

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS



ÓRGANO PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

▼ **CONCEPTO Y DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES R.C.C.**

*Joaquín Díez-Cascón Sagrado y Juan Antonio Polanco Madrazo*

▼ **CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE PANGUE CON HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO**

*José Antonio Marsellá Andía y F. Ortega Santos*

▼ **LA NUEVA PASARELA DE ABANDOIBARRA**

*José Antonio Fernández Ordóñez*

▼ **ANCLAJE DE UNA FUENTE FLOTANTE EN MACAO**

*Jesús Fierro Bardají*

▼ **INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CONDUCCIONES SUBMARINAS**

*José Luis Almazán Gárate, Óscar Hurtado Albert, Luis Juanes Fraga y José Raúl García Montes*



# SUMARIO

## CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

### Presidente:

D. José Antonio Torroja Cavanillas

### Vocales:

Fernando Bernaldo de Quirós.  
José M<sup>o</sup> Fluxá Ceva.  
Vicente García Álvarez.  
Alberto Ledesma Villalba.  
Juan Rodríguez de la Rúa.  
Ángel Saínz Borda.  
Vicente Sánchez Gálvez.  
Florentino Santos García.

## COMITÉ DE REDACCIÓN

### Presidente:

Juan Antonio Becerril Bustamante.

### 1. Representantes del Colegio Nacional de Ingenieros de CCYP.

Enrique Balaguer Camphuis.

Gerardo Cruz Jimena.

José Antonio Fernández Ordoñez.

Santiago Hernández Fernández.

Juan Manuel Morón García.

Santiago Pérez-Fadón Martínez

### 2. Representantes de las E.T.S. de Ingenieros de CCYP.

#### a) Madrid:

Carlos Kraemer Heilperno.

Vicente Sánchez Gálvez.

Florentino Santos García.

Pedro Suárez Bore.

Santiago Uriel Romero.

#### b) Santander:

Javier Torres Ruiz.

Ignacio Tejero Monzón.

#### c) Barcelona:

Juan Almirall Bellido.

José Dolz Ripollés.

#### d) Valencia.

Federico Bonet Zapater

Andrés Sahuquillo Herraiz

#### e) La Coruña:

Manuel Melis Maynar

Francisco Javier Samper Calvete

#### f) Granada

José Luis Gómez Ordoñez.

Ángel Uriel Ortiz.

### 3. Representantes de la Asociación de Ingenieros de CCYP:

Eugenio Vallarino y Cánovas del Castillo.

Víctor Martínez Segovia.

## DIRECCIÓN

### Director:

Juan Antonio Becerril Bustamante.

### Secretaría General:

Mónica Baeza Ochoa de Ocariz.

### Redactor Jefe:

Juan A. Sánchez Rey.

### Maquetación:

José Luis Saura.

### Secretaria:

Gloria Martín Sicilia

### Redacción y Publicidad:

Almagro, 42. 28010 Madrid.

Tel.: 308 19 88. Fax: 319 15 31

### Edita:

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.



Asociación Española de la Prensa Técnica.



Federación Internacional  
de la Prensa Periódica.

Imprime: Graffset SL impresores.

Depósito Legal: M-156-1958.

ISSN: 0034-8619.

Esta revista no se hace necesariamente solidaria de las  
opiniones expresadas por sus colaboradores.

## EDITORIAL

### 3

¿SOBRAN INGENIEROS?

## CIENCIA Y TÉCNICA DE LA INGENIERÍA CIVIL

### 7

CONCEPTO Y DOSIFICACIÓN  
DE HORMIGONES R.C.C..

por Joaquín Díez-Cascón Sagrado  
y Juan Antonio Polanco Madrazo.

### 25

CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA  
DE PANGUE  
CON HORMIGÓN COMPACTADO  
CON RODILLO.

por José Antonio Marsellá Andía  
y F. Ortega Santos.

### 37

LA NUEVA PASARELA DE ABANDOIBARRA.  
por José Antonio Fernández Ordóñez.

# LA NUEVA PASARELA DE ABANDOIBARRA

José A. Fernández Ordóñez.  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Académico de Bellas Artes de San Fernando.

## RESUMEN

*El autor presenta la nueva pasarela de Abandoibarra frente a la Universidad de Deusto, elegida en un reciente Concurso restringido de ideas convocado por "Bilbao Ría 2000". Es innovadora la utilización de las diferentes rampas de acceso para conformar una estructura espacial y tridimensional, una lámina plegada con sección en U, donde los pretilos se utilizan también como elementos portantes, acordándose toda la estructura a una estricta funcionalidad de los recorridos peatonales. No hay separación conceptual entre el paso principal y los demás; la pasarela los integra plenamente con un sentido al mismo tiempo funcional y estructural. Se utiliza como material principal el acero inoxidable, cuyas enormes posibilidades estéticas aún no han sido explotadas en ingeniería civil.*

## ABSTRACT

*The author presents the new Abandoibarra footbridge opposite the University of Deusto, distinguished in a recent competition of creativeness organized by "Bilbao Ría 2000". Its originality lies in the way the access ramps form a three-dimensional spatial structure, a U-section lamina with the parapets used as bearing members coordinating the whole structure in its exclusively pedestrian function. There is no conceptual separation of the main causeway from the others; they make up a functional and structural whole. Stainless steel is widely used in the construction, a material whose enormous aesthetic possibilities are largely overlooked in civil engineering.*

## 1. EL CONCURSO

En Septiembre de 1995, "BILBAO Ría 2000" convocó un concurso restringido de ideas entre cuatro ingenieros de caminos –Juan José Arenas de Pablo, José A. Fernández Ordóñez, Javier Rui-Wamba y José A. Torroja– para determinar la solución óptima para la ejecución de las obras correspondientes a la Pasarela Peatonal de Abandoibarra.

El Pliego de Condiciones Técnicas del Concurso definía las características de la pasarela, los con-

dicionantes geotécnicos, las anchuras y gálibos mínimos, la rasante aproximada, el paso de las canalizaciones, así como las rampas de acceso a las que se prestaba una atención especial dada la dificultad de su correcta resolución.

En este apartado de las rampas de acceso, se insistía en el Pliego en la necesidad de resolverlas en ambas riberas, pero sobre todo en la margen derecha, donde el aterrizaje de la pasarela mediante dos rampas, una a cada lado, en descenso directo hacia la acera del borde de la ría de la Avda. de las Universidades se consideraba muy impor-

Se admiten  
comentarios a este  
artículo, que deberán  
ser remitidos a la  
Redacción de la ROP  
antes del 30 de  
junio de 1996.

Recibido en ROP:  
marzo de 1996

tante. Tanto es así que se preveía que dicha acera se ensancharía 2,5 m. para proceder al aterrizaje de la pasarela.

Por otra parte, en el Pliego se nos pedía privacidad e independencia de la Universidad respecto al paso de los usuarios, es decir, que los peatones no tuvieran que llegar a la plataforma de la Universidad para luego bajar y tener que cruzar el tráfico intenso de la Avenida, para acceder a la acera de borde de la ría.

El 15 de febrero de 1996 el Jurado seleccionó nuestra propuesta "por la limpieza y sensibilidad del proyecto, basado en una estructura donde la funcionalidad se incorpora al diseño mediante la utilización de las barandillas como elementos portantes" Asimismo acordó "alabar la calidad e innovación de los materiales propuestos y su apuesta firme por resolver todos los flujos y tránsitos peatonales que se pretende potenciar entre las dos márgenes de la ría. Remarcar igualmente su voluntad de no entrar en competencia con los grandes edificios emblemáticos del entorno".

Por otra parte, el Jurado agradeció "el interés mostrado por los cuatro equipos invitados al concurso, así como congratularse por el excelente nivel de todas las propuestas. Esta calidad de los proyectos, unida a la variedad de aspectos formales y estructurales propuestos, muchos de ellos novedosos o singulares, ha hecho especialmente complicada la decisión del Jurado, el cual, tras los razonamientos y explicaciones de los equipos invitados, acordó por mayoría: seleccionar la propuesta presentada por el equipo dirigido por José A. Fernández Ordóñez".

## 2. EL ENTORNO

Para el diseño de la nueva pasarela es necesario, en primer lugar, realizar un breve análisis del lugar donde se ubicará. Se trata de un espacio de carácter urbano muy fuerte, con piezas rotundas de una gran personalidad: aguas arriba, el nuevo Museo Guggenheim y el puente de la Salve; el conjunto arquitectónico de la Universidad de Deusto, en el estribo de la margen derecha; y el puente de Deusto aguas abajo. Asimismo, en la margen izquierda, la nueva zona remodelada de Abandoibarra con piezas también muy potentes, tanto de infraestructura como

arquitectónicas, como la torre de César Pelli o el Palacio de Congresos.

El Museo Guggenheim del arquitecto Frank Gehry es un edificio de gran valor plástico dentro de la vanguardia estética mundial. Sus formas curvas, orgánicas, sus materiales modernos y su dimensión con un gran volumen y una altura similar a la del puente de la Salve, con el que se engrana y macla, constituyen un conjunto arquitectónico cuya presencia es muy importante en relación con la nueva pasarela de Abandoibarra.

En el arranque de la nueva pasarela, en su margen derecha, tenemos los edificios de la Universidad de Deusto, todos ellos de un aire clásico, tanto los antiguos como la moderna Aula Magna, formando con sus escaleras, con sus verjas, y con su discreta y bella sillería de piedra, un conjunto ordenado, tranquilo y sereno que le viene muy bien al inicio de la pasarela. Forman el cuerpo de arranque, algo así como el templo o el arco de triunfo de los puentes romanos en su entrada o salida.

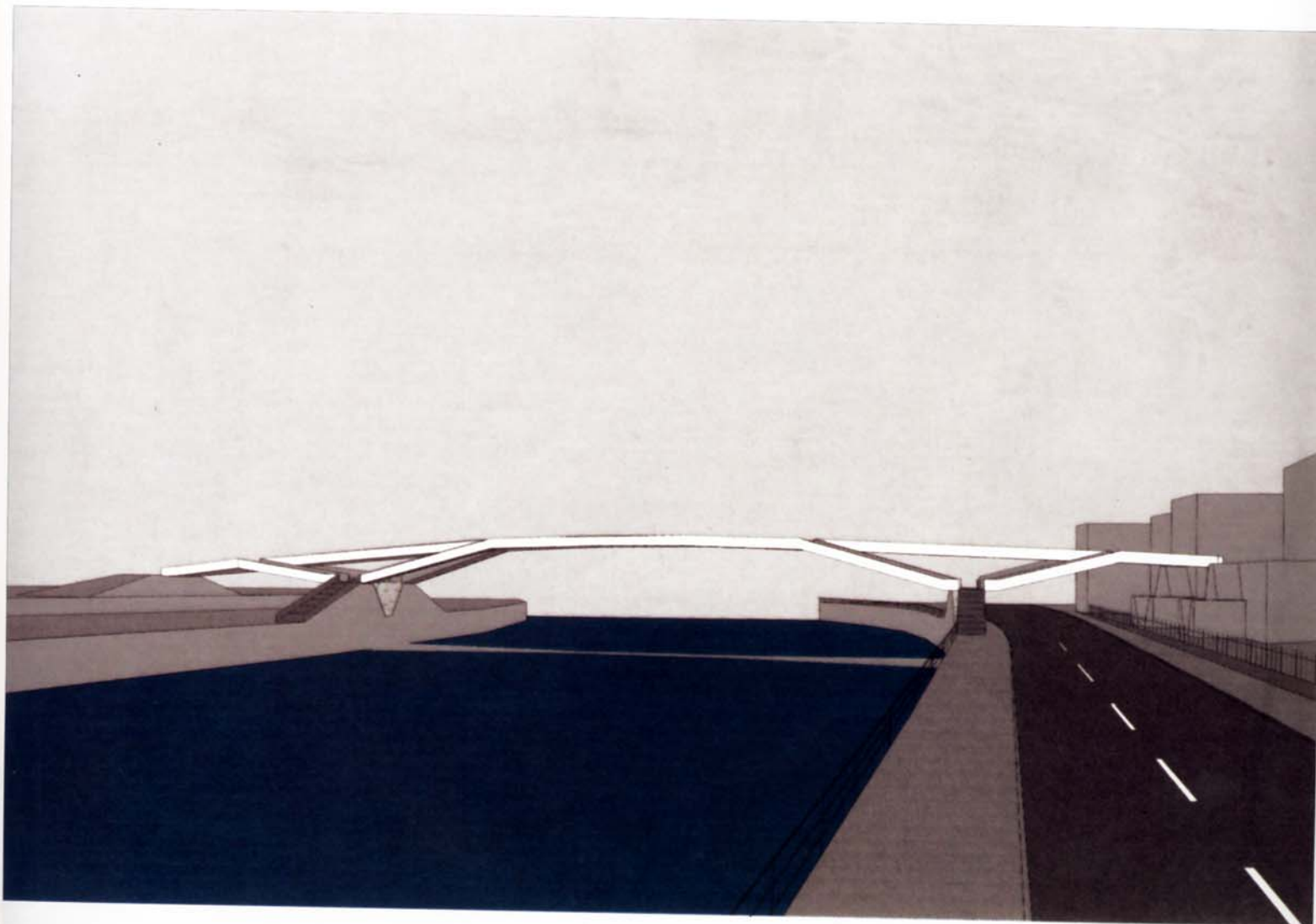
El puente de la Salve, atirantado, inusual y asimétrico, con un tablero con fuerte pendiente longitudinal y a una cota muy alta, es una estructura muy singular que, sobre la ría, se impone en el entorno. El puente de Deusto, aguas abajo, tiene un tablero con rasante horizontal y un diseño más neutro tanto en su concepción general como en sus materiales y acabados.

Todas estas piezas urbanísticas, arquitectónicas y de ingeniería, forman un conjunto muy singular e interesante, constituyendo un entorno urbano muy especial, que nos indujo a presentar una propuesta de pasarela con unas características geométricas, estéticas y funcionales con una personalidad propia muy definida, tanto en su diseño formal como en sus materiales; una pasarela que se constituya en sí misma como una pieza innovadora y que –además de ser estrictamente funcional– añadiera algo más de riqueza plástica a este impresionante espacio urbano.

## 3. CRITERIOS FUNCIONALES

El análisis de los recorridos de los usuarios es muy importante en la correcta funcionalidad de la pasarela. En nuestro caso, en el diseño formal definitivo, ha sido determinante la incorporación al concepto es-

**Nuestra idea arranca de un estricto respeto a las exigencias funcionales de la pasarela. De ahí el carácter *fluyente* de sus formas como un *continuum* que se acopla a los recorridos peatonales y su suave y natural integración en el entorno. Son precisamente estas rampas las que hacen que esta pasarela no sea convencional, que no sea como todas, sino que sea única, especial, con personalidad propia. una solución innovadora que no existe en ninguna otra parte del mundo.**



tructural de la mejor y más cómoda utilización de los diferentes recorridos peatonales, conectando todos los puntos de entradas y salidas entre sí.

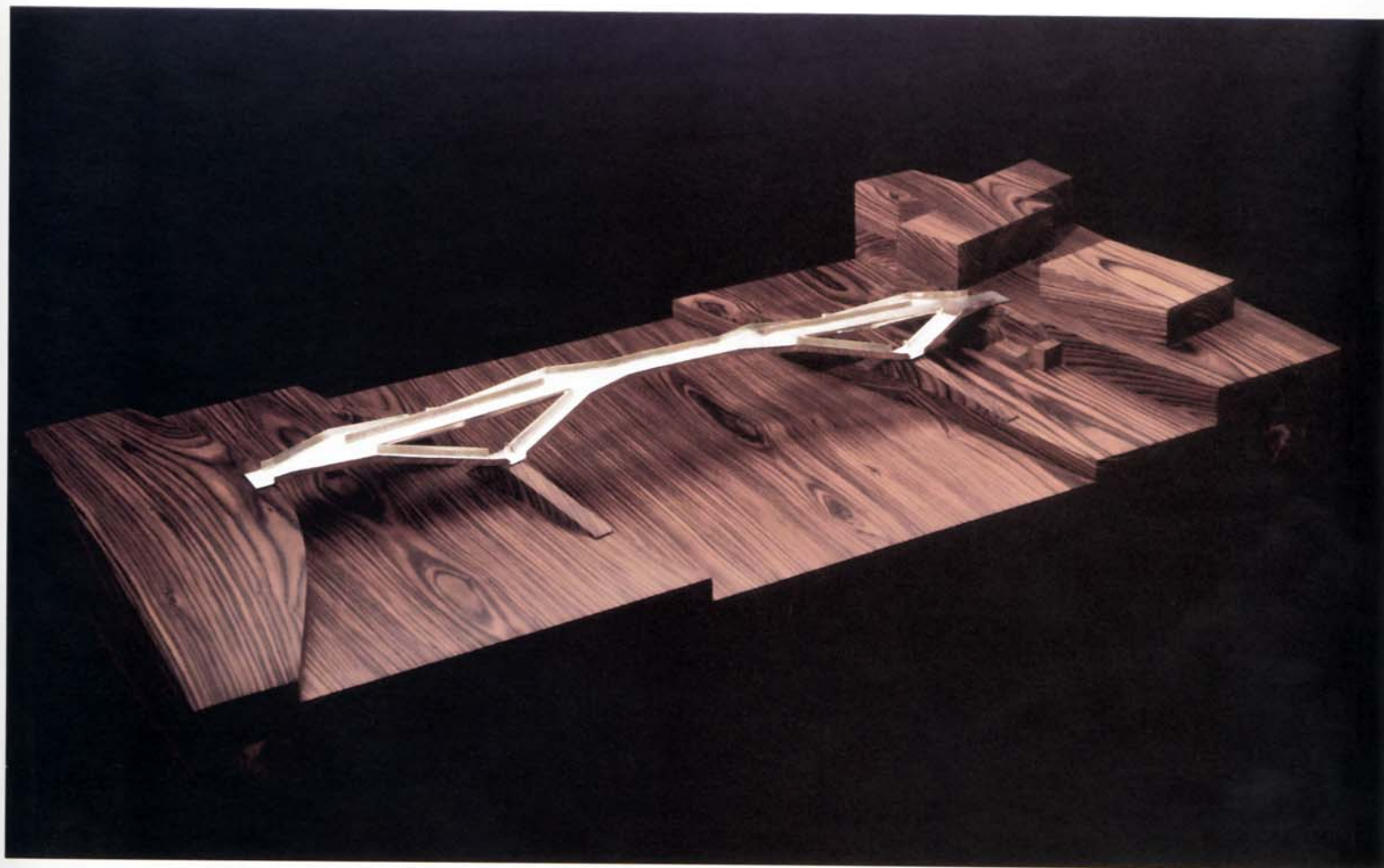
Hay un recorrido casi horizontal que es el principal de la pasarela que, desde la Universidad al Parque de Ribera, con un suave lomo en la rasante, salva el gálibo exigido a la cota 13 en su tercio central.

Pero hay otros recorridos también importantes, como son las conexiones con el muelle de la margen izquierda y con la acera de la Avenida de las Universidades. Nuestra propuesta incorpora estos recorridos y sus correspondientes rampas al conjunto estructural, en vez de separarlos de la estructura principal. Se consigue así una estructura integral que agrupa todas las funciones, al contrario de lo habitual, que suele ser una pasarela para el recorrido principal, a la que se agregan una serie de

rampas y escaleras como un añadido que nada tiene que ver con la estructura.

En la margen derecha los accesos son muy claros y simples, tanto a la cota 11 de la Universidad, como a la cota 4,30 de ambos lados de la acera de la Avenida de las Universidades. En la margen izquierda, dadas las condiciones que hemos analizado del entorno urbano y sus elementos principales, en el estribo de la pasarela desde el Parque de Ribera la nueva estructura pide un elemento más fuerte que las estrechas rampas previstas para bajar de la rasante de la pasarela a la cota 6 del Parque. Nuestra solución propone una pieza que compense y equilibre las del potente arranque opuesto de la Universidad, un elemento que entendemos podría ser una gran rampa circular que suavice el encuentro y dé fortaleza a esta importante zona donde la pasarela llega al Parque.

***Alzado desde la acera de la Avenida de las Universidades, en la margen derecha de la Ría.***



Son precisamente estas rampas las que hacen que esta pasarela no sea convencional, que no sea como todas, sino que sea única, especial, con personalidad propia. Una solución innovadora que no existe en ninguna otra parte del mundo. El problema que se plantea es específico y diferente a todos, y son las funciones que se nos piden las que definen las formas singulares de la estructura. La pureza de esta solución está en que se limita a materializar todos los recorridos peatonales. Las rampas de acceso conectan directamente todos los lugares entre sí con todas las combinaciones posibles, tanto los paseos de ambos márgenes a la cota 4,30 –aguas arriba y aguas abajo– como las plataformas superiores, sin necesidad de molestar a la Universidad –esté abierta o cerrada– ni de dar vueltas innecesarias.

Sin embargo, las rampas laterales que descienden desde la pasarela metálica, paralelas a la ría en ambos márgenes, se consideran conceptualmente como pertenecientes a dichos paseos de la

ciudad, tanto en la Avenida de la Universidad como en el muelle del Parque de Ribera, es decir, dichas rampas forman parte del plinto donde apoya la gran pieza de acero inoxidable que constituye la pasarela. Al contrario de la pasarela metálica, que es una pieza de gran pureza estructural, estos podios paralelos a la ría no tienen estructuralmente importancia, por lo que su diseño es un problema básicamente urbanístico y de integración en el entorno próximo, constituido por elementos formados con piedra análoga a la empleada en las cercanas y potentes escaleras de acceso a la Universidad.

La anchura del paso principal de la pasarela es de 7 m. y llega a ser de 11 m. en la zona de encuentro con las rampas. Estas tienen 3,5 m. de anchura. Todo el conjunto con sus rampas de acceso tiene más aspecto de paseo urbano que de estrecha pasarela tradicional. Es necesario advertir que una pasarela continua de 140 m. de longitud, –como es este caso–, sin interrupciones, es una mala

*Perspectiva desde la terraza del Museo Guggenheim.*

solución, tanto desde el punto de vista del confort de los usuarios, como para la seguridad física y psicológica de los peatones.

#### 4. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

La tipología estructural tiene un marcado carácter tridimensional y espacial, intermedio entre las soluciones arco y los dinteles continuos en célula triangular. La sección resistente longitudinalmente está constituida por dos nervios laterales en sección rectangular hueca, con un complejo trabajo estructural de lamina plegada.

El tramo central se halla sensiblemente aliviado en su trabajo a flexión positiva por el fuerte empotramiento obtenido con las células triangulares sobre los apoyos en los bordes de ambas márgenes

de la ría. La flexión negativa se descompone según el tradicional esquema de biela inclinada en compresión y tirante superior cuasi-horizontal a tracción. Los empujes horizontales actuantes sobre la pila, propios de un cierto efecto arco en las bielas inclinadas, se contrarrestan y equilibran con la componente horizontal que transmiten y compensan las bielas inclinadas de los vanos laterales adyacentes. El resultado es la eliminación de las reacciones horizontales en las pilas, que hubieran sido inevitables en las soluciones tipo arco, y que en este caso resultaban absolutamente desaconsejadas dada la necesidad de pilotar en roca a profundidades próximas a los 12 m. con pilotes prácticamente exentos en la zona de ría y rellenos. El alzado y planta de la pasarela se plantea con elementos resistentes rectos y ligeros quiebros poligonales en el entronque de las bielas de las rampas y el tirante superior, como corresponde al

*Perspectiva longitudinal con la Universidad de Deusto al fondo.*



antifunicular de las cargas de la tipología proyectada. Se consigue así la perfecta simbiosis entre la forma y el trabajo estructural de la pasarela.

Es una estructura espacial y tridimensional, una lámina plegada con sección en U, donde los necesarios pretilos se utilizan también como estructura. Además, de forma discreta se incorpora la iluminación oculta en los pretilos.

La estructura se proyecta básicamente en solución metálica pura, donde el trabajo principal longitudinal se recoge principalmente a través de los nervios metálicos laterales de la plataforma. El trabajo transversal se resuelve mediante un forjado convencional en estructura mixta, donde el hormigón permite reducir cantos, flechas y cuantías de metal para las amplias luces transversales. La solución mixta permite reducir muy sensiblemente el peso y, por tanto, el coste del conjunto de la estructura. Asimismo es la solución óptima desde el punto de vista funcional para el alojamiento, inspección y mantenimiento de las conducciones. La losa de hormigón arriostra transversalmente la pasarela frente a esfuerzos laterales de viento. Finalmente, en zonas de compresión y flexión negativa se plantean unos macizados laterales de hormigón, conectados a las chapas de fondo y laterales de la sección, para aprovechar un favorable trabajo mixto que reduce las cuantías y exigencias de rigidización del metal a compresión de dichas zonas.

La estructura funciona con un complejo trabajo metálico y mixto, en la búsqueda de la máxima economía y mejor respuesta técnica, mediante el uso más apropiado de los materiales acero y hormigón en cada elemento de la pasarela, que permite además reducir la magnitud de las reacciones, lo que resulta de gran interés estructural y económico, dadas las condiciones de cimentación existentes.

El recurso al acero inoxidable como elemento estructural constituye una nueva aplicación singular de un material con enormes cualidades estructurales, estéticas y de mantenimiento, todavía poco explotadas pero con una indudable proyección en un futuro inmediato. Por otra parte, el acero inoxidable permite eliminar prácticamente los costes de mantenimiento y conservación, y constituye una garantía total de resistencia a la corrosión, muy

**Es una estructura espacial y tridimensional, una lámina plegada con sección en U, donde los necesarios pretilos se utilizan también como estructura. El recurso al acero inoxidable como elemento estructural constituye una nueva aplicación singular de un material con enormes cualidades estructurales, estéticas y de mantenimiento, todavía poco explotadas pero con una indudable proyección en un futuro inmediato.**

ventajosa frente a soluciones de hormigón o acero pintado tradicionales.

La solución propuesta respeta con suficiente holgura los gálibos horizontales y verticales mínimos establecidos en las bases del Concurso, tanto en lo relativo al tráfico de embarcaciones en la ría como en el de peatones y vehículos por la zona del muelle y de la avenida de la Universidad. La tipología de la solución estructural planteada, en sección abierta en U con tablero inferior, es por su propia naturaleza la que permite garantizar la mayor reducción de gálibos compatible con el problema estructural y la máxima esbeltez visual, por encima de cualquier otra tipología estructural. El canto del forjado proyectado, de 50 cm., viene condicionado exclusivamente por el propio alojamiento de las canalizaciones requeridas en el Pliego, de 30 cm. de diámetro. El canto necesario por razones estructurales se integra en los dos petos-barandilla laterales, por lo que en ningún caso el canto estructural resulta condicionante, siendo las propias exigencias funcionales (conducciones y altura de barandilla) las que determinan la altura total de la pieza.

La solución permite un proceso de fabricación y montaje muy industrializado y sencillo, con elevación de pocas unidades de gran longitud y poco peso, estrictamente metálicas, que una vez terminadas permiten el fácil y rápido hormigonado de la capa de compresión del forjado mixto. La fabricación en taller y la sencillez de los procesos de montaje permiten garantizar una gran calidad y control de los materiales, soldaduras, procesos de ejecución, detalles y acabados. Se eliminan al mismo tiempo los costes e incertidumbres propios de las obras ejecutadas in situ y se reducen al máximo las desviaciones en plazos y costes de ejecución de la obra, permitiendo simultanear las tareas de cimentación y accesos con la fabricación en taller de los elementos metálicos. El montaje resulta así muy sencillo, exige zonas reducidas de ocupación durante las obras y se plantea según operaciones convencionales ya conocidas.

## 5. CRITERIOS CONCEPTUALES Y ESTÉTICOS

Nuestra idea arranca de un estricto respeto a las exigencias funcionales de la pasarela. De ahí el

antifunicular de las cargas de la tipología proyectada. Se consigue así la perfecta simbiosis entre la forma y el trabajo estructural de la pasarela.

Es una estructura espacial y tridimensional, una lámina plegada con sección en U, donde los necesarios pretilos se utilizan también como estructura. Además, de forma discreta se incorpora la iluminación oculta en los pretilos.

La estructura se proyecta básicamente en solución metálica pura, donde el trabajo principal longitudinal se recoge principalmente a través de los nervios metálicos laterales de la plataforma. El trabajo transversal se resuelve mediante un forjado convencional en estructura mixta, donde el hormigón permite reducir cantos, flechas y cuantías de metal para las amplias luces transversales. La solución mixta permite reducir muy sensiblemente el peso y, por tanto, el coste del conjunto de la estructura. Asimismo es la solución óptima desde el punto de vista funcional para el alojamiento, inspección y mantenimiento de las conducciones. La losa de hormigón arriostra transversalmente la pasarela frente a esfuerzos laterales de viento. Finalmente, en zonas de compresión y flexión negativa se plantean unos macizados laterales de hormigón, conectados a las chapas de fondo y laterales de la sección, para aprovechar un favorable trabajo mixto que reduce las cuantías y exigencias de rigidización del metal a compresión de dichas zonas.

La estructura funciona con un complejo trabajo metálico y mixto, en la búsqueda de la máxima economía y mejor respuesta técnica, mediante el uso más apropiado de los materiales acero y hormigón en cada elemento de la pasarela, que permite además reducir la magnitud de las reacciones, lo que resulta de gran interés estructural y económico, dadas las condiciones de cimentación existentes.

El recurso al acero inoxidable como elemento estructural constituye una nueva aplicación singular de un material con enormes cualidades estructurales, estéticas y de mantenimiento, todavía poco explotadas pero con una indudable proyección en un futuro inmediato. Por otra parte, el acero inoxidable permite eliminar prácticamente los costes de mantenimiento y conservación, y constituye una garantía total de resistencia a la corrosión, muy

**Es una estructura espacial y tridimensional, una lámina plegada con sección en U, donde los necesarios pretilos se utilizan también como estructura. El recurso al acero inoxidable como elemento estructural constituye una nueva aplicación singular de un material con enormes cualidades estructurales, estéticas y de mantenimiento, todavía poco explotadas pero con una indudable proyección en un futuro inmediato.**

ventajosa frente a soluciones de hormigón o acero pintado tradicionales.

La solución propuesta respeta con suficiente holgura los gálibos horizontales y verticales mínimos establecidos en las bases del Concurso, tanto en lo relativo al tráfico de embarcaciones en la ría como en el de peatones y vehículos por la zona del muelle y de la avenida de la Universidad. La tipología de la solución estructural planteada, en sección abierta en U con tablero inferior, es por su propia naturaleza la que permite garantizar la mayor reducción de gálibos compatible con el problema estructural y la máxima esbeltez visual, por encima de cualquier otra tipología estructural. El canto del forjado proyectado, de 50 cm., viene condicionado exclusivamente por el propio alojamiento de las canalizaciones requeridas en el Pliego, de 30 cm. de diámetro. El canto necesario por razones estructurales se integra en los dos petos-barandilla laterales, por lo que en ningún caso el canto estructural resulta condicionante, siendo las propias exigencias funcionales (conducciones y altura de barandilla) las que determinan la altura total de la pieza.

La solución permite un proceso de fabricación y montaje muy industrializado y sencillo, con elevación de pocas unidades de gran longitud y poco peso, estrictamente metálicas, que una vez terminadas permiten el fácil y rápido hormigonado de la capa de compresión del forjado mixto. La fabricación en taller y la sencillez de los procesos de montaje permiten garantizar una gran calidad y control de los materiales, soldaduras, procesos de ejecución, detalles y acabados. Se eliminan al mismo tiempo los costes e incertidumbres propios de las obras ejecutadas in situ y se reducen al máximo las desviaciones en plazos y costes de ejecución de la obra, permitiendo simultanear las tareas de cimentación y accesos con la fabricación en taller de los elementos metálicos. El montaje resulta así muy sencillo, exige zonas reducidas de ocupación durante las obras y se plantea según operaciones convencionales ya conocidas.

## 5. CRITERIOS CONCEPTUALES Y ESTÉTICOS

Nuestra idea arranca de un estricto respeto a las exigencias funcionales de la pasarela. De ahí el



*Planta de  
la pasarela*

carácter *fluyente* de sus formas como un *continuum* que se acopla a los recorridos peatonales y su suave y natural integración en el entorno. Paradójicamente, todas las líneas de esta singular estructura son rectas, aunque con longitudes menores.

Es curioso señalar de que modo tan parecido responde el injustamente olvidado ingeniero Fernando Arzadun a un problema funcional similar, en su pasarela de San Antonio de la Merced, sobre la ría de Bilbao, frente al Museo de Reproducciones. En los años treinta construye un arco triangulado de hormigón armado con las patas abiertas apoyadas en la ribera, dejando el paso peatonal de acceso a las dos cotas diferentes de nivel, con una resolución formal y funcional casi idénticas a nuestra propuesta.

El proyecto contiene también en su proceso de formación una parte de las estructuras y geometrías de los materiales que la componen –basicamen-

te acero inoxidable, piedra y madera– asociadas en compleja relación. Una geometría que identifica la realidad de los materiales con su uso.

La elección del acero inoxidable como material más conspicuo significa que nuestra solución no es simplemente formal, esto es, indiferente a los materiales que la componen. El acero inoxidable, este formidable material de nuestro tiempo, cuyas infinitas posibilidades estéticas aún no han sido explotadas en ingeniería civil, aparte de su innegable y propia belleza intrínseca, tratado sin ornamentaciones ni maquillajes –simplemente en su expresión más pura–, le da a la pasarela un carácter simétrico, unitario y una fuerza tectónica que son necesarios en esta intervención.

Además del acero inoxidable, que es el material dominante tanto desde el punto de vista estructural como estético, tenemos presentes en la pasarela la madera tipo "Iroko" para el pavimento de la pasarela, como si de una cubierta de barco

se tratase, y las superficies de piedra que aparecen en las rampas de accesos a la estructura metálica.

La estructura metálica está resuelta con rectas y planos, no con elementos curvos, lo que responde mejor tanto al antifunicular de los esfuerzos, como al proceso constructivo. Este aspecto levemente quebrado, además de ser más funcional, le da a la pasarela una personalidad muy especial. No hay separación conceptual entre el paso principal y los demás. Todos son igualmente importantes. La pasarela los integra plenamente. No hay nada en esta pasarela que sea añadido o decorativo, no hay nada que no responda a las exigencias funcionales. Todo tiene un sentido al mismo tiempo estructural y funcional. Por eso tiene la virtud de la simplicidad, la pureza estructural y la regularidad geométrica.

Quizá esta pasarela llegue a ser un pequeño símbolo de la transformación en Abandoibarra de los antiguos procesos industriales, pasando de la utilización de materiales convencionales como el hormigón armado y el acero, a una nueva mentalidad industrial hacia un futuro mejor y diferente, con tecnologías más limpias y modernas, como es la posible utilización por primera vez en España en

**No hay separación conceptual entre el paso principal y los demás. Todos son igualmente importantes. La pasarela los integra plenamente. No hay nada en esta pasarela que sea añadido o decorativo, no hay nada que no responda a las exigencias funcionales. Todo tiene un sentido al mismo tiempo estructural y funcional. Por eso tiene la virtud de la simplicidad, la pureza estructural y la regularidad geométrica.**

un puente de la chapa duplex por explosión, más económica que el acero inoxidable y con idénticas cualidades de conservación.

En resumen, una pasarela confortable en el sentido etimológico del término (en latín, confortare, fortalecer): una pasarela que fortalezca el lugar. Una estructura que consiga lo que Torroja nos enseñaba en sus clases de la Escuela como principal objetivo de un buen ingeniero, fundir lo tensional y lo estético, sin recurrir a ornamentos, buscando la belleza en la más profunda racionalidad de la estructura, es decir, la sensación de ligereza y de dominio de la propia materia que se obtiene con una forma simple.

Sartre decía que la emoción surge cuando el mundo de lo útil desaparece bruscamente, apareciendo en su lugar el mundo de lo mágico. Pues bien, además de su carácter esencialmente útil, es decir, lo que atañe a lo funcional, constructivo y económico, es posible que nuestra pasarela se acerque al mundo de lo mágico,

quizá por la aparición de una tipología poética, como si se tratase de una estructura que vuelva, casi musical, alejada de lo convencional y determinado. ●

#### FICHA TÉCNICA

<b>Ciente:</b>	"Bilbao Ría 2000"
<b>Autores del Proyecto:</b> Ingenieros de Caminos	José A. Fernández Ordóñez Julio Martínez Calzón Francisco Millanes Mato Miguel A. Delgado Núñez José Manuel González Barcina
<b>Arquitectos</b>	Lorenzo Fernández-Ordóñez Ignacio Bartolomé Biot
<b>Empresa Consultora:</b>	IDEAM, S.A.