

# La estética y el paisaje en los puentes de Juan José Arenas



**Carlos Nárdiz**

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## Resumen

Juan José Arenas ha sido, sin duda, uno de los grandes proyectistas de puentes de España. Su labor como proyectista, la ha acompañado de artículos y libros, en los que a mayores de sus razonamientos técnicos y estructurales, se pone de manifiesto su reivindicación del humanismo en el acercamiento a las obras de ingeniería, con una especial sensibilidad para los problemas estéticos y paisajísticos. En este artículo, que formó parte de la intervención de su autor en el curso de la UIMP de Santander, dedicado a Arenas, en Agosto del 2016, se trata de poner de manifiesto una trayectoria que ha ido evolucionando en el tiempo a través de proyectos concretos de puentes. La sociedad fundada por él, a finales de los años 90, "Arenas y Asociados", continúa hoy esa trayectoria, como manifestación de unas enseñanzas en las que se reconocen sus colaboradores, en donde la ingeniería está tan necesitada hoy de los trabajos y en las enseñanzas de los ingenieros de Caminos, canales y puertos que como Arenas, han sido maestros.

## Palabras clave

Proyecto de puentes, estética, paisaje, ética

## Abstract

*Juan José Arenas has undoubtedly been one of the greatest bridge designers in Spain. His work as a designer has been accompanied by articles and books where, in addition to providing the technical and structural rationale behind these works, he has also sought to vindicate the humanist aspect in the reconciliation of engineering works, with particular sensitivity for aesthetic and landscaping challenges. In this article, which forms part of the intervention by the author in the UIMP course in Santander, dedicated to Arenas, in August 2016, an attempt is made to illustrate the path that has evolved over time through specific bridge designs. The company founded by the designer at the end of the nineties, "Arenas & Associates" continues this development today, as a manifestation of certain practices in which due recognition is given to their collaborators, in a world in which engineering is so much in need of the works and teachings of civil engineers such as Arenas.*

## Keywords

*Bridge design, Aesthetics, Landscape, Ethics*

## 1. Introducción

Los debates sobre la consideración de la estética y el paisaje en el proyecto de los puentes no son nuevos, y se remiten a las alternativas para la construcción de los puentes urbanos, como en el concurso de finales del siglo XVI en Venecia para el proyecto del puente Rialto, pudiendo seguirse en España (a través de la propia ROP) en el proyecto de los puentes metálicos de la segunda mitad del siglo XIX, que sustituyeron a los puentes de piedra, como ocurrió en el puente de Valladolid, o con el más famoso, el puente de San Francisco en Bilbao, por haberlo reflejado Pablo Alzola en su memoria del puente, que fue criticada por Fernando García Arenal, por decir que los valores estéticos había que tomarlos solamente en conside-

ración con los puentes urbanos, desconociendo –como decía García Arenal– que la cualidad estética, no es una cualidad accesoria, si no que debe ir unida a toda obra, cualquiera que sea su destino. Ribera, a comienzos del siglo XX, recogió esta polémica con motivo del concurso del puente de María Cristina (1904) en San Sebastián (al que se presentó con el arquitecto Zapata), cediendo a la decoración, y arrepintiéndose al final de su vida, reconociendo que aunque es de hormigón armado “oculta vergonzosamente el material que lo constituye y con un material barato quisimos dar la sensación de un puente costoso”. La hermosura de un puente –continúa– debe solamente obtenerse por la silueta de sus formas y por la proporción de sus elementos (ROP, 1931).

El debate sobre la estética se trasladará en la ingeniería española al paisaje con las dos actitudes contrapuestas, la de Carlos Fernández Casado, que aspiraba ya en un artículo de 1928 a “causar la mínima perturbación, proyectando en el paisaje con las formas más puras y simples”; y la de Torroja en su “Razón y Ser de los tipos estructurales” (1957), que defendía la obra de ingeniería como dominadora del paisaje, por considerar que “la época romántica ha sido bañada por la técnica: las construcciones son esencialmente obras artificiales” (1).

Entre la actitud de mínima perturbación (sobre todo en la época en que las limitaciones técnicas y constructivas eran más evidentes) y la actitud de dominio, sobre todo a partir de los años 70 del siglo XX, con la extensión de la red viaria a gran escala (redes arteriales, autopistas), se ha movido la ingeniería, donde hay que buscar a través de la trayectoria de cada proyectista las respuestas de proyecto y constructivas a cada problema concreto; en una trayectoria que ha ido evolucionando en el tiempo y donde el conocimiento de la historia de los puentes (de los puentes construidos más cercanos para resolver los mismos problemas funcionales), de las transformaciones de las técnicas (como la revolución que produjo el pretensado a partir de mediados del siglo XX en las formas y en los procedimientos constructivos) y la formación estética y paisajística del proyectista (o si se quiere humanística) forman un “puzle” en el que las dos últimas patas son el papel de los constructores y las demandas de la Administración para a través de concursos o encargos directos, puentes en los que se reconozcan los ciudadanos, como parte de los paisajes urbanos o rurales, que se relacionen además con una historia digna (si se quiere ética) de proyectos y construcción de puentes.

La trayectoria como proyectista (y también constructor, por haber dirigido gran parte de sus obras más conocidas) de Juan José Arenas de Pablo (Huesca, 1940), ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que terminó su carrera en 1963, nos sirve de ejemplo para relacionarnos con la labor de un proyectista de puentes, que puede servir de modelo a las nuevas generaciones, y a la que no es fácil encontrar en España otro parangón con una trayectoria tan luchadora y que haya convertido su obra en la imagen de la ingeniería de puentes en España en las últimas décadas; siendo, por ejemplo, sus puentes de la Barqueta y del III Milenio, las obras más representativas de las dos grandes exposiciones que se han celebrado en España en las últimas décadas: la de Sevilla de 1992 y la de Zaragoza de 2008.

No es extraño, por tanto, que haya recibido tantos reconocimientos nacionales e internacionales (2), y el curso de la UIMP de Santander dedicado en agosto del 2016 a “Juan José Arenas: Puentes y humanismo” (este artículo forma parte de mi intervención sobre “Los Puentes de Arenas: su estética y el respeto por el paisaje”), no es más que un intento de hacer un pequeño homenaje a una figura de la ingeniería en España hoy (por las circunstancias del proyecto y la construcción) irreplicable, y que debería ser más conocida por las jóvenes generaciones de ingenieros, en donde frente a la ingeniería anónima, no hay que cansarse en reivindicar la ingeniería de autor a través de nuestros creadores, en este caso de puentes.

## 2. Profundizando en la historia

Juan José Arenas, en su primer libro “El Puente, pieza esencial del mundo humanizado” (1982), resultado de la conferencia inaugural en la Universidad de Santander (en cuya Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos había obtenido la cátedra en 1976), reflexionaba sobre la historia, la técnica y los aspectos sociales y culturales de la construcción de puentes hasta el siglo XIX, reivindicando el humanismo, no solamente en el acercamiento a los puentes, si no en la formación del proyectista, comparando la tradición francesa y anglosajona de los siglos XVIII y XIX, y mostrando que cuando existe voluntad política: “Pueden lograrse obras bellas, económicas, avanzadas y aún duraderas”, como el puente colgante de Clifton, en Avon, proyectado por Brunel en 1830, con 190 m de luz. Igual ocurrió con los viaductos de finales del siglo XIX como el de Garabit (fig. 1) o el de Firth of Forth. La ingeniería francesa con Sejourné, aunque todavía consideraba a comien-



Fig. 1. Puente de Garabit. Foto C. N.



Fig. 2. Puente de Rossgraben de Maillart. Foto C. N.

zos del siglo XX el hormigón armado un “material horrendo”, indigno de componer las bóvedas de los puentes, mostraba –según Arenas– en el “Puente Adolf” y en el “Puente de Los Catalanes” que con “el dinero de la colectividad, ningún gasto superfluo está permitido”. Sejourné pertenecía “al reducido círculo de ingenieros que, además de estudiar, proyectar, y construir, han tomado la pluma para hacer llegar sus ideas, inquietudes y proyectos”.

Juan José Arenas se sentirá identificado con este tipo de ingenieros, que además de explicar sus obras en revistas especializadas, como ha sido el caso de “Hormigón y Acero” desde los años 70, han reflexionado sobre su obra, no solamente desde el punto de vista técnico, con un testamento que es su libro “Caminos en el aire”, publicado en el año 2000, en el que reflexiona sobre la historia de los puentes del siglo XX, en especial las de hormigón pretensado, leyendo el pasado desde su propia experiencia profesional, con un lenguaje didáctico con el que quiere llegar a sus alumnos, a pesar de la poca valoración que se hace de la historia hoy en las Escuelas de ingenieros de Caminos (3).

Su admiración por Maillart, y su vocación de proyectistas de puentes, lo confiesa en su libro “Caminos en el aire”, cuando como estudiante del primer curso de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, en 1959 (todavía en el Retiro), se encontró con el libro de Max Bill sobre “Robert Maillart” (1947), que poco después consiguió comprar. Aunque no visitó directamente los puentes Maillart (y su admirado Salginatobel) hasta 1998, por la carretera de apenas 3 m que asciende hasta el puente experimentó lo que este puente significa, y lo que se



Fig. 3. Puente de Lucancy de Freyssinet. Foto C. N.

siente cuando se contempla el paisaje desde el puente, con la satisfacción asociada al dominio del abismo y la posibilidad de cruzarlo y verlo desde la otra ladera. A nadie extrañaría, dice Arenas, que su valoración estética y paisajística de estos puentes “se funda y superponga con otros valores, empezando por los resistentes... Hay poca duda de que en la valoración de puentes como Salginatobel, la idoneidad técnica supone una parte esencial de la calificación positiva” (4). A la calidad técnica de los puentes, añade Arenas, siguiendo a Maillart, la “calidad ética”, que significa construirlos sin despilfarrar materiales, que siempre son escasos, y sin perturbar el tapiz verde de las laderas del valle (5) (fig. 2).

Los arcos laminados de los puentes de Maillart, influidos por el encuentro estructural de su maestro suizo Ritter, serán utilizados por Arenas (a través del filtro del también ingeniero suizo Christian Menn, y su puente de Richenau, 1964) en el Puente de las Oblatas en Pamplona (1992), en el Viaducto Morlans en San Sebastian (1999), y en el Puente del III Milenio (2008), estos dos últimos con arco superior, descansando la rigidez a flexión ante las cargas variables en el tablero, y reduciendo el arco a la antifunicularidad del peso propio.

De Freyssinet, sin embargo, no tiene igual concepto (aunque resalta sus aportaciones teóricas y prácticas) atribuyéndolo más que la idea del pretensado, su aplicación (al entender que el prealargamiento del acero debe ser varias veces mayor que los acortamientos debidos a la fluencia y la retracción del hormigón), criticando la obsesión de Freyssinet por encontrar “un nuevo material” con el pretensado, como en Lucanzy (fig.3), en las tres direcciones, considerando entonces que el pre-



Fig. 4. Viaducto Corso Francia en Roma. Foto C. N.

tensado transversal solo debía aplicarse en los puentes con grandes voladizos, aunque él mismo lo utilizó, por ejemplo, en el Puente del III Milenio (6). Arenas, sin embargo, admira la revolución tipológica que supusieron los puentes pretensados, con la industrialización de los puentes franceses a partir de mediados de los años 40, con los tableros continuos alemanes, y la técnica de construcción por voladizos sucesivos, con la que los puentes empezarán a “caminar por el aire”, dejando de importar la altura del puente sobre el valle, o atravesando con elegancia los tramos rectos construidos los grandes ríos europeos. Con el pretensado no solamente se modificaron los alzados de los puentes, sino también su sección transversal. Con él, “todas las formas responden a la función, y por lo mismo la pureza de líneas resultantes va a ser la expresión rotunda de un conocimiento profundo de los mecanismos resistentes de las piezas de hormigón” (7).

Su planteamiento estético de los puentes, es recurrente en este sentido: “solo comprendiendo el sentido profundo de una construcción, se puede aspirar a manifestar externamente sus valores”. Por tanto, lo primero es la estática, es decir “el sentido resistente acabará insuflando carga poética y la tensión creativa, además de sugerir soluciones que de otro modo quizás no aparezcan en la mente del ingeniero”. Hay poca duda –continúa– “que la búsqueda intensa de concepciones estructurales dotadas de la mayor claridad resistente, a la par que expresividad externa y el desarrollo al límite y hasta los últimos detalles del tema básico de la composición, con el mayor cuidado en volúmenes, proporciones, formas, texturas y claridad y sombra, constituye un buen camino de aproximación” (8).

Arenas se apoya en las ideas y obras de Nervi sobre la expresividad visual de lo resistente, e incluso se apoya en los estudios de Rudolf Arheim sobre la percepción visual de la forma (que recogen obras de Nervi como el Estadio de Florencia o la Sede de la Unesco en París), al que cita también para apoyar sus ideas estéticas. Las pilas del viaducto Corso Francia en Roma (fig. 4), o las formas antropomórficas del Palacete de los Deportes en Roma, supusieron sin duda enseñanzas para Arenas en sus comienzos profesionales sobre la expresividad de lo resistente. Se da además la circunstancia de que Arenas, al comienzo de su actividad profesional, intentó trabajar en el estudio de Nervi, que defendía las enseñanzas del estudio de la historia de la arquitectura “lo que más me ha impresionado al analizar la arquitectura del pasado y del presente –decía Nervi– ha sido comprobar que las obras generalmente aceptadas por la crítica formal y que gozan de general estimación, como ejemplos de pura belleza, son también relativas a las técnicas constructivas y a la claridad de los materiales disponibles, en los distintos tiempos y lugares, el fruto de técnicas constructivas correctísimas” (9).

Lo mismo dice Arenas: “si algo caracteriza a los mejores puentes de nuestra era es la coincidencia total que en ellos se da entre forma y estructura, de modo que su aspecto externo revela con total claridad sus mecanismos resistentes”. Es por ello –continúa– “que sus formas han de ser producto de una búsqueda rigurosa de la mejor verdad estructural, tomando verdad en el sentido de valores auténticos de resistencia, eficiencia, economía, e incluso, de durabilidad. Lo que supone rechazar de pleno, no hace falta decirlo, cualquier frivolidad de belleza superficial, no acompañando a esa realidad estructural” (10).

El rechazo de lo que en 1990, siguiendo a Sáenz de Oiza, llamaba la “cultura del envoltorio”, en la que la apariencia externa de las cosas importa mucho más que esas cosas, y que suponía una crítica de los puentes que desde finales de los años 80 comenzaba a demandar la Administración (en donde su puente de La Barqueta competía con el del Alamillo de Calatrava, en la exposición del año 92 de Sevilla), la transformará a mediados de los años 90, en su afirmación de la búsqueda rigurosa de la mejor verdad estructural, aunque alertaba que la ingeniería no puede confundirse con la ciencia estructural, y en el caso de los puentes requiere “síntesis apretada entre arte y tecnología, entre forma y mecanismos resistentes, entre claridad de expresión externa y limpieza y eficacia de comportamiento estructural interno que ha sido, desde siempre, el objetivo de los mejores ingenieros” (11).



Fig. 5. Puente de St. Severin en Colonia. Foto C. N.

### 3. Una mirada más compleja a la estética y el paisaje de los puentes

El interés por la estética y el paisaje de los puentes ha sido creciente a partir de los años 60 del siglo XX, sobre todo en los puentes urbanos, siguiendo una tradición que venía desde la antigüedad. La construcción de los primeros puentes atirantados alemanes, a finales de los años 50, generó debates como el del puente de St. Severin en Colonia (1960) sobre la afección al paisaje de la ciudad (y en especial a la torre de la catedral), a partir del concurso convocado por el Ayuntamiento en 1955, que dio lugar a un puente asimétrico con una luz principal de 302 m, que no estaba justificada desde el punto de vista estructural y económico (12) (fig. 5). En este puente, su proyectista, el ingeniero Leonhardt, necesitó del paisajista G. Loomher, para llegar a una forma adecuada de las pilas y los cables, dispuestos en este caso en forma de arpa, frente al puente atirantado de Düsseldorf Kniebr (1969), también sobre el Rin, en el que se buscó la transparencia de los pilonos con los cables en paralelo, situándolos también en la margen opuesta a la ciudad histórica.

Los debates sobre la estética y el paisaje de los puentes, le llevará a Leonhardt, después de toda una vida profesional, a escribir el libro *“Brücken, Bridges. Ästhetik und Gertaltung. Aesthetic and Designg”* (1984), en el que dice que la forma, la estética, la integración de la obra en el paisaje, se convierten también en un problema social (13). Leonhardt en este libro, se apoya en la percepción visual del alzado de los puentes, y en las proporciones (siguiendo a Matilda Gyka), para establecer relaciones geométricas entre el todo y las partes, para identificar las sensaciones de pesadez o ligereza derivadas de las

proporciones geométricas, defendiendo el dimensionamiento estético junto con el estático (porque como decía Carlos Fernández Casado, en la ingeniería no se trata solo de volúmenes, sino de masas que pesan y resisten) y las relaciones de escala de los puentes con su entorno. En este sentido, Leonhardt propone reglas que conducen a la calidad estética del diseño apoyadas en el cumplimiento de la función, la búsqueda del orden, la integración en el entorno, recomendando la realización de maquetas, la elección de los materiales adecuados, la introducción de la complejidad y la consideración de que el mayor grado de belleza lo encontramos en la naturaleza, demandando por todo ello la educación del proyectista en los valores estéticos, y considerando que la estética y la ética (entendida como responsabilidad moral frente al ser humano y la naturaleza), que también defiende Arenas, están relacionadas (14).

Otro libro que ha servido de referencia en los últimos años ha sido el de *“Bridge Aesthetics Around the World”* (1991) del *“Transportation Research Board”* estadounidense, que recoge reflexiones sobre la estética de los puentes de veintidós ingenieros y dos arquitectos, entre ellos Fritz Leonhardt (Alemania), Jean M. Muller (Francia), Christian Menn (Suiza), David P. Billington (Estados Unidos), José A. Fernández Ordóñez (España), que cuentan la experiencia de proyecto de puentes en sus distintos países. Los temas de las proporciones, la claridad estructural, la sencillez del diseño, la libertad del ingeniero para jugar con las formas, las normas de diseño del tablero, las distancias entre pilas, la necesidad de explotar las posibilidades de la topografía, la preocupación por los pasos superiores, la austeridad y mínima ornamentación y el reclamar a los ingenieros (como hacía Fernández Ordóñez la relación con la historia y la naturaleza, y el poder de la imaginación y la sensibilidad emocional) se repiten en muchos de ellos, recogiendo ejemplos de puentes bien proyectados, como el Ganter Bridge (1980), de Christian Menn, que Arenas considera como ejemplo de *“Caminos en el Aire”*, a la altura del Puente de Saginatobel de Maillart. Incluso la propia Administración, como el Californian Departament Transportation, puede proponer guías de puentes, con normas para los aspectos estéticos como el *“Bridge Design Manual”* (15).

Frederick Gottemoeller, arquitecto, ilustra la portada de su libro *“Bridgescape. The art of designing Bridge”*, con el puente de la Barqueta de Juan José Arenas y Marcos Pantaleón (fig. 6). En él habla de la responsabilidad de los ingenieros por el impacto estético de los puentes, en donde la imagen del puente aparece dominada por la forma y el tamaño de los elementos estructurales, proponiendo como objetivos de proyecto: la sencillez

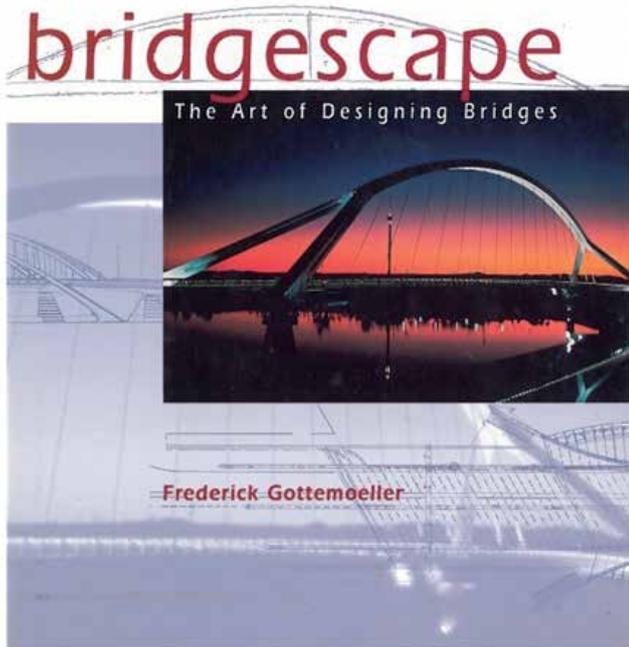


Fig. 6. Portada del libro de Frederick Gottmoeller.

(con un mínimo de elementos), la ligereza y la transparencia (los elementos deben aparecer ligeros), la claridad estructural (los elementos estructurales tienen que ser claramente expresivos), la variedad dentro de la unidad (con la variedad de elementos que produzcan atractivo), y la relación con los elementos del entorno, considerando que los elementos que determinan la imagen del puente son la geometría horizontal y vertical, la tipología de los elementos resistentes del tablero, la situación de las pilas y sus relaciones con el tablero, los estribos, que determinan el comienzo y el final del puente, las impostas y barandillas, la forma de las pilas, la forma y detalles de los estribos, el color, la textura de las superficies, la iluminación y la relación con el paisaje del entorno. Para Gottmoeller, la educación estética de los ingenieros (que son los responsables últimos de los puentes) les permitiría crear arte estructural, aunque este arte, sin embargo, no dependa de unas guías estéticas, sino de la sensibilidad del proyectista (16).

Desde los años 90, sin embargo, los planteamientos estéticos respecto al diseño de los puentes se han hecho más complejos, en parte, como reconoce Javier Manterola en un artículo

escrito en esta misma revista en 1997, por la mayor presencia en los arquitectos en el diseño de los puentes (fundamentalmente urbanos). Hoy –dice– no debemos esforzarnos por repetir Bendorf o Sando, llevamos 40 años repitiendo el mismo catálogo de puentes. Y aunque defiende a aquellos ingenieros que están en el proyecto con soluciones tradicionales, y que no creen que las nuevas soluciones formales sean importantes, defiende también a los ingenieros que aplican planteamientos estéticos de nuestro tiempo, entre los que cita a Jörg Schlaich, Marc Mimrac, Jiri Straski, o sus propios proyectos como el puente de Euskalduna en Bilbao (que luego completó en la propia ciudad con el puente Galindo), o el puente para la alta velocidad en Osera de Ebro (17) (fig. 7).

Este es también el planteamiento de Miguel Aguiló, que en su libro “La forma y el tipo en el arte de construir puentes” (2008), critica la dependencia tecnológica de la forma con la que se han aproximado algunos a los puentes, ignorando como dice Billington, la centralidad de la estética en la creación de puentes y estructuras. Frente a la historia de los casos singulares, propone centrarse en los tipos, defendiendo una historia crítica de los puentes basada en el “topos” ( el sitio o el lugar en el que localiza el puente), el “tipos”(como expresión de la tecnología acumulada) y la “forma” (como expresión del diseñador). Los capítulos más atractivos son los dos últimos, en los que apuesta por la disolución de los tipos clásicos, y al igual que venía defendiendo la arquitectura desde finales de los años 80, con los proyectos “deconstructivistas”, o la ingeniería, desde los años 90, con proyectos como los de Jörg Schlaich, o Jim Straski, apuesta por los métodos híbridos (distinto material, tipos estructurales, procesos constructivos) criticando el funcionalismo resistente como medio para alcanzar la belleza,



Fig. 7. Puente de Euskalduna en Bilbao. Foto C. N.



Fig. 8. Puente sobre el río Iraki en Lumbier (Navarra). Foto C. N.

defendida por una ingeniería anónima despersonalizada de sus contenidos simbólicos y culturales. Para Miguel Aguiló, los valores que durante décadas fueron sacrosantos para guiar el diseño, como la búsqueda de la economía, la subordinación a las exigencias estructurales, o la fidelidad a la función, hoy han perdido actualidad (18).

¿Qué piensa Juan José Arenas? A mayores de las reflexiones estéticas y paisajísticas que recogíamos en el apartado anterior, apoyadas en escritos y conferencias, podemos encontrar en los razonamientos con los que explica sus obras (por tanto un pensamiento práctico), independientemente de las contradicciones entre lo diseñado y lo proyectado y construido, algunas claves de su pensamiento, en donde Arenas cree firmemente en la calidad estética de las obras públicas (por tanto más allá de los puentes), considerando que debe ser incluida en el conjunto de “funciones esenciales que ellas deben cumplir”. Pero para Arenas (en este sentido sería un ingeniero tradicional, a diferencia de sus últimas obras, con un protagonismo mayor de sus colaboradores), la Estética debe ir unida a la Estática y a la Ética, y dentro de estas funciones, la primera es la Estática: “solo comprendiendo el sentido profundo de una construcción se puede aspirar a manifestar externamente sus valores” (19).

#### 4. Los puentes de Arenas

No con todos los puentes proyectados por Arping, Apia XXI o Arenas Asociados se ha sentido identificado Juan José Arenas. A algunos, como decía Freyssinet del puente de Veudre, los ha amado más que otros, por reconocer en ellos su búsqueda a lo largo de las distintas etapas, de su trayectoria profesional. Aunque Arenas comienza su actividad profesional en la segunda mitad de los años 60, después de haber terminado su carrera



Fig. 9. Ensanche del puente de Berbinzana. Foto C. N.

en diciembre de 1963, trabajando para la empresa de prefabricación Alvajar (hoy Alvisa), su dimensión como proyectista no comienza a manifestarse hasta comienzo de los años 70, con el proyecto de dos puentes pórticos: el Puente sobre el río Ara en Boltaña (Huesca) (construido entre 1972-73) y el puente sobre el río Iraki en Lumbier (Navarra), en los que abraza claramente el pretensado, para saltar el cauce de estos ríos con apoyos en los extremos del cauce. En ambos hay que destacar la claridad estructural, y el cuidado de los planos de los puentes, que será recurrente en las obras posteriores de Arenas (20) (fig. 8).

En esos años, por su aproximación a la historia y el conocimiento de los puentes históricos, será requerido para intervenir en el ensanche de los puentes de piedra (de los siglos XVI o XVII) de Larraga, Berbinzana y Miranda de Ebro sobre el Arga, encargados por la Diputación Foral de Navarra, en donde aplica soluciones homogéneas para los mismos, ensanchando el tablero de 5 a 10,40 m, con una losa superior de hormigón armado, construida con piezas prefabricadas apoyadas en el refuerzo de las bóvedas y los tímpanos, con recrecidos de hormigón en la rasante de los puentes, que hoy aparecen claramente vistos, y que conjuntamente con los ensanches de los estribos, contrastan claramente con las fábricas de piedra. Se trataba de soluciones técnicas, que aunque mejoraban los ensanches que a finales de los años 60 y comienzos de los 70 se estaban realizando de los puentes, sin ninguna consideración por las fábricas históricas, hay que mirarlos en el contexto de la poca preocupación que entonces existía por los valores patrimoniales de los puentes (21) (fig. 9).

Arenas seguirá interviniendo en puentes históricos durante los años 80, como el puente de María Cristina en San Sebastián, y



Fig. 10. Paso elevado de Fuente de Hierro. Variante oeste de Pamplona.  
Foto C. N.

el puente de Valencia de Don Juan, ambos de Eugenio Ribera, en donde en el primer caso se demolió totalmente el tablero del puente, sustituyendo las bóvedas de hormigón construidas con autocimbra, por bóvedas pretensadas, en las que se apoyaron los tímpanos prefabricados, que reproducen la ornamentación de los tímpanos del puente anterior (aunque sustituyendo la cerámica por hormigón), y en el segundo caso, realizado en la segunda mitad de los años 80 con Marcos Pantaleón, se montó una superestructura con sección transversal en TT, con vigas metálicas de acero cortén que se apoyaron en diafragmas de hormigón blanco sobre las pilas. En este puente Arenas era consciente de que en realidad estaba creando una nueva fachada al puente anterior (aunque manteniendo a diferencia del puente de María Cristina las bóvedas), poniendo al tiempo por testigo de lo acertado de su solución (22).

Los años 70 se van a reconocer en las variantes de las poblaciones, recogidas en el Plan de Carreteras de 1967, del que partían las redes arteriales a las poblaciones, antes de que la crisis de finales de los años 70 (consecuencia tardía de la del año 1973), y la paralización del Plan de Autopistas del Peaje, con las deudas generadas para del Estado, unido a la situación política del momento, terminaran con la construcción de nuevas variantes y autopistas. Arenas tuvo, por tanto, una gran escuela práctica de aprendizaje en las obras que proyectó en los años 70 con Ángel Aparicio, dentro de la empresa Arping, proyectando puentes como los de la Variante Oeste de Pamplona, en donde los dinteles continuos con vigas aligeradas pretensadas y vigas cajón (según las luces), muestran ya las preocupaciones estéticas de Arenas por conseguir grandes voladizos, reduciendo al máximo la ocupación de las pilas (23) (fig.10). Las preocupaciones estéticas y paisajísticas de Arenas,



Fig. 11. Paso elevado de la Avenida de los Pirineos en Zaragoza. Foto C. N.

en el proyecto de pasos elevados, se manifiestan ya claramente en los pasos de Ramón y Cajal, el Sagrado Corazón y el enlace de Santamarta, en Madrid, con un cuidado en las relaciones entre el tablero y las pilas, e incluso con reminiscencia de Nervi en el proyecto de las pilas (24).

El paso, sin embargo, elevado fundamental, que resumirá la búsqueda en la que estaba Juan José Arenas, por desarrollar su propio lenguaje con proyectos de pasos elevados (en donde desde finales de los años 60, existía en España un debate sobre la forma de los mismos: Cuatro Caminos Eduardo Dato en el caso de puentes urbanos, o los proyectos de Carlos Fernández Casado, sobre la A-6), es el de la Avenida de los Pirineos en Zaragoza, con doble tablero de 30 m de ancho, proyectado con carácter monolítico, sin juntas longitudinales, y en donde trata también de forma monolítica, de explotar las posibilidades plásticas del hormigón, disponiendo los apoyos (a diferencia de otros puentes) en los encuentros de las pilas con la cimentación. Prolonga así los paramentos laterales y el intradós de los cajones de los tableros a través de la forma de las pilas, creando formas curvas, con las que trata de reproducir la visión desde debajo de las formas de las bóvedas. Este puente, proyectado con Ángel Aparicio, y terminado un año después de que obtuviera la Cátedra de Puentes en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander, mostraba ya el interés didáctico que para Arenas tenían también los puentes que proyectaba, en los que competía en el proyecto de los pasos elevados, con proyectistas como Javier Manterola, Leonardo Fernández Troyano, José A. Fernández Ordóñez, Julio Martínez Calzón, en la búsqueda de la forma de los mismos, e incluso en los pequeños detalles, como se ve en el cuidado con que proyecta las impostas y la barandillas (25) (fig.11).



Fig. 12. Intradós de la pasarela y puente de Arrigorriaga en Bilbao.  
Foto C. N.



Fig. 13. Pasarela de Cruces en Bilbao. Foto C. N.

#### 4.1. Entre el arco y el tirante a partir de los años 80

Arenas busca reducir la expresión visual de sus puentes a la claridad estructural de los arcos (que representan las compresiones) y de los tirantes (que representan las tracciones), que refunde a finales de los años 80 en el arco *bowstring* del puente de la Barqueta, del que atiranta el tablero. El tirante, para cubrir luces pequeñas de pasarelas, en una etapa en la que Arenas estaba concentrado en los temas docentes (con pocas posibilidades de proyecto), es la expresión de las tres pasarelas que proyecta (ya con Marcos Pantaleón) en la periferia metropolitana de Bilbao, encargadas por la Diputación Foral de Vizcaya, que empezó a tener competencia en carreteras a partir de 1985.

La pasarela de Arrigorriaga, para salvar el río Nervión, que se prolonga en una de las márgenes hacia un paseo lateral, en donde Arenas cuida el diseño de la torre (que va empotrada en el tablero) con la forma del tablero de hormigón, iba asociada a un nuevo puente sobre el Nervión, para sustituir al destruido con la crecida de 1983. Este puente, hoy sin uso, más allá de servir su tablero de estacionamiento, muestra la preocupación de Arenas por las pilas, abiertas con ovoides centrales, que se prolongan a través de las formas del intradós del tablero de hormigón, en donde Arenas está pensando ya en el espejo que el agua produce en el tablero de los puentes (fig. 12).

La pasarela de Cruces (en el entorno del barrio del mismo nombre de Bilbao), es una referencias paisajística para los que se acercan a Bilbao desde la A-8, y con ella resuelve el desnivel de unos 15 m, con la parte superior e inferior del barrio, a través de una potente rampa de hormigón en voladizo, de la que

sobresale el pilono que atiranta el tablero de la pasarela, de unos 55 m de luz, en donde utiliza ya para la protección de los tirantes vainas rojas, para diferenciarlas del hormigón del tablero, y de los elementos cerámicos del pavimento, bancos y pretilas (fig. 13).

En la pasarela de Astrudubia, también para comunicar el barrio del mismo nombre, en la margen de la ría de Nervión, superando un desnivel, atiranta el tablero (con dos tramos, uno hacia el parque inferior, y otro hacia el borde de la ría), desde un pilono desdoblado en dos semitorres con tirantes paralelos al paisaje de la ría. La forma curva del tablero, busca la integración con las formas de las pilas, con recursos formales en las pilas y escaleras apoyados en la plasticidad del hormigón que se completa con el color rojo de los cables y las barandillas. En esta pasarela, como en las anteriores, la cerámica de los pavimentos y los antepechos de las jardineras, son los elementos más débiles de diseño (26) (fig. 14).

Hay que preguntarse por la influencia de los anteriores proyectos de las pasarelas, en el proyecto del puente de La Barqueta, con el que Juan José Arenas y Marcos Pantaleón iniciaron en 1987 la andadura de Apia XXI, S.A. en Santander, en cuya Escuela de Caminos Marcos Pantaleón había conseguido la cátedra de estructuras en 1985. El puente de la Barqueta, proyectado para la Expo de Sevilla de 1992 es, sin embargo, de otra naturaleza, y es el resultado de un concurso internacional ganado en 1987. La tipología *bowstring* parece que fue decidida desde el primer momento por las condiciones de la cimentación y la luz del Guadalquivir que había que salvar, en donde aparentemente, para resolver los problemas de pandeo, y el



Fig. 14. Pasarela de Astrudubia en Bilbao. Foto C. N.

entronque con el tablero, dividieron en dos pies inclinados los extremos del arco que sustenta mediante péndolas el tablero. Los argumentos estéticos y paisajísticos para tomar esta decisión (que se convirtió en la imagen del puente) debieron tener igual peso, con un arco, que por ser de acero, no necesitaba ser antifunicular de las cargas, y cuya forma fue decidida por motivos geométricos, y en donde la continuidad de los pies inclinados termina abrazando por debajo el tablero (fig. 15).

La visión del puente, elevándose sobre los cuatro apoyos de hormigón extremos, por encima de los paseos laterales, es un encuentro estético indudable de Arenas (la expresión de lo resistente), buscando una sensación volumétrica y espacial del puente (utilizado durante la Expo solo como pasarela peatonal de acceso principal a la misma), en donde los distintos elementos estructurales aparecen claramente diferenciados, incluso en el color. Con el blanco del arco, Arenas intenta simular la imagen de un arco de hormigón (incluso en los hundidos de sus volúmenes), evocando el comportamiento principal del arco a compresión. Con el color rojo diferenciado de las péndolas, el comportamiento a tracción. Con la forma de pórtico de los pies inclinados que perciben los que atraviesan el puente, la expresión visual de lo resistente que le había enseñado Nervi con los soportes del Palacete de los Deportes de Roma (27).

Arenas y Pantaleón proyectaron también en Sevilla para la Expo del 92, el puente de la Corta (en sustitución a un proyecto de Calatrava, que intentaba dar una respuesta paisajística, con el mismo pilono atirantado, al puente del Alamillo), el puente de Reina Sofía y la Pasarela del Lago. Los dos primeros construidos para el cruce de la Ronda Oeste (al norte y al sur) sobre



Fig. 15. Puente de la Barqueta en Sevilla. Foto C. N.

el nuevo cauce del Guadalquivir (la Corta), con tablero recto continuo, tres vanos de canto variable y sección mixta de acero y hormigón, para salvar luces centrales de 68 y 72 m, el primero de doble calzada y el segundo de calzada única, le plantearon a Arenas la siguiente reflexión: “Los ingenieros nunca somos libres para proyectar sin condicionantes y probablemente y hasta cierto punto ello sea bueno. Porque lo más importante para nosotros es preguntarnos si, a la vista de lo construido, nos sentimos satisfechos. En este caso la respuesta inequívoca es que sí, y ello tanto por su limpieza estructural como por los procedimientos constructivos utilizados”. En este puente se ve también un cuidado por los remates laterales, barandillas e impostas, utilizando elementos prefabricados de hormigón blanco (28). En la Pasarela de Lago (dentro del recinto de la Expo 92), recurre a un puente colgante desde pórticos triangulares en los extremos, que sustentan el tablero de hormigón pretensado formado por vigas de rigidez longitudinales, enlazadas por nervios de acero transversales, en donde trata de relacionarse con el lenguaje “Hig Tech” de los edificios de la Expo, que hoy es el principal motivo de la imagen de ruina que ofrecen, junto a los que se acogieron al lenguaje posmoderno, más allá de la falta de justificación de su uso (29).

La tipología *bowstring* la vuelve a repetir en esos años en el Puente de las Oblatas, en Pamplona, terminado en 1992, y que es un buen ejemplo de los planteamientos estéticos y paisajísticos de Arenas. Se trata de un puente urbano relacionado con la nueva mirada de los Ayuntamientos hacia los ríos y los puentes. La solución adoptada responde inicialmente a un planteamiento estructural (salvar los 50 m del río Arga, sin apoyos intermedios), paisajístico (conseguir que el arco se viese desde



Fig. 16. Puente de las Oblatas en Pamplona. Foto C. N.

las márgenes y durante la aproximación al puente), y estético, por el tratamiento del arco laminar de hormigón blanco y del intradós del tablero. El arco laminar, de mínimo canto, busca la mayor limpieza estructural para soportar un tablero rígido de hormigón pretensado de 27,60 m de ancho a través de una doble fila de péndolas, para convertirlo en un viga simplemente apoyada de gran canto. La búsqueda del espejo del agua en el intradós del tablero, hoy aparece deteriorada por la oxidación de las vigas metálicas en voladizo que sustentan las aceras laterales de madera, que responden a propuestas de los arquitectos que colaboraron con Arenas y Pantaleón en el concurso y en el diseño del entorno (30) (fig. 16).

De esos años es también el puente de la Calle Potosí en Barcelona, terminado en 1992 y construido con motivo de los Juegos Olímpicos, para salvar la luz de 138 m sobre el Río Besós, con tres vanos atirantados de dos torres metálicas centrales, con un esviaje de 20° respecto al cauce, que determinará por motivos estéticos la concentración de los tirantes en el centro para sostener un tablero de 34 m de ancho, con aceras laterales de 5,35 m de ancho y una flexión transversal muy importante. Frente a la sección de hormigón pretensado en alas de avión, se buscó aquí una imagen del intradós con cuerpos huecos piramidales que partían del cajón central (31) (fig. 17).

La apuesta por los puentes mixtos atirantados de varios vanos a comienzos de los años 90, se traducirá en el “Viaducto de las Arenas” en Muskid (a la entrada de Bilbao) proyectado para la Autovía del Cantábrico (A-8), en una zona de transición entre la Refinería y la Playa de Las Arenas. El puente, que fue objeto de un concurso por parte de la Diputación Foral de Vizcaya, lo



Fig. 17. Puente de la Calle Potosí en Barcelona. Foto C. N.

resolvió Apia XXI adaptándolo al trazado curvo de la autovía, con un puente mixto atirantado de cinco vanos (las centrales de 105,3 m de luz y los laterales de 70,20 m de luz) en el que el planteamiento paisajístico y la altura sobre el valle determinaron la solución, que el propio Michel Virlogeux destacaba por la elegancia del puente, acrecentada por la forma de la alineación visual. El viaducto, con tablero único metálico en cajón, que se prolonga con los voladizos, cubre un ancho total de 27,30 m sobre pilas de hormigón de 7,20 m de ancho, y se atiranta desde pilonos metálicos verticales de color blanco y sección en cruz, con pocas concesiones al diseño, que contrastan con los cables con vainas de color rojo, formando parte hoy del paisaje de la autovía del Cantábrico (32) (fig. 18).

Igualmente es de comienzos de los años 90, el Puente sobre el Pisuerga en Valladolid, encargado por el Ayuntamiento, con un proyecto entregado en 1992, pero cuya construcción no se inició hasta 1996, respondiendo a la demanda de las ciudades en esos momentos, que se reconocían en la imagen de los puentes atirantados. El propio Juan José Arenas trató de justificar su solución, reconociendo que la solución razonable, en este caso, hubiera sido un tablero recto con dos pilas intermedias, pero el Ayuntamiento quería un puente emblemático que no pasase desapercibido, considerando sin embargo responsabilidad del ingeniero “concebir el puente que con mayor o menor porte, ofrezca al máxima eficiencia estructural y la más completa limpieza geométrica y, resultando de todo ello, manifestar con total claridad al exterior su funcionamiento resistente”. Arenas, en este sentido, intenta justificar que los razonamientos para su proyecto de puente atirantado son técnicos y que se ha mantenido en la más ortodoxia resistente, tanto en los pórticos



Fig. 18. Viaducto de las Arenas en la Autovía del Cantábrico. Foto C. N.



Fig. 19. Puente sobre el Pisuerga en Valladolid. Foto C. N.

triangulares de los que parten los tirantes, como en el sistema estructural para el tablero, con nervios de borde para conseguir la máxima ligereza, y con cerchas transversales para unir los nervios del tablero, e incluso en los rehundidos profundos de los mástiles y los tirantes oblicuos de hormigón pretensado (33). El puente, sin embargo, a pesar de los detalles constructivos de sus elementos estructurales, y de sus planteamientos resistentes, está fuera de la escala del río, como ocurrió con otros puentes urbanos de la época (fig. 19).

Los puentes atirantados de los años 90, serán compatibles en esa época con los puentes arcos, en donde el arco de la Regenta, sobre el río Cabo (o puente del Pintor Fierros) en el tramo de la carretera Luarca-Cadavedo (hoy desdoblada por la autovía del Cantábrico) es su mejor ejemplo. Para Arenas el arco siempre ha tenido una gran importancia y como dice en un artículo reciente “A pesar de ser la forma resistente más sencilla y antigua, llegar a una comprensión intuitiva completa de su funcionamiento, implica manejar múltiples conceptos estructurales”. La construcción de puentes por voladizos sucesivos, iniciada con el puente de Niesenbach, de 120 m de luz, en los años 60, abrió nuevas posibilidades a la construcción de arcos sin cimbra (34) (fig. 20).

En la Regenta la forma del arco venía señalada por las laderas en V de la garganta de unos 100 m del río Cabo. La bóveda de hormigón finalmente proyectada, tiene 194 m de luz, y sobre ella vuela un cajón metálico construido en 21 tramos iguales que fue ensanchado con el paso de la autovía, de 12 a 22 m. La sobriedad de la solución estructural, es agradecida por el paisaje, determinando una solución muy limpia, con una directriz



Fig. 20. Arco de la Regenta. Foto C. N.

de la bóveda formada por tres centros, con sección bicelular de hormigón armado. Este puente, terminado en 1995, recibió el Premio Puente de Alcántara 1996-98 (35).

Arenas y Pantaleón proyectarán a mediados de los años 90 dos arcos, el viaducto de la Peña en Bilbao y el Viaducto de Morlans, en San Sebastián. En el primero, atravesando por un extremo el barrio del mismo nombre en la margen izquierda del Nervión, el tablero se separa del arco y no posee la elegancia del arco de La Regenta, ni del viaducto de Morlans. Éste, terminado en 1999, sobre un barrio de San Sebastián, sigue la tradición de los puentes en arco con tablero rígido de Maillart, que Cristian Menn reactualizó con el puente de Richenau (1964), y de los que puede considerarse también heredero el puente Infanta



Fig. 21. Viaducto de Morlans en San Sebastián. Foto C. N.



Fig. 22. Bodega de Otazu. Foto C. N.



Fig. 23. Viaducto sobre la ría del Pedrido. Foto C. N.



Fig. 24. El puente móvil en el puente de Barcelona. Foto C. N.



Fig. 25. Puente de la carretera de Villaverde de Pontones. Foto C. N.



Fig. 26. Puente del III Milenio en Zaragoza. Foto C. N.

D'Enrique en Oporto, de 280 m de luz, de José A. Fernández Ordóñez, Antonio Adao y Francisco Millanes. En Morlans, el tablero absorbe la totalidad de las flexiones derivadas del tráfico, lo que dice Arenas "permite un planteamiento arquitectónico cuidadoso". En este puente, las bóvedas ocupan aproximadamente el tercio de la sección del tablero, aumentando la sensación de vuelo, y están separadas por un hueco longitudinal (de pequeñas dimensiones), que coinciden con el eje del puente, buscando así la ligereza de la simetría (36) (fig. 21).

Entre el arco y el tirante, en donde la expresión de la compresión de las bóvedas, la traslada a proyectos arquitectónicos como las bodegas de Otazu en Navarra (1997), con Peña Ganchege (fig. 22), ganará concursos también con otras tipologías, como el viaducto sobre la Ría del Pedrido, para la autopista del Atlántico, de 1.054 m de longitud, con tres vanos centrales de 150 m, con vigas cajón de hormigón pretensado de canto variable y pilas en forma de V, para disminuir el canto del tablero, a las que se unen vanos de acceso con pilas de hormigón de doble apoyo unidas por riostras. Arenas, en este puente, quiso resaltar el vuelo transversal del tablero sobre las pilas, utilizando potentes jabalcones que sobresalen del cajón central, para resolverlo con tablero único, representando este puente una variante tipológica de los puentes anteriores de arcos y tirantes, como el fin de una etapa (dentro de Apia XXI), con la que se aproxima al nuevo siglo (fig. 23).

#### 4.2. *Proyectando para el nuevo siglo*

Juan J. Arenas se ha presentado frecuentemente a concursos, considerando, como ha escrito, que la mejor ingeniería sale de la más dura competición económica. Pero a ello —dice— hay que añadir la exigencia de que la Administración actúe con limpieza y transparencia, y que actúe como árbitro competente valorando y exigiendo calidad. Para Arenas "es fácil constatar el hecho de que los puentes que al final se construyen, resultan de procedimiento administrativos de adjudicación de los proyectos y obras... De poco sirve cultivar la ciencia de la construcción o el arte de las estructuras, mientras se mantengan procedimientos que siendo con seguridad legales, carecen con frecuencia de transparencia, si no se explican adecuadamente y no dan lugar, por ejemplo, a exposiciones públicas en las que los ingenieros puedan apreciar y valorar las diferentes soluciones presentadas a un concurso importante" (37).

El puente móvil en el puerto de Barcelona, fue el resultado de un concurso ganado por Arenas en 1997, para salvar la luz libre de 109 m, que lo convirtieron en el puente móvil récord del mundo. El lenguaje de Arenas para comunicar el muelle Adosado (o de

Rompeolas) con el de Poniente, está presente no solo en los aspectos técnicos, sino también en los paisajísticos y estéticos. A la búsqueda de la transparencia desde las márgenes del puerto en contacto con la ciudad, se une el tratamiento escultórico y rehundido en el hormigón de los paramentos de los estribos, como apoyo al giro del tablero metálico móvil, con cajones abiertos que encierran los elementos hidráulicos, y el proyecto de los viaductos de acceso. Estos, con un longitud de 250 m, distribuidos en vanos de 30 m, se proyectaron con un dintel de hormigón pretensado, apoyado en fustes de pilas de sección ovalada coronados por capiteles, resolviendo la transición con los estribos a través de unas pilas en V, con doble pantalla, que resaltan la importancia visual que adquieren las pilas en contacto con los muelles. Igualmente se cuidaron los elementos prefabricados de las barandillas e impostas, que regularizan el frente del tablero (38) (fig. 24).

Es también de finales de los años 90 el puente sobre el Río Tormes en Salamanca, en donde la experiencia del puente metálico sobre el Tormes de Saturnino Zufiaurre (1903), del que Arenas dice en "Caminos en el aire" que es necesario acercarse por las márgenes de este río para ver sus detalles, lo aplica al proyecto de su sección transversal, con grandes voladizos construidos con piezas prefabricadas de hormigón, que dejan huecos circulares intermedios, y en los que Arenas quiere destacar la vista del puente desde abajo.

A finales de los años 90, Juan José Arenas dejó Apia XXI, para formar "Arenas y Asociados", que continúa hasta hoy en día. Curiosamente sus primeros proyectos son arcos metálicos con tipologías *bowstring*, para el paso elevado sobre la A-6 en Aravaca y los dos puentes para la carretera de Villaverde de Pontones (Cantabria), sobre los ríos Aguanaz y Pontón, en donde Arenas se recrea en el dibujo de las formas, compatibles con la estructura de acero. Ambos, se sustentan en arcos metálicos tubulares y perfiles metálicos para las péndolas, inclinados en el segundo caso, para abrirlos según Arenas al espacio vital de la conducción (39) (fig. 25).

Arenas, sin embargo, siempre que puede, piensa en arcos de hormigón (a pesar de La Barqueta). El puente del III Milenio, para la Expo de Zaragoza 2008, puede considerarse el remate de una trayectoria profesional a través de la búsqueda de la forma en sus puentes. Supone, por otra parte, la interiorización de las enseñanzas de Maillart respecto a los arcos laminares, que había puesto en práctica en el Puente de las Oblatas en Pamplona. Aunque él dice que es la transcripción del puente sevillano de la Barqueta al paisaje árido de Aragón, cambiando



Fig. 27. Piezas de los apoyos del tablero del Puente del III Milenio.  
Foto C. N.

el acero de Sevilla por una concepción en piezas de hormigón pretensado en las tres direcciones del espacio euclídeo, el proyecto representa un salto de escala respecto a los puentes anteriores (40) (fig. 26).

El proyecto tenía un precedente anterior de 1992, con el mismo esquema estructural, para salvar las vías de ferrocarril y el río Ebro en Zaragoza, pero con una sección transversal distinta del tablero (dos vigas cajón longitudinales, conectadas por vigas transversales de canto variable) que Arenas mejoró con motivo de la Expo, con una sección integrada, que mejoraba además el perfil aerodinámico del tablero, e incorporaba el alma a los ángulos de tiro de las péndolas (41). El puente del III Milenio, además, quince años después, incorporó problemas técnicos y constructivos, por su escala, que no estaban en la Barqueta. Su luz principal de 216 m, para salvar el Ebro, que se amplía a los 270 m con los vanos laterales, por consideraciones hidráulicas, lo convirtieron entonces en el puente de mayor luz del mundo con esta tipología.

El proyecto del arco laminar superior, se llevó al límite con el reparto de rigideces entre el arco y el tablero, utilizando un hormigón blanco autocompactante (HA-75) con pretensado interior y exterior, para disminuir los espesores. La forma es además una parábola de 2º grado, adaptada a la antifunicularidad de las cargas del peso propio del puente. Del tramo central del arco, de 144 m, elevado 36 m sobre el tablero, con sección maciza de forma hexagonal y con un ancho de 5,40 m y canto variable entre 1,20 y 1,80 m, parten los pies inclinados, arriostrados en su parte intermedia, con una forma de A, en la que Arenas busca conformar una imagen arquitectónica (o de



Fig. 28. Bóvedas de acceso al Parque de la Expo de Zaragoza. Foto C. N.

arquitectura estructural). Frente al puente de La Barqueta, los apoyos ya no sostienen al mismo tiempo los pies inclinados y el tablero, si no que proyecta cuatro piezas con formas escultóricas que integran los apoyos, diferentes del tablero y de los pies inclinados, con los que busca una respuesta espacial a la relación del tablero con los pies inclinados. El remate de los apoyos con unas pirámides octogonales invertidas, sigue la tradición de Nervi en la expresividad de lo resistente, que está también en los pies inclinados que rematan el tramo central del arco. El juego de ambos apoyos (los del tablero y los de los pies inclinados), elevando el tablero sobre el suelo (como en la Barqueta), contribuye a la imagen de ligereza del puente elevándose sobre el terreno (fig. 27).

Hay que destacar también las aceras en voladizo (que avanzan desde el tablero central), en donde al igual que en Oblatas, se recurre a un piso de madera, pero en este caso protegiéndolo con superficies curvas de cristal que contribuyen a la aerodinámica del puente. Estas aceras protegidas, contribuyen además a la integración urbana del puente, y las dudas iniciales que podrían existir respecto al encaje del puente con la ciudad, por su escala, en el entorno del parque de la Expo, o respecto a su relación con otros puentes, como la pasarela cubierta de la Expo proyectada por Zaha Hadid, hoy se desvanecen por su integración clara en la ciudad de Zaragoza, de la que se ha convertido en una referencia, y por la desvalorización de la pasarela, por su falta de uso. La calidad en el diseño del puente, lo muestra incluso Arenas en las bóvedas que proyecta para resolver el tramo aporricado de acceso al Parque de la Expo, y que recuerda la elegancia de las bóvedas de Otazu (fig. 28).

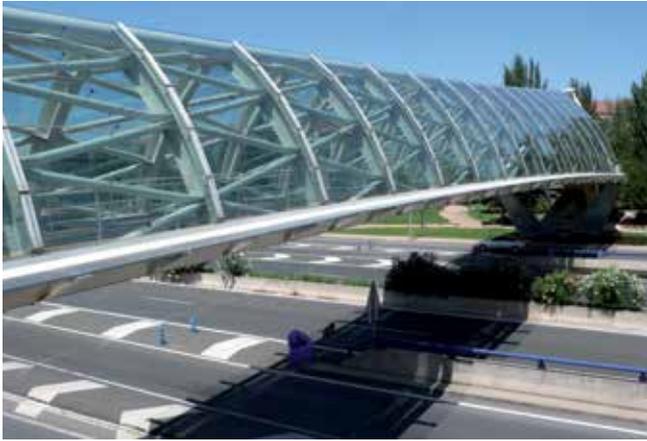


Fig. 29. Pasarela a la Cava en Logroño. Foto C. N.



Fig. 30. Paso Superior de la Autovía del Cantábrico próxima a Torrelavega. Foto C. N.

En la construcción de este puente, introduciendo incluso algunos cambios respecto al proyecto inicial, se formaron ingenieros de Caminos que hoy constituyen el núcleo de Arenas@Asociados, como su director Guillermo Capellán, Miguel Sacristán, José Berrozueta, etc., que han continuado a partir de mediados de la primera década, con participación, aunque decreciente, también de Juan José Arenas, la labor de la ingeniería, incorporando nuevos lenguajes.

La Pasarelas de la Cava de Logroño (2006) (fig. 29), la Pasarela de acceso a la Estación de las Delicias (2008), la Pasarela metálica en el Dique San Telmo en Malta (2010), la Pasarela de la Florida en Oviedo (2015), tienen la calidad de las obras anteriores de Arenas, en las que se reconoce el lenguaje de proyecto en los tramos de hormigón, pero con mayor libertad en las celosías y en los tramos colgantes o atirantados, que las relacionan con otros lenguajes que han ido incorporando los ingenieros más jóvenes de la consultora, heredadas, por una parte, de aportaciones formales de los arquitectos “hight tech”, a partir de los años 70 y, por otra, de los encuentros estructurales y formales de ingenieros como Schlaich o Mac Mimrac, dentro del eclecticismo con el que se mueven hoy los ingenieros proyectistas de pasarelas con un carácter urbano. Igual ocurre con los puentes, en donde la tipología “Bowstring”, que Arenas ha seguido explotando en concursos de puentes, como el que ganó para el “Ponte dei Congressi” en Roma (2002) (y que parece que hoy se va a llevar a cabo de una forma más orgánica, aunque respetando los planteamientos iniciales del proyecto), o en un Puente sobre el río Ebro (2006), cuyo concurso perdió, el Puente de la Llamas en Santander, que lleva hoy el nombre de su proyectista, la ha ido completando con

otras tipologías, como las atirantadas, buscando el carácter escultórico de sus torres, para ser vistas desde las carreteras que atraviesan superiormente, dentro de un trabajo menos conocido de Arena en el proyecto de pasos elevados sobre autovías o autopistas como los de la autovía del Cantábrico (fig. 30), próxima a Torrelavega (proyectada en los años 90) o los más recientes de la autopista Vitoria-Eibar. Es también el caso del puente de las Rozas (2007) (fig. 31), o del puente de acceso al Parque Tecnológico de Cantabria (2007). Las soluciones atirantadas, que muestran su expresividad en la forma de las torres y en los cables que sobresalen del tablero, se ha elegido para puentes recientes como el de Soto de la Ribera sobre el río Nalón (2011), o el puente de Zorrozaurre en Bilbao (2016), homenaje a Frank Gerhy. Las soluciones mixtas, con vigas rectas de canto variable forman parte del puente de la Rondilla sobre el Pisuerga de Valladolid (2011), del puente para la línea de alta velocidad Vitoria-Bilbao-San Sebastián (2010) y las celosías, con sección descentrada, y un gran protagonismo de los peatones, del 6º puente sobre el río Urumea en San Sebastián (2010) (42).

Que Arenas@Asociados, no ha perdido la mejor tradición ingenieril de su fundador, lo muestra el “Viaducto sobre el río Almonte en el embalse de Alcántara” para la LAV Madrid-Cáceres (2016) recientemente terminado, con un arco de 384 m de luz (record también del mundo para líneas de alta velocidad), que sustenta el tablero por medio de 22 vanos iguales de 45 m de luz (excepto los dos laterales, de 36 m de luz), solo posible como dice Juan José Arenas (ROP, Febrero 2015) gracias a un mayor esfuerzo de conocimiento técnico del hormigón (se empleó HA-80, autocompactante, en el arco) y la utilización



Fig. 31. Puente de las Rozas. Foto C. N.



Fig. 32. Viaducto sobre el río Almonte en el embalse de Alcántara en construcción. Foto Arenas@Asociados.

de programas informáticos avanzados. El cálculo evolutivo, teniendo en cuenta el comportamiento reológico del hormigón en el tiempo, y la consideración de los efectos no lineales, tanto geométricos como de los materiales, ha sido imprescindible, junto con el análisis de los efectos del viento, para construir este viaducto de 1 km de longitud, que respeta el paisaje del embalse de Alcántara, atravesando limpiamente las laderas de las márgenes, de acuerdo con la imagen buscada con las simulaciones previas. La sección octogonal del arco, contribuye además el comportamiento aerodinámico del puente (43) (fig. 32). **ROP**

## Referencias

(1) El debate sobre la estética y el paisaje de los puentes (y de la ingeniería en general) lo he tratado en el artículo de “El Paisaje de la ingeniería, la estética, la historia, el análisis y el proyecto” (Revista OP Ingeniería y Territorio, N°54, Año 2001, Pág 4 a 13) y en el artículo “Obras de Ingeniería y creación de Paisajes” (Revista de Obras Públicas, Febrero 2007, N° 3474, Pág. 19 a 32). El derivado del proyecto del Puente de hierro de San Francisco en Bilbao, junto con la respuesta de Pablo Alzola a García Arenal, fue publicado por la Fundación Esteyco con el título “La Estética de las Obras Públicas” (1993).

(2) Entre ellas: Medalla de Honor de la Asociación Española de Pretensado (1983), Premio de la Convención Europea de la Construcción Metálica por el Puente de la Barqueta (1993), IX Premio de Urbanismo, Arquitectura y Obras Públicas del Ayuntamiento de Madrid por el Nudo de Enlace a 4 niveles, entre la M-40 y la N-1 (1994), Premio Internacional Puente de Alcántara por el Puente Arco de la Regenta (1996), Premio Aragonés del Año (2008), Gustave Magnel Medal (2009), Lurea Magistrale Causa (2009), Premio fib 2010 Awards for Outstanding Concrete Structures (2010). En junio del 2016 ingresó en la Real Academia de Ingeniería.

(3) Junto a su libro “El Puente, Pieza esencial del mundo humanizado” (Universidad de Cantabria, 1982) y su libro “Caminos en el Aire”, (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000), Arenas ha publicado a partir de los años 90 artículos en los que reflexiona sobre el diseño, la estética y el paisaje de los puentes: “El sentido del diseño en ingeniería” (Revista de Obras Públicas, septiembre 1990), “Puentes urbanos: Función y Razón” (Revista OP, Otoño 1991, con Marcos Pantaléon); “El arte y la estética en el diseño de Puentes. Puentes Monumento u obra civil” (Revista de Obras Públicas, Junio de 1995), “Las obras Públicas, compromiso ante la Naturaleza, la utilidad y el Arte” (Revista de Obras Públicas, Noviembre 1997); “Los Puentes en el Paisaje” (Revista IT, N°54, 2001); “Puentes en zonas Portuarias” (Revista IT, N°65, 2003); “La Forma de los materiales” (Revista IT, N°81, 2008). Las reflexiones sobre el diseño, la estética y el paisaje, las encontramos en la explicación de sus puentes en los numerosos artículos que publicó en la Revista Hormigón y Acero, en la que participó desde los años 70, en su Consejo de Redacción.

(4) Ver la descripción que hace Arenas de esta experiencia en el artículo citado de la Revista IT, N°54 “Los puentes en el paisaje” (2001). A Maillart, por otra parte, le dedica numerosas páginas en su libro “Caminos en el Aire” (2000), Pág. 731 a 762, considerándolo ejemplo de la elevación de la técnica a la estética, y explayándose sobre su experiencia en Salginatobel.

(5) Arenas, Juan José “Caminos en el Aire” (2000). Pág. 734.

(6) Arenas comparte la crítica de David P. Billington sobre Freyssinet, ver "The Tower and the Bridge" Princeton University Press (1983), Pág. 194 a 211, en donde lo compara con Maillart, del que Billington escribió varios libros, uno de ellos biográfico "Robert Maillart. Builder, Designer, and Artist" (1997). Basta ver la biografía que José A. Fernández Ordóñez le dedicó a "Freysinet" (1979), para afirmar que Billington, a pesar de haber visto este libro, al menos en imágenes, estaba equivocado.

(7) Arenas, Juan José "Caminos en el Aire" (2000), Pág. 777 a 788.

(8) Arenas, Juan José "El sentido del diseño en la ingeniería". ROP. Sept. 1990, Pág. 13 y 14.

(9) Introducción a los distintos tomos de la "Historia Universal de la Arquitectura". Ed. Aguilar 1978. La obra de Nervi puede seguir en libros escritos por él como "Construire correctamente. Caratteristiche e Possibilit  della strutture comentizie armate" (1955, 1965) y "Aesthetics an Technology in Building" (1965). Rudolf Arheim ha publicado "Arte y Percepción Visual" (1979) y "La forma visual de la arquitectura" (1978).

(10) Arenas Juan J. "El Arte y la est tica en el diseño de Puentes:   Puentes monumento u obra civil funcional?". ROP, enero de 1995. Coincidente con la ponencia presentada al Congreso de Puentes de La Coruña en Noviembre de 1994, que curiosamente había sido inaugurado con una conferencia de Calatrava sobre sus esculturas, como apoyo a sus proyectos de puentes.

(11) Arenas, Juan J. (ob. cit. 1995), Pág. 35.

(12) Wittfoht, Hans "Puentes Ejemplos internacionales". Gustavo Gili. (1975).

(13) Fritz Leonhardt, nació en 1909 en Stuttgart, orientando su actividad a partir de 1934 hacia la construcción de puentes de hormigón armado y pretensado. En la consultora fundada por él "Leonhardt und Andra" en los años 50, trabaj  a partir de los años 60 J rg Schlaich, en proyectos como el Estadio Olímpico de Munich (1972) y en torres de comunicaciones. En España es más conocido por el libro de "Hormigón pretensado", cuya primera edición es de 1954, del que se hizo una edición española en 1977.

(14) Leonhardt en su libro "Bruken, Bridges" DVA (1982), del que existe también una edición francesa y española "Ponts, Puentes" (1982), dedica el capítulo 2 a tratar las bases de la est tica, el 3 a razonar sobre el proceso creativo del diseño, el 4 a establecer guías para el diseño est tico de los puentes, el 5 para reflexionar sobre la influencia del trazado, y el 6 sobre la influencia de los materiales, analizando en los siguientes capítulos los diferentes tipos de puentes, incluidos los históricos.

(15) Transportation Research Board National Research Council "Bridge Aesthetics around the world" Washington, D. C. 1991.

El capítulo en el que se refiere al "Bridge Design Manual" del Californian Department Transportation está escrito por Edward P. Wassermann con el título "Aesthetics for Short and Mediumspan Bridges". Pág. 58 a 66.

(16) Gothemoeller, Frederick "Bridgescape. The Art of Design Bridge" Ohn Wiley@Son (1998). Gottemoeller, a mayores del análisis de cada uno de los elementos estructurales, establece guías para el diseño de diferentes tipos de puentes: pasos superiores, puentes sobre ríos o r as, viaductos de gran luz, puentes de ferrocarril, pasarelas, que cree que son útiles para que el ingeniero no cometa errores.

(17) Manterola, Javier. "Arquitectos-Ingenieros. El futuro de los puentes" (ROP, Junio 1997, Pág. 17-31). Javier Manterola, completó este artículo con otro, continuación del anterior, en la Revista IT (N 58, 2002, con el título "Problemas sobre la est tica de los Puentes" (Pág. 60-69). Ver también las conferencias de J rg Schlaich y Jiri Strasky en Grupo Español de IABSE "Tendencias en el diseño de Puentes". (2000).

(18) Aguil , Miguel. "La forma y el tipo en el arte de construir puentes" Abada Editores (2008).

(19) Arenas, Juan José. "El sentido del diseño en la ingenieria". ROP, septiembre 1990. Pág. 11 a 17.

(20) El puente sobre el río Arga en Boltaña y el puente sobre el río Iraki en Lumbier, al lado del puente histórico, los explicó Juan José Arenas en el número de Hormigón y Acero (N  119-120, 2  y 3  trimestre, 1976) con el título "Puentes pórticos y tramos continuos". Pág. 243 a 269.

(21) Aparte de los estudios de Carlos Fernández Casado sobre los puentes romanos en esa época en España, no existía una valoración patrimonial de los puentes históricos, como se pone de manifiesto en las críticas que recibí el "Catálogo de Puentes Históricos en España antes de 1936", que dirigió José A. Fernández Ordóñez y coordin  Miguel Aguil , iniciado a finales de los años 70. Sobre el ensanche de los puentes de Larraga, Berbinzana y Miranda de Ebro ver el artículo de Juan José Arenas en Hormigón y Acero (4  trimestre 1982, con el título "Ensanche de tres viejos puentes sobre el río Arga (Navarra)", Pág. 129 a 136.

(22) La restauración del puente de María Cristina en San Sebastián se puede ver en Hormigón y Acero (N 157, 1984, Pág. 123 a 132), y el ensanche del Puente de Valencia de Don Juan, en la ROP (Diciembre de 1992), Pág. 118 a 119.

(23) Ver la descripción que hacen Juan José Arenas y  ngel Aparicio de las obras de fábrica de la Variante Oeste de Pamplona en Hormigón y Acero (N 119-120, "Puentes pórticos y tramos continuos", Pág. 251 a 267, con obras adecuadas, como los pasos de Fuentes de Hierro y el Sadar, con preocupaciones est ticas y paisajísticas, y otras como el

puente de San Jorge sobre el Arga, con pilas inadecuadas por afectar al cauce del río.

(24) Sobre estos pasos ver "Hormigón y Acero" N°130, 131, 132, (1979) y en Asociación Técnica Española del Pretensado. Instituto Torroja "Hormigón Pretensado. Realizaciones Españolas". Mayo 1978.

(25) A pesar de la imagen negativa que se ha transmitido desde otros profesionales, de los pasos superiores (e inferiores) realizados en los años 70, con soluciones a veces inadecuadas, por los entornos urbanos en los que actuaban, cuando se sigue la trayectoria de los ingenieros proyectistas, se ve la preocupación (siguiendo las enseñanzas de los pasos elevados en Europa) por los problemas estéticos y paisajísticos. Carlos Fernández Casado, en el libro que resume una serie de conferencias también de otros ingenieros sobre "Puentes y pasos elevados para carreteras y vías urbanas" (Editores Técnicos Asociados, 1977, Pág. 3 a 30) dice que "Ahora pasamos por debajo de estos puentes, y los criticamos porque nos producen un cierto impacto en nuestro conducir, crítica a la que tiene más derecho los ciudadanos, que todos los días tienen que pasar forzosamente por debajo de un puente urbano".

(26) Una descripción de esta pasarela puede verse en el artículo que escribieron Juan J. Arenas, Carlos Alonso y Marcos Pantaleón en Hormigón y Acero (N°171, 2º trimestre 1989, Pág. 15 a 24) con el título "Puente y Pasarela sobre el río Nervión" en Arrigoriaga (Vizcaya) y Juan J. Arenas y Marcos J. Pantaleón, en Hormigón y Acero (N°180, 3º trimestre, 1991, Pág. 119 a 134) con título "Puentes de vías peatonales".

(27) Juan José Arenas y Marcos J. Pantaleón han escrito sobre este puente en la publicación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos sobre "Sevilla. Puentes del 92" (1989), en donde escriben también los autores de los otros puentes que se construyeron en la Expo: el Puente de San Lázaro, el Puente de la Cartuja, el Puente de Chapina, el Puente de las Delicias, el Puente Centenario; o, en otro artículo en la Revista de Obras Públicas (N°139, año 1992), Pág. 47 a 63.

(28) Ver el artículo de Juan J. Arenas y Marcos Pantaleón en la Revista OP "Puentes urbanos. Función y Razón". (Otoño, 1991, Pág. 20 a 29).

(29) La Pasarela del Lago aparece descrita en el artículo de Juan J. Arenas y Marcos Pantaleón en Hormigón y Acero (N°180, 3º trimestre, 1991, Pág. 139 a 145).

(30) Ver la colaboración de Juan J. Arenas, M. J. Pantaleón y Ángel Ortega sobre el "Puente las Oblatas en Pamplona" en Hormigón y Acero N°210 (4º trimestre, 1998), resultado de su presentación en la XV Asamblea Técnica Nacional de la ATEP, Pág. 41 a 53.

(31) Juan J. Arenas y Marcos J. Pantaleón "El Puente de la Calle Potosí sobre el río Besós en Barcelona". Hormigón y Acero. N°196, 1995, Pág. 49 a 58.

(32) La referencia de Michel Virlongeux de este puente se encuentra en la conferencia que dio sobre "Puentes atirantados de varios vanos" en la publicación del Grupo Español de IABSE "Tendencias en el Diseño de Puentes" (2000), Pág. 214-215. Juan José Arenas y Marcos J. Pantaleón escribieron sobre este viaducto en Hormigón y Acero n°196 (1995), Pág. 59 a 68 sobre "Puentes mixtos atirantados". Ver también comunicación de Juan José Arenas y Marcos Pantaleón en Primeras Jornadas Internacionales de "Puentes Mixtos. Estado actual de su tecnología y análisis", celebradas en Barcelona 23-27. Noviembre de 1992 y reproducido en Julio Martínez Calzón (Dir), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos 1993, Pág. 497 a 516.

(33) Arenas de Pablo, Juan. "El Puente de Hispanoamérica sobre el río Pisuerga en Valladolid". Hormigón y Acero, N°214, 4º trimestre, 1999.

(34) Juan José Arenas "Puente arco. Evolución y compresión". ROP, N°3562, Febrero 2015, Pág. 9 a 22.

(35) Ver por ejemplo su integración paisajística en el artículo de Pepa Martín en la Revista del Ministerio de Fomento N°531, Julio-Agosto 2004, Pág. 134 a 138.

(36) Ver la defensa que hace Juan José Arenas de este planteamiento estético en el artículo de la Revista IT, N°81 "Las formas de los materiales" (2008), Pág. 54.

(37) Ver su artículo sobre "Puentes en zonas portuarias" Revista IT, N°65, 2003, Pág. 46 a 56, en donde se encuentran estas palabras como reflexión final sobre concursos que perdió, como el Puente móvil de Valencia, o el Puente de la bahía de acceso a Cádiz, aunque ganó, con justicia, el Puente móvil en el puerto de Barcelona.

(38) Arenas de Pablo, Juan J. "Puente móvil de Barcelona. Ejemplo de integración" en "Grupo Español de IABSE" Tendencias en el Diseño de Puentes" (2000), Pág. 101 a 127.

(39) Ver la justificación espacial que da Arenas de este puente en el artículo citado en la Revista IT, N°8, "Las formas de los materiales" (2008). Pág. 55.

(40) Arenas de Pablo, Juan José y otros. "El Puente del Tercer Milenio sobre el río Ebro en Zaragoza". ROP. N°3490, Julio-Agosto 2008. Pág. 75 a 98.

(41) Aguiló, Miguel. "Puentes para una exposición. Zaragoza 2008". Abada Editores 2008, Pág. 62.

(42) Publicación de Arenas@Asociados.

(43) Capellán, Guillermo. "Puente Arco de alta velocidad sobre el río Almonte". ROP. Febrero 2015.