POLIAMIDA FOSFATO E ZINC REPINTABLE SIN LIMITE
------	----	---

Son VEINTICINCO CÉNTIMOS..... 0,25 €

2.2.5 CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES

UO22	Ud.	PRUEBA DE CARGA DE PASARELA PAETONAL, INCLUIDO DISEÑO SUSCRITO POR TÉCNICO COMPETENTE, REALIZACIÓN DE LA MISMA, CON DIFERENTES ESTADOS DE CARGA A BASE DE TRANQUES DE AGUA U OTRO SISTEMA A DEFINIR POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, LECTURA MEDIANTE RELOJES COMPARADORES Y ACTA EMITIDA POR LABORATORIO ACREDITADO, Y REPETICIÓN EN CASO DE RESULTADOS NO SATISFATORIOS
------	-----	--

Son TRES MIL CIENTO OCHENTA EUROS..... 3180,00 €

UO23	Ud.	RESTITUCIÓN Y LIMPIEZA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LA OBRA INCLUIDO ZONA DE ACOPIOS. EN CASO DE PROVOCAR ALGÚN DAÑO AMBIENTAL, RESTITUCIÓN DE LA VEGETACIÓN AUTÓCTONA INCLUYENDO TRANSPORTE Y PLANTACIÓN
------	-----	---

Son CUATRO MIL EUROS..... 4000,00 €

UO24	m2	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LA COMPLETA REPOSICIÓN DE TODAS LAS ZONAS QUE PUDIERAN SER AFECTADAS DURANTE EL TRANCURSO DEL PRESENTE PROYECTO, INCLUIDAS REPOSICIONES Y TODO EL MATERIAL NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN, TODO COMPLETAMENTE TERMINADO
------	----	--

Son CUATRO EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.... 4,32€

2.2.6 CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS

U025	ml	BARANDILLA / CERRAMIENTO DE ACERO CON MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS EN ANEJO Y PLANO CORRESPONDIENTE.
------	----	---

Son DIECINUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS... 19,20€

U026	Ud.	APARATO DE APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO (STANDARD, ANCLADO O GOFRADO) SUSTITUIBLE
------	-----	---

Son MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS... 1820,20€

U027	ml	SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO PULIDO DE ESPESOR CONSTANTE, ACABADO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL ANTIDESLIZANTE, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA, TAMAÑO MÁXIMO DE ÁRIDO DE 20 MM, INCLUSO VERTIDO Y COLOCACIÓN, I/ P.P DE RELLENO DE HORMIGÓN EN PERÍMETRO DE SOLERA, JUNTAS Y ASERRADO.
------	----	---

Son CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS... 164,20€

U028	ml	ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO.
------	----	---

Son SEIS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS... 6,69€

U029	ml	FORMACIÓN DE TALUD PARA RAMPA DE ACCESO A LA PASARELA CON MEDIOS MECÁNICOS, INCLUSO TRANSPORTE DEL MATERIAL, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN
------	----	---

Son DOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS... 2,34€

2.2.7 CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD

U030	PARTIDA SIN DESCOMPOSICIÓN CORRESPONDIENTE A LA SEGURIDAD Y SALUD A LO LARGO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, CORRESPONDIENTE AL 2% DEL COSTE ESTIMADO DEL PRESUPUESTO,
------	--

Son TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS..... 3341,42€

2.3 PRESUPUESTOS PARCIALES

2.3.1 CAPÍTULO 1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
U01	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCÓNADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	0,83	30,00	24,90
U02	m3	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS.	1,90	30,00	57,00
U03	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO O A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	4,31	30,08	129,6448
U05	m2	PARTIDA ALZADA PARA RESTITUCIÓN DE CUBIERTA VEGETAL CON PLANTACIÓN DE ESPECIES AUTOCTONAS, UTILIZANDO TÉCNICAS RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE INCLUSO MATERIALES Y TODAS LAS LABORES NECESARIAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	3,67	30,00	110,10
					321,64
					TOTAL

2.3.2 CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

2.3.2.1 Pilas

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
U06	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	167,80	15,04	2523,71
U07	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.	115,40	1,50	173,10
U08	m3	RELLENO LOCALIZADO EN ZANJAS, POZOS Y CIMIENTOS CON MATERIAL PROCEDENTE DE LA TRAZA i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES (EN SU CASO).	1,09	4,51	4,9159
U09	m2	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.	27,73	37,60	1042,65
U010	kg	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.	1,51	114,0	172,1
					3916,52
					TOTAL

2.3.2.2 Estribos

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
U011	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	167,80	12,60	2114,28
U012	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150 EN CIMIENTOS DE SOLERAS Y DE PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA PUESTO EN OBRA.	115,40	1,05	121,17
U013	m2	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.	27,73	33,60	931,73
U014	kg	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.	1,51	104,00	157,04

3324,22	TOTAL
----------------	--------------

2.3.3 CAPÍTULO 3. SUBESTRUCTURA

2.3.3.1 Pilas

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
U015	kg	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.	1,51	232,00	350,32
U016	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS CURVOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	43,98	14,77	649,5846
U017	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS	173,80	1,85	321,53
U018	ml	TUBERÍA DE DRENAJE DE PE RANURADA DE 20 CM. DE DIÁMETRO, COLOCADA SOBRE ZAPATA DE HORMIGÓN, INCLUSO P.P. DE GEOTEXTIL SIKA GEOTEX PP120 O SIMILAR.	16,64	7,00	116,48

1437,91	TOTAL
----------------	--------------

2.3.4 CAPÍTULO 4. PASARELA

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
UO19	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.	2,78	47335,20	131591,86
UO20	kg	TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR TRANSPORTE ESPECIAL PARA PIEZAS DE LONGITUD MAYOR A 32 M Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE ACERO S275 JR MEDIANTE GRÚAS	0,57	47335,20	26981,06
UO21	ml	JUNTA PARA TABLERO METÁLICO FORMADO POR FONDO DE JUNTA Y SELLADOR DE POLIURETANO BICOMPONENTE EN RELLENO DE JUNTA, DE 30 MM DE PROFUNDIDAD, INCLUYENDO LIMPIEZA, TOTALMENTE ACABADA.	22,39	7,00	156,73
UO22	ml	TRATAMIENTO SOBRE HIERRO O ACERA CONSISTE EN CHORREADO DE ARENA A METAL BLANCO Y POSTERIOR PINTADO MEDIANTE IMPRIMACIÓN CON CAPA EPOXI POLIAMIDA FOSFATO E ZINC REPINTABLE SIN LIMITE	0,25	45359,76	11339,94
					170069,59
					TOTAL

2.3.5 CAPÍTULO 5. TAREAS FINALES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE
UO23	Ud.	PRUEBA DE CARGA DE PASARELA PAETONAL, INCLUIDO DISEÑO SUSCRITO POR TÉCNICO COMPETENTE, REALIZACIÓN DE LA MISMA, CON DIFERENTES ESTADOS DE CARGA A BASE DE TRANQUES DE AGUA U OTRO SISTEMA A DEFINIR POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, LECTURA MEDIANTE RELOJES COMPARADORES Y ACTA EMITIDA POR LABORATORIO ACREDITADO, Y REPETICIÓN EN CASO DE RESULTADOS NO SATISFACTORIOS	3180,00	1,00	3180,00
UO24	Ud.	RESTITUCIÓN Y LIMPIEZA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LA OBRA INCLUIDO ZONA DE ACOPIOS. EN CASO DE PROVOCAR ALGÚN DAÑO AMBIENTAL, RESTITUCIÓN DE LA VEGETACIÓN AUTÓCTONA INCLUYENDO TRANSPORTE Y PLANTACIÓN	4000,00	1,00	4000,00
UO25	m2	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LA COMPLETA REPOSICIÓN DE TODAS LAS ZONAS QUE PUDIERAN SER AFECTADAS DURANTE EL TRANSCURSO DEL PRESENTE PROYECTO, INCLUIDAS REPOSICIONES Y TODO EL MATERIAL NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN, TODO COMPLETAMENTE TERMINADO	4,32	1000,00	4320,00
					11500,00
					TOTAL

2.3.6 CAPÍTULO 6. EQUIPAMIENTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE	
UO26	ml	BARANDILLA / CERRAMIENTO DE ACERO CON MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS EN ANEJO Y PLANO CORRESPONDIENTE.	19,20	225,00	4320,00	
UO27	Ud.	APARATO DE APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO (STANDARD, ANCLADO O GOFRADO) SUSTITUIBLE	1820,20	8,00	14561,60	
UO28	m3	SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO PULIDO DE ESPESOR CONSTANTE, ACABADO CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL ANTIDESLIZANTE, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/20/IIA, TAMAÑO MÁXIMO DE ÁRIDO DE 20 MM, INCLUSO VERTIDO Y COLOCACIÓN, I/ P.P DE RELLENO DE HORMIGÓN EN PERÍMETRO DE SOLERA, JUNTAS Y ASERRADO.	164,20	101,45	16658,09	
UO29	m3	ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO.	6,69	152,18	1018,0842	
UO4	m3	FORMACIÓN DE TALUD PARA RAMPA DE ACCESO A LA PASARELA CON MEDIOS MECÁNICOS, INCLUSO TRANSPORTE DEL MATERIAL, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN	2,34	5,00	11,70	
					36569,47	TOTAL

2.3.7 CAPÍTULO 7. SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	€/UD.	MEDICIÓN	IMPORTE	
UO28	Ud.	PARTIDA SIN DESCOMPOSICIÓN CORRESPONDIENTE A LA SEGURIDAD Y SALUD A LO LARGO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, CORRESPONDIENTE AL 2% DEL COSTE ESTIMADO DEL PRESUPUESTO,	3341,42	1,00	3341,42	
					3341,42	TOTAL



3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (sin I.V.A) **230.480,78** euros

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de DOS CIENTOS TREINTA MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS (230.480,78 €)

4 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	230.480,78
13% Gastos generales	29.962,50
6% Beneficio industrial	13.828,85
<hr/>	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	274.272,13
I.V.A 21%	57.597,15
<hr/>	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A INCLUIDO)	331.869,28 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (I.V.A incluido) a la expresada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y UN MIL OCHECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS (331.869,28 €)