

## La estructura de la pasarela de acceso al Centro Especial de Empleo Aspanias. Polígono G3 de Burgos, 1994.

### *The structure of a pedestrian bridge of access to Special Center of Employment Aspanias. Polígono G3 de Burgos, 1994*

José L. Fernández Cabo\*, José M<sup>a</sup> Lapuerta Montoya\*\*, Carlos Asensio Galvin\*\*, Ana Aliseda\*\*\*

#### RESUMEN

El artículo describe la estructura de una pasarela de madera de acceso a un edificio de uso mixto residencial y laboral para discapacitados.

Se recorren los aspectos de proyecto, del diseño de la estructura y otros más técnicos relativos al tipo de materiales y tratamientos.

La obra se construyó hace unos 13 años, momento en el que en España la construcción con madera era mínima; algo que sin duda no puede perderse de vista al analizar esta obra.

850-6

**Palabras clave:** estructuras, diseño, madera maciza, pasarela.

#### SUMMARY

*The paper describe the wooden structure of a pedestrian bridge of a mixed use building with (residential and working) for disabled people.*

*It has been analyzed from the process of design to the structure itself and questions about materials and treatments.*

*The building was built 13 years ago, when the wooden construction was really reduced in Spain; something to keep in mind in the analysis of this work.*

**Keywords:** structures, design, solid wood, pedestrian bridge.

---

ETS de Arquitectura de Madrid (ETSAM)

\*Arquitecto, responsable de la estructura

\*\*Arquitectos, autores del proyecto y directores de la obra

\*\*\*Arquitecta, colaboradora en el desarrollo de la estructura

Persona de contacto/Corresponding author: jose.fcabo@upm.es ([José L. Fernández Cabo](mailto:jose.fcabo@upm.es))

Fecha de recepción: 5-III-07

Fecha de aceptación: 26-III-07

### 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La pasarela forma parte de un edificio para residencia y centro de formación para personas con discapacidad (Figura 1).

El eje de la pasarela divide el proyecto en el área residencial en un lado, con siete pequeños bloques unidos por las áreas comunes, y el área de talleres en el otro formado por tres naves.

La pasarela formaliza por tanto la división funcional y señala la entrada al edificio, permitiendo el acceso a los dos niveles del proyecto.

La planta y los alzados (Figura 2) y la forma en artesa invertida (Figura 3) aparece una vez que se define la estructura de las naves, resueltas con unas vigas con jabalcones.

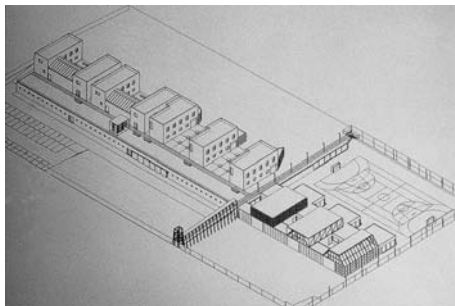


Figura 1. Perspectiva general del edificio.

La decisión de usar luces pequeñas, del orden de sólo 1,5 m entre pórticos transversales, en una longitud total de unos 25 m, junto a la preferencia del nudo rígido frente a la triangulación visible o el jabalcón, son el punto de partida y la génesis de todo el sistema estructural empleado.

La forma de artesa de la estructura transversal, como se ha dicho, nace para tener una unidad formal de los distintos elementos estructurales del edificio. Esta forma favorece ligeramente la estabilidad lateral, pero es necesario configurar al menos un nudo rígido en cada pórtico transversal (Figuras 3, 5a y 5b).

### 2. LAS UNIONES

El encuentro con la base (Figura 4a y 4b) se diseña una unión articulada y separada del terreno para evitar pudriciones. Esta cercanía al terreno hace que esos nudos no sean en absoluto los adecuados para intentar formar nudos rígidos, y que deben diseñarse en el encuentro entre vigas y soportes.

La viga de cubierta tiene una escuadría menor que la de piso, de forma que será en esta última donde más fácil se podrá realizar dicho empotramiento (Figura 5a y 5b).

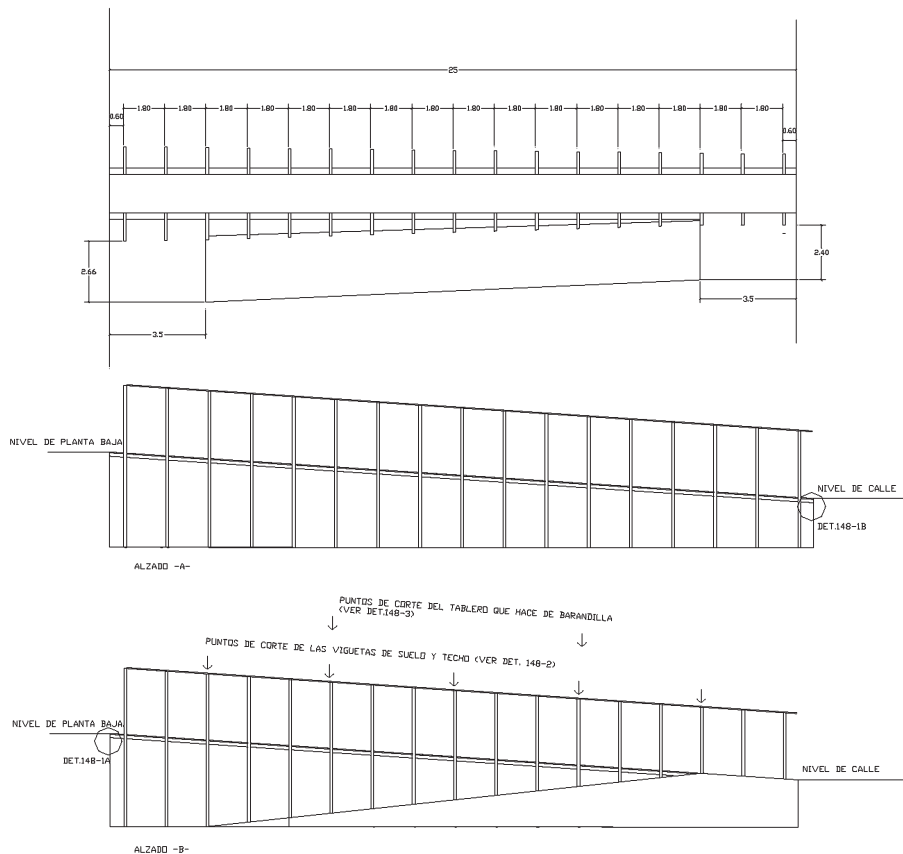


Figura 2. Planta y alzados.

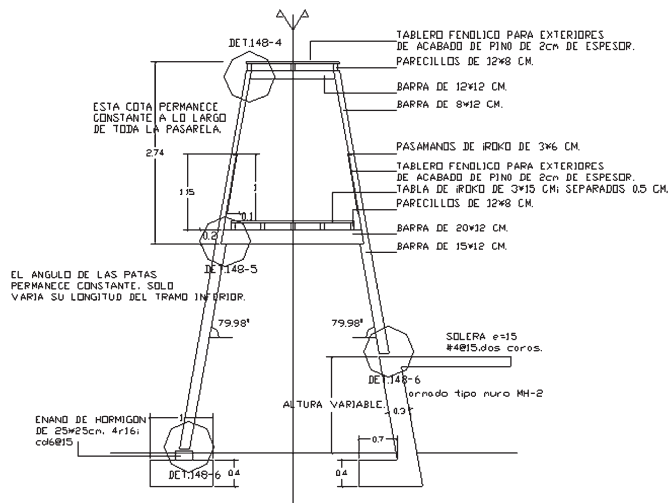


Figura 3. Secciones transversales en forma de artesa invertida o "A".

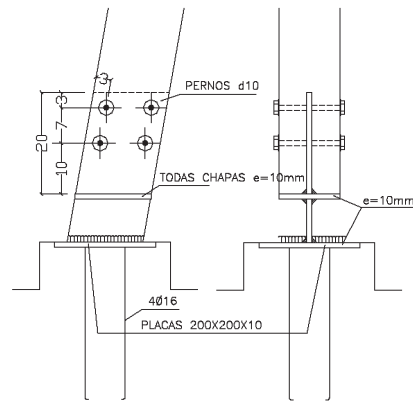
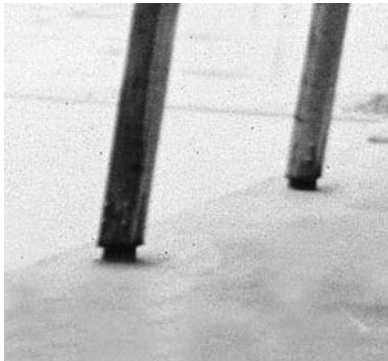


Figura 4a y 4b. Contacto con la solera mediante pieza metálica.

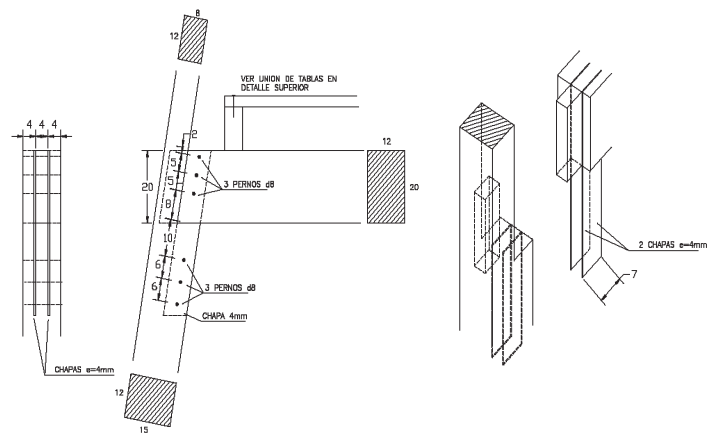


Figura 5a y 5b. Unión semirrígida de las vigas de piso.

El empotramiento es mínimo. Se embuten placas de acero de forma que quedan protegidas, y el brazo de palanca se incrementa notablemente con una prolongación de la viga que forma una unión a caja y espiga con el soporte sin llegar a sobresalir al otro lado, con lo que se protege de la lluvia la testa de la viga. El brazo de palanca es pequeño, pero también lo son los esfuer-

zos. La unión de la viga superior del pórtico transversal en "A" (Figura 6) es básicamente una articulación, ya que aunque también se embuten placas de acero aquí el brazo de palanca todavía es más bajo.

El tipo de unión, como antes, permite proteger la testa de la viga de cara a una buena durabilidad.



Figura 6. Unión articulada de la viga de cubierta.

### 3. ARRIOSTRAMIENTO

La estructura longitudinal tiene juntas cada tres módulos, es decir, aproximadamente cada 4,5 m. Las juntas se hacen dejando en un extremo una unión simplemente apoyada, de forma que no es necesario doblar los pórticos, pasando completamente desapercibidas. Las juntas se disponen frente a los movimientos de origen higrotérmico, especialmente relevantes al ser una estructura al exterior.

Los pórticos longitudinales se forman gracias al peto, que se conforma con un tablero contrachapado (Figuras 7 y 8). Los soportes, el pasamanos, y otro refuerzo inferior igual al pasamanos forman un perímetro con rigidez a compresión. Las diagonales de tracción de esos recuadros las facilita el tablero contrachapado. Es decir, con la sola adición de ese pasamano inferior, obviamente no necesario para el uso, y a modo de cordón inferior, se obtiene una viga de atado de una rigidez fortísima; que junto con los soportes va formando pórticos longitudinales.

El esfuerzo sobre los tableros se concentra en las diagonales de cada paño entre soportes. De ahí que el atornillado entre tablero y soporte se concentre en los extremos (Figura 8).

En la imagen anterior también se puede observar el sistema de arriostramiento en el forjado, que se forma simplemente por unas tablas estrechas. Cada tabla está atornillada en tres puntos sobre las vigas inferiores. De nuevo se recurre al nudo rígido de pequeña magnitud, pero en gran número y sometido a pequeños esfuerzos.

El mismo sistema se empleó en la cubierta.

### 4. MATERIALES Y TRATAMIENTO

La madera laminada era en ese momento mucho más cara que la aserrada, de forma que la decisión de usar esta última tuvo una base meramente económica. Como especie se escogió el *Pinus sylvestris* L. (conocido a veces por pino "Valsaín") por la facilidad de suministro en España, grandes escuadrías y longitudes, calidad estructural y pocos nudos. La madera entonces no se clasificaba.

El cálculo se hizo con los valores de tensiones admisibles del prontuario de Lahuerta (1). Esto viene a suponer, aproximadamente, diseñar con una madera C-18 según la actual UNE-EN-338 (2). El pino utilizado ga-

rantiza esa calidad con gran facilidad en cuanto se haga un mínimo y razonable control visual; cosa que se hizo a la recepción del material a obra. En este momento una clase resistente ME-2 (véase la actual UNE-56.544 (3)) de este pino es precisamente una C-18.

La pasarela, como elemento estructural, no requería resistencia a fuego al tratarse de un elemento al exterior con una carga de fuego mínima.

En proyecto se prescribió que la madera viniese con un grado de humedad del 14 al 16%. En esta época había pocos secaderos industriales y además producían un secado muy rápido que agrietaba la madera, por lo que se escogió madera secada a la intemperie. Aun así, la aparición de fendas, en cualquier estructura de madera a intemperie, es inevitable.

Se estudió la posibilidad de usar pino laricio y castaño. La primera, se descartó por dificultad de suministro y, la segunda, por precio.

La madera se trató en autoclave con "vacsol" ya que se trata de piezas a la intemperie (hoy Clase de Riesgo 3). Las piezas se cortaron a las escuadrías de proyecto más 1 cm y posteriormente se trataron en autoclave a fin de estabilizarlas dimensionalmente. Si se hubieran tratado previamente y luego se hubieran cortado a la escuadría es posible que hubieran quedado zonas expuestas sin tratamiento.

Se comprobó que la madera no traía azulado ya que aunque el tratamiento con "vacsol" impide su aparición, no destruye la coloración de una madera ya atacada por azulado. Como protección frente a los rayos ultravioleta, que vuelven gris la madera, y, en general, para mejorar la durabilidad, la madera se trató con dos manos de lasures en taller, dejando la coloración marrón clara que se aprecia. Esta capa debe tener un mantenimiento, pero no necesita decapado previo. Al tratarse de madera al exterior, los barnices no son indicados. Toda la madera maciza se paso por la escuadradora y se cepilló. Posteriormente se mataron los cantos vivos con un radio de unos dos milímetros, lo que disminuyó notablemente la posibilidad de astillado en las aristas.

Los tableros que forman la barandilla son tableros contrachapados españoles "fenólicos" de 22 mm de grosor y de pino insignis (*Pinus radiata* D. Don), aptos para exteriores y fabricados por la empresa *Maderas*



Figura 7. Perspectiva lateral de la pasarela.

*de Llodio*. El espesor del tablero vino marcado por su carácter estructural. La modulación de los pórticos está diseñada en función de las dimensiones del tablero. Las placas que forman los herrajes y los pernos se tratan con un galvanizado en caliente. La tornillería que une los tableros es también galvanizada.

## 5. CONCLUSIONES

La decisión de usar unas luces mínimas se ha mostrado totalmente compatible con la imagen que los arquitectos autores del proyecto pretendían obtener, y se ha traducido en una estructura realmente sencilla y con poco consumo de material. Y eso incluso a pesar de utilizar un tipo estructural, en las secciones transversales, que no es especialmente eficaz en madera ya que depende, para la estabilidad, del nudo rígido (semirrígido en este caso). Hay que decir que esta estrategia no es hoy nada habitual, pero entendemos que debe reivindicarse. Un planteamiento con luces mucho mayores hubiera sido una decisión innecesaria en cuanto al uso, y habría conducido a una estructura muchísimo más costosa. La decisión de usar luces pequeñas tiene, en este caso, una repercusión económica mucho mayor que la sabia elección del tipo estructural.

El empleo de los tableros estructurales de madera como elemento estructural es algo a tener muy en cuenta. Su uso es común



Figura 8. Unión de los tableros fenólicos que forman la barandilla.

en los sistemas tipo "Balloom frame" y "Platform", y en forjados ligeros; pero, como se puede ver en este caso, las posibilidades son mucho más amplias.

La obra es sin duda fruto de todo un equipo de personas. El orden indicado en el artículo tiene que ver sólo con el hincapié que este tiene en lo específicamente estructural. Los consultores de estructuras piensan que el mérito de una buena obra recae siempre, antes que nada, en el/los arquitecto/s autor/es del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Lahuerta, Javier. *Formulario para proyecto de estructuras*. ETS de Arquitectura de Madrid, Madrid. (1967), 123 p.
- (2) UNE-EN-338. 2003. *Madera Estructural. Clases Resistentes*.
- (3) UNE-56544:2003. *Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas*.

\* \* \*