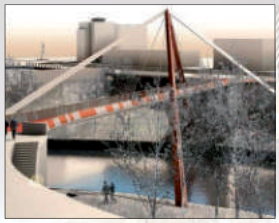
N.8
Diciembre 2016

Cuadernos de diseño
Quaderns de disseny
Design notebook



Diseño
Disseny
Design

Puente de la Constitución de 1812

en la obra pública

Grupo Banco Caminos-Bancofar

El Grupo está especializado en banca privada y personal, ofreciendo una amplia gama de productos y servicios de ahorro, inversión y seguros a través de las distintas entidades del grupo.

Banco Caminos
banco privado

El Banco Privado de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Bancofar

El Banco de los Farmacéuticos.

Gefonsa
Sociedad de Valores.

Gestifonsa
Sociedad Gestora de Instituciones de Inversión Colectiva.

Gespensión
Sociedad Gestora de Fondos de Pensiones.

FAM Caminos
Operador Banca-Seguros Vinculado.

Escríbenos
info@bancocaminos.es

Llámanos
+34 91 319 34 48

Visítanos
C/ Almagro 8 y 42 - 28010 Madrid
Vía Augusta, 153 - 08021 Barcelona

www.bancocaminos.es

Cuadernos de diseño en la obra pública

Colaboradores de este número

Javier Manterola
César Lanza
Raul Escriva
Ángel C. Aparicio
Eduardo Toba Blanco
Francesc Ventura

Grupo asesor

Miguel Aguiló
Joaquim Català
Santiago Hernández F.
Javier Manterola
José Luis Manzanares
Carlos Nardiz

Equipo de redacción

Modest Batlle (coordinador)
Carles Labraña
Pere Macias
Juan Manuel Manrique
Javier Vizcaíno

Secretaría de redacción

Susana Blasco
Tel. +34 93 414 37 47 - adop.ruitem@gmail.com

Editor

Cercle d'Infraestructures

Càtedra Cercle d'Infraestructures:
Copisa, FCC, OHL, Rubau

Red Univ. Iberoamericana de Territorio y Movilidad (RUITEM)

Agrupación Diseño Obra Pública (ADOP)

Gerc-Bcn

Diseño y maquetación

Fabrizio Rodilossi
fabriziorodilossi@gmail.com

Edición de 750 ejemplares
Depósito Legal: B-6.248-2009
ISSN: 2013-2603

Precio: 6 €

La revista no se hace responsable de las opiniones que corresponden únicamente a los autores.

EDITORIAL

Los olvidados

"Los olvidados" es el título de la película que en 1950 Luis Buñuel realizó en México, que le valió el premio al mejor director en Cannes y que ha sido nombrada "memoria del mundo" por la UNESCO. Esto fue en 1950 pero hoy en la ingeniería y en las infraestructuras, en los años 2000, seguimos teniendo muchos olvidados, grandes actores de la ingeniería, unos porqué han dejado de actuar en el escenario de las obras públicas y otros que, aunque hoy siguen actuando, pocos espectadores tienen.

En el número anterior, en estas páginas, Julio Martínez Calzón dijo escribir su postrera lección (no será así) con un magnífico artículo, pero ¿de cuántas escuelas de ingeniería ha sido llamado para que siga impartiendo, no su tecnología, pero sí su saber, mucho más importante? ¿Cuántas escuelas de Ingeniería han llamado a José Luís Manzanares para que hable de sus puentes épicos y de su espíritu, o cuántas a Javier Manterola para captar, sus ideas y su sensibilidad? ¿Y cuándo veremos su nombre en una placa conmemorativa en el puente de la Constitución de nuestra portada?

Y no hablemos de otros muchos, unos que están y otros que ya no están, ¿Cuántos libros y textos se han escrito sobre su obra para seguir aprendiendo? Ninguno o muy pocos, **la ingeniería es olvidadiza**. ¡Qué envidia de la arquitectura! Donde de sus autores, aunque medianos, siempre se encuentran textos sobre su obra.

En el acto de entrega de diplomas a los titulados del curso 2014-15 el Director de la Escuela de Caminos de la U.P. de Madrid, Francisco Javier Martín Carrasco hizo un crucial discurso donde, en muchos aspectos, compartía la tesis de éste editorial, planteando que los grandes profesionales son los olvidados de los centros de formación, cuya tarea es precisamente esta, la de formar, a través de la tecnología, pero **sobre todo a través de la experiencia.**

M.B.

NUESTRA PORTADA
Puente de la Constitución 1812 diseño de Javier Manterola
(*foto Diego Delso*)

Este N. 8 estará presente en las siguientes universidades:
Universidad Politécnica de Pernambuco
Universidad del Pacífico de Lima
Universidad Nacional de Ingeniería de Bogota
Facultad de Arquitectura e ingenieria de El Salvador
Universidad de Santa Caterina de Florianapolis
Universidad Nacional de La Habana
Universidad de la Costa de Barranquilla
Universidad Alberto Hurtado Santiago de Chile
Universidad Anáhuac de México

Estos Cuadernos quieren ser una página en blanco para todos aquellos que tienen el deseo, y acaso también el deber, de opinar sobre algo tan esencial para el futuro de las infraestructuras y de sus profesionales como es el diseño y la estetica, que la sociedad le exige, en razón de que su actuación puede alterar en positivo o negativo la percepción que el usuario tiene de su territorio. Esperamos tus opiniones.

El Puente de la Constitución 1812 sobre la bahía de Cádiz

Javier Manterola
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Catedrático Emerito de la Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid – Miembro de la Real Academia de la Ingeniería.

El Puente de la Constitución de 1812 es una estructura singular de 3.092 m de longitud con un vano principal de 540 m que supone el tercer acceso a la ciudad de Cádiz. Se trata de un puente urbano con gran visibilidad desde la ciudad por lo que ha sido necesario establecer una adecuada distribución de luces cuidando, especialmente los aspectos de diseño con un tratamiento unitario entre los vanos de acceso y el vano principal. Esta unidad conceptual no ha impedido que tanto la tipología de las secciones y los materiales se adapten a los requisitos estructurales de las distintas luces y procedimientos de construcción.

Constituye el record luz en España de cualquier tipología y el tercer puente atirantado más grande de Europa. Además, es el segundo puente más alto del mundo en lo que a gálibo vertical se refiere.

Descripción y Planteamiento General

El puente se puede dividir en cuatro tramos distintos dependiendo de sus diferentes características funcionales. Los cuatro tramos descritos están uno a continuación de otro:

- Viaducto de acceso lado Cádiz; longitud 580 m.
- Tramo Desmontable; longitud 150 m.
- Tramo atirantado situado sobre el Canal de Navegación y sus compensaciones atirantadas; longitud 1.180 m.
- Viaducto de acceso lado Puerto Real; longitud 1.182 m.

El tablero tiene 34,3 m de anchura, correspondiente a cuatro carriles de circulación, dos en cada dirección de 3,5 m de anchura, dos para transporte público y los arcenes, defensas, alojamiento de los tirantes y pantallas para proteger el tráfico del viento, necesarios para la perfecta funcionalidad del puente.

Cimentaciones

Las cimentaciones del Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz se proyectaron con pilotes. En las pila situadas en el mar los pilotes se ejecutaron desde pontona (pilas 3 a 12) y el resto desde tierra.

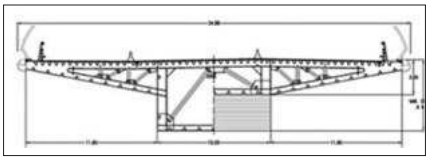
Para la construcción en seco de los encepados del mar se diseñaron unos recintos estancos, en los que se hormigonaba una solera sumergida que hacía estanco el recinto y lo vinculaba a los pilotes previamente ejecutados.

Viaducto de acceso lado Cádiz

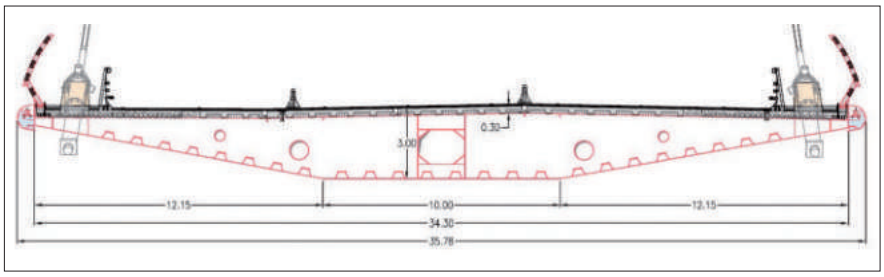
Este acceso tiene 580 m de longitud y está formado por un dintel de estructura mixta con 8 vanos de 75 m de luz típica, y un primer tramo de 55 m. El tablero tiene 3 m de canto total con una losa de compresión de 30 cm, y ancho variable, con un valor medio de 33,20 m.

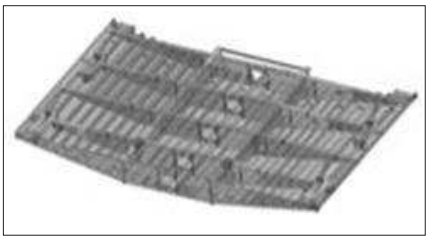
Los condicionantes que lo rodeaban, llevaron a empujar el tablero metálico desde

Tramo desmontable



Sección transversal del tramo desmontable





Secciones y dovelas tipo del tramo atirantado

un solo lado para salvar la luz del vano tipo (máximo) de 75 m.

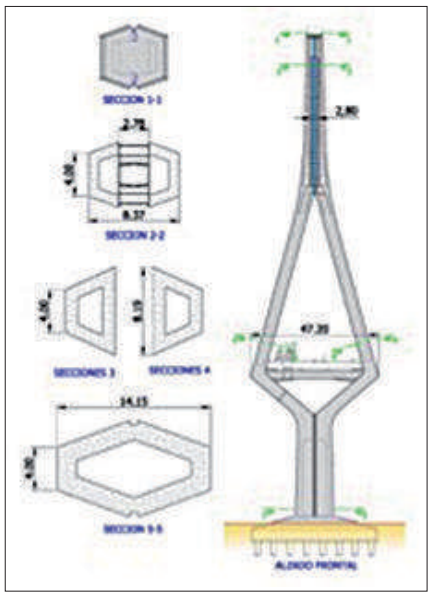
Tramo desmontable

Este tramo consiste en una estructura simplemente apoyada de 150 m de luz que puede quitarse para permitir el paso de artefactos flotantes de grandes dimensiones. La presencia de este puente responde a una petición de los astilleros Navantia, con instalaciones en el interior de la bahía, para permitir el paso de barcos de más de 69 m de altura, máximo posible a cruzar bajo el puente principal. La sección resultante fue una evolución desde la sección tipo ya descrita.

Estructuralmente es un vano isostático de canto variable entre los 3 m de la sección de pilas, hasta los 8 m en el centro del vano. Está formado por una sección estrictamente metálica, para permitir su eventual desmontaje. Este vano se prefabricó en instalaciones contiguas a la traza del puente y se llevó por flotación hasta la vertical de su posición definitiva donde se izó hasta la cabeza de la pila.

Tramo Atirantado

El tramo atirantado del Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz incluye los 1.180 m de longitud correspondientes a 540 m del vano central entre torres de atirantamiento, los dos vanos de compensación de 200 m de luz cada uno y dos vanos más semiatirantados de 120 m de luz cada uno. La concepción del tramo atirantado es el



Torre del tramo atirantado

que ha condicionado el proyecto de todo el puente. La luz de 540 m precisa de una sección con un perfil aerodinámico y un canto de 3,0 m. Con este canto pueden conseguirse luces de 75,0 m tanto en construcción mixta hormigón-acero como en tableros de hormigón pretensado, que permite mantener la unidad formal de los 4 tramos. Según la rasante disminuía de altura en el viaducto de acceso del lado Puerto Real, la luz se fue disminuyendo de forma progresiva hasta alcanzar los 40,0 m, por lo que consecuentemente se disminuyó el canto hasta 2,0 m.

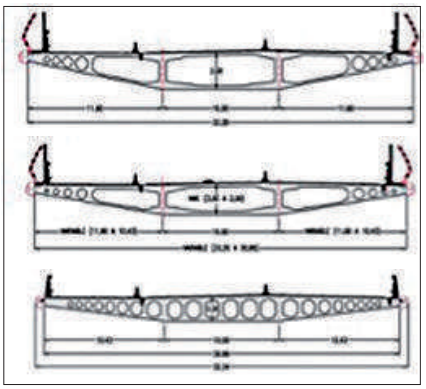
Se ha tratado de mantener siempre que ha sido posible la continuidad estructural. Esta continuidad ha tenido que interrumpirse por la presencia del tramo desmontable. Por ello se disponen cuatro juntas estructurales, en los dos estribos y sobre las pilas que soportan el tramo desmontable. se han dispuesto aparatos de apoyo deslizantes con rótula esférica entre las pilas y el tablero, exceptuando los que soportan el tramo desmontable y los tres apoyos centrales del viaducto acceso a Cádiz, que son apoyos elastoméricos.

Con esta configuración las acciones longitudinales de baja velocidad producidas por el frenado y viento son resistidas en las pilas centrales del Viaducto acceso a Cádiz, en las pilas correspondientes al tramo desmontable y en la torre 13. Las acciones transversales son resistidas en todas las pilas y estribos. El puente se encuentra situado en zona sísmica, con una aceleración del suelo sobre base rocosa igual a 0,07g.

Se instalaron dispositivos transmisores de impacto en la torre-12 que no establecen coacción frente a deformaciones impuestas y acciones de baja velocidad y sí una coacción completa frente a aceleraciones de origen sísmico, actuando de esta forma ambas torres como un pórtico resistente frente a acciones sísmicas longitudinales del tramo atirantado y el viaducto de acceso de Puerto Real.

Con un sistema de atirantamiento lateral, el comportamiento transversal es el principal en la mayor parte del tramo atirantado. Se han dispuesto diafragmas transversales cada 5,0 m que permiten combinar la luz máxima de la losa de hormigón con la disposición de tirantes cada 10 m.

Las condiciones de exposición frente al viento son muy importantes por lo que se proyectó una sección aerodinámicamente muy perfilada, manteniendo un canto de 3,0 m en los 10,0 m centrales y reduciendo el canto al máximo en los bordes. Se dispuso una barrera de protección de los vehículos de 3,0 m de altura porosa al viento y se remataron los bordes con una imposta redondeada.



Viaducto de acceso a Puerto Real y sus secciones

Más allá de los 420 m centrales del puente atirantado, se disponen 2 almas centrales separadas 10,0 m que permiten una transmisión directa y eficaz del esfuerzo cortante longitudinal a los apoyos y pilas.

La distribución del hormigón en la losa superior varía de una a otra zona.

El interior de la viga cajón se hormigona sobre las pilas contiguas a las torres en los vanos de compensación, en una longitud de 20 m, para actuar como contrapeso. Se dispone doble acción mixta a lo largo de 60 m sobre cada torre de atirantamiento y en las pilas contiguas de los vanos de compensación. La losa superior de hormigón es de 30 cm de espesor, realizada "in situ" o prefabricada con aligeramientos de distinta cuantia.

Para la construcción del tablero atirantado del puente sobre la bahía de Cádiz se empleó el método de voladizos sucesivos, montando dovelas a ambos lados de las torres, de manera que los tableros se unieron en el centro del vano principal.

Todo el proceso constructivo estuvo condicionado por el desequilibrio de cargas a izquierda y derecha de las torres, lo que ha requerido un exhaustivo control de cargas y deformaciones.

La construcción tipo consistió en el izado dovelas: 20 m de longitud y ancho completo de 34,3 m, con un peso máximo de 400 t, llegando a tener un voladizo exento máximo de 218.5 m

Pilas y torres de atirantamiento

El diseño de las torres sigue el mismo principio que las pilas normales, aunque de dimensiones bastante mayores.

En el interior de la parte superior de la pila se introduce "el armario" metálico donde se establece el intercambio de tracciones entre los tirantes de uno y otro lado de la torre. Los 176 tirantes que sustentan el tablero están dispuestos en semiarpa y se anclan en las torres y en los laterales de la sección del dintel.

Están compuestos por cordones paralelos, cuyo número varía entre 78 ϕ 0,6" y 31 ϕ 0,6" y disponen del clásico sistema de triple protección.

Como acompañamiento de la visión de su puente, que nos ha hecho Javier Manterola, es oportuno entresacar el siguiente texto de un artículo que publicó, en su día, en estos Cuadernos y que describe su pensamiento

El diseño y la estética

La belleza de una obra es un resultado. Un puente bien diseñado es estético. Nada se Generalmente se confunde lo estético como algo añadido, que no sale del qué de la cosa, algo arbitrario y eso siempre es feo. Hay que encontrar criterios para excluir la arbitrariedad y esto se consigue, si se consigue, penetrando profundamente en la configuración de la idea hasta encontrar lo evidente.

También se piensa que determinadas morfologías, puente arco, puente atirantado, por ejemplo, son las que hay que utilizar para conseguir un puente hermoso. Falso de toda falsedad. Un puente arco puede estar muy mal diseñado, encajar mal en el sitio y ser feo y un puente de vigas prefabricadas puede ser hermosísimo.

Aun, otra confusión frecuente. Durante mucho tiempo se pensó que un puente cuyo diseño respondiese lo más ajustado posible a un comportamiento resistente perfecto, que tuviese lo justo para funcionar adecuadamente, obligatoriamente era hermoso. Pues tampoco, hay muchas cosas estrictas pero feas.

De donde se deduce que no hay reglas para la estética, ni siquiera para definirla, cosa obvia pues si se pudiese definir, todo estaría resuelto y ni siquiera existiría.

Pero hay otro punto fundamental y este estriba en la personalidad del diseñador. Hay distintas maneras de ver. Por ejemplo, la obra de Calatrava es lo más hermoso que hemos visto, dicen algunos. Otros aprecian especialmente lo monumental, la riqueza del tratamiento, su pintura o decoración de las superficies, lo exagerado. Otros, que sólo sienten la belleza a través de lo estricto, la diferencia que existe entre el Frontón de Recoletos de Torroja o los hangares de Orbetello de Nervi. La apreciación de la geometría pura o aquellos otros que necesitan el adorno. Lo espectacular frente a lo contenido.

No quiero que mis calificativos presupongan una valoración superior de una manera de ver y entender sobre otra, aunque son evidentes mis preferencias. Y hay también preferencias en el receptor. Y existe también el talento del diseñador y del receptor. Pero hay que considerar también otra cosa. Nada es obvio. Estamos acostumbrados, de la tradición artística clásica, de la mala tradición artística, a tener una visualización inicial del puente que concluye inmediatamente en que nos gusta o no nos gusta. Esta impresión es inmediata como la que sacamos al ver una Inmaculada de Murillo. Y no es así, ni en los puentes ni en la apreciación del arte clásico. Lo que determina de éste lo artístico no es en absoluto evidente. Una buena educación estética, un buen conocimiento de su historia y una gran experiencia en el sentir es imprescindible para diferenciar una obra de arte de cualquier imitación.

Esa extraña propiedad que hace que un puente sea hermoso, sólo es posible aproximarse a ella viendo puentes hermosos, o que uno piensa que son hermosos, lo que también trae consigo que uno se retrata a sí mismo en dicho juicio, riesgo, que por otra parte, no me importa afrontar. ■

La escultura de Sir Anthony Caro, ingeniero

César Lanza
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Tecnova Ingenieros Consultores

Caro, afanándose en su estudio

Cuando se tiene noticia de un ingeniero que transfigura su alma profesional para devenir artista, y consigue además ser admirado en el rutilante mundo de las Bellas Artes, uno se pregunta: ¿cómo habrá sucedido tal prodigio? Y, a poco que se interese en el caso, aflorarán nuevas y más intensas interrogaciones: ¿qué huella permanecerá del ingeniero de antes en el artista que hoy ha triunfado? ¿contendrá su arte enseñanzas que puedan trasladarse a la profesión de origen, la ingeniería? Lo cierto es que no se recuerdan muchos ingenieros-artistas o viceversa, en el sentido transitivo a que se refieren estas notas, que se hayan lucido en el particular escalafón que mueve la Musa. Si se deja de lado la memoria más tópica que arquetípica de Leonardo u otros proto-ingenieros lejanos del humanismo renacentista y nos situamos en el contexto cronológico del último siglo, poco hay que destacar salvo la rareza de los casos.

La profesión de la ingeniería se ha ido situando, dentro de un modelo de actividad sujeto al dominio financiero del capitalismo maduro, en una ubicación que resulta contradictoria en el plano creativo, pues aunque es cierto que recibe la gratificación de hacer y construir, padece en ello una considerable trabazón de ataduras y límites. Su praxis creadora está sujeta simultáneamente a una ducha escocesa de estímulos y miedos. Esa libertad educada en el respeto a norma, jerarquía y cuenta de resultados, lastra el impulso de su espíritu, en origen inconformista y prometeico, hacia esferas y niveles de acción que desearían ser ajenos a las rutinas productivas y los códigos del sistema. El cúmulo de contradicciones se hace aún más palpable cuando el ingeniero, en lugar de perseguir el la utilidad práctica que rige en el ámbito reglado de la técnica, enfila la dirección experimental e incierta de la emoción sensible que impera en las Bellas Artes. Sin embargo, en los años de florecimiento de las vanguardias, el *ethos* inquieto de la ingeniería y la capacidad de la técnica para transformar la realidad, eran factores de esperanza para el arte. Paul Valéry escribió en un texto bastante conocido[1] que se publicaba en 1928, lo siguiente:

«*Nos Beaux-Arts ont été institués, et leurs types comme leur usage fixés, dans un*

temps bien distinct du nôtre, par des hommes dont le pouvoir d'action sur les choses était insignifiant auprès de celui que nous possédons. Mais l'étonnant accroissement de nos moyens, la souplesse et la précision qu'ils atteignent, les idées et les habitudes qu'ils introduisent nous assurent de changements prochains et très profonds dans l'antique industrie du Beau. Il y a dans tous les arts une partie physique qui ne peut plus être regardée ni traitée comme naguère, qui ne peut pas être soustraite aux entreprises de la connaissance et de la puissance modernes. Ni la matière, ni l'espace, ni le temps ne sont depuis vingt ans ce qu'ils étaient depuis toujours. Il faut s'attendre que de si grandes nouveautés transforment toute la technique des arts, agissent par là sur l'invention elle-même, aillent peut-être jusqu'à modifier merveilleusement la notion même de l'art. »

Desde aquellos años de entreguerras, los avances de la técnica han ejercido considerable influencia sobre la pluralidad de los géneros artísticos. Eso es innegable, al menos en lo que se refiere a su soporte material y medios instrumentales. La tecnología permea el arte desde lo puramente físico hasta lo digital, tanto en los géneros visuales como en las obras efímeras o performativas. Hoy la práctica artística, una parte sustancial de la producción teórica y el aparato crítico que la acompañan se sitúan en el marco inestable de la denominada condición post-media[2], en cierta medida desbordando los límites físicos y disciplinares de los géneros establecidos convencionalmente en el campo de las Bellas Artes. La delimitación académica de género ha ido cediendo frente a un espectro contingente de campos dilatados[3] que, asistidos por la tecnología, trascienden las estructuras y fronteras de género, válidas hasta los años Sesenta. A ello se refiere Benjamin H. D. Buchloh cuando dice que «...el arte abrazó en aquel momento (los Sesenta), aún sin darse cuenta, el modelo de formación de una identidad post-tradicional[4]».

"La permeabilidad del mundo del arte frente a la técnica"

La permeabilidad del mundo del arte frente a la técnica y el efecto transversal de esta última sobre la formación de su nueva identidad cultural parecen incontestables, aunque no son los únicos factores a tener en cuenta. A pesar de ello, la mediación regular que ejerce la tecnología sobre el reinado de la creación artística no parece haber ejercido una atracción palpable para derivar la práctica profesional de un número apreciable de ingenieros hacia el mundo de las Bellas Artes, bien como artistas en sentido propio o en la condición de facilitadores técnicos del arte de otros, lo que en ese mundo se denomina *art fabricators*. Del espécimen que aquí llamamos artista-ingeniero, en el sentido que se anticipa en el inicio de estas notas, pocos ejemplos notables se conocen en la era de la modernidad generalizada que nacía en los Sesenta. El escultor Sir Anthony Caro (1924-2013) fue una esas raras excepciones, compartiendo con otros dos genios, Calder y Melotti, la condición de haber sido educados como ingenieros y hacerse a sí mismos más tarde artistas de oficio, alcanzando en ello reputación y beneficio. Caro fue además un creador sumamente atractivo si se considera su arte desde el punto de vista de la propia ingeniería.

Una huella extensa y perdurable

Tras fallecer Anthony Caro en Octubre del año pasado, el diario The Guardian publicó un largo panegírico en el cual calificaba su trayectoria como *enduring and substantial*. Remarcaba así el crítico

Table Piece CCLXVI (1975), una de sus valoradas esculturas de mesa

Sir Anthony Caro (1924-2013). Fotografía tomada en Diciembre de 2011, con ocasión del homenaje realizado en memoria de su buena amiga la pintora norteamericana Helen Frankenthaler

a cargo de la pieza necrológica la posición del difunto en el contexto del arte británico contemporáneo, y por ende, la palpable presencia de su obra en el panorama global de la escultura a partir de los años Sesenta. Caro había nacido en 1924 en New Malden, un suburbio en la zona suroeste de Londres, graduándose en 1944 en ingeniería en la universidad de Cambridge. Allí había pertenecido al Christ's College en el cual se educaron personalidades de renombre en ámbitos variados, como John Milton o Charles Darwin. La elección de sus estudios universitarios parece que no estuvo regida exclusivamente por su propio gusto hacia el mundo de la técnica sino que en ello tuvo bastante que ver la recomendación de su padre, un acomodado corredor de bolsa, que veía en esa profesión un buen futuro para su despierto e inquieto hijo menor.

Aunque nunca mostró disconformidad ni menos aún menos desagrado hacia sus estudios de ingeniería, lo cierto es que Caro asistió durante sus vacaciones escolares en los años de Cambridge a los cursos de verano de la escuela de arte de Farnham en Surrey, al suroeste de Londres. Por medio de los contactos que hizo allí conoció al escultor Charles Wheeler y comenzó a trabajar regularmente en su estudio, como asistente suyo en los trabajos técnicos con metales. El contacto directo con el mundo de la creación artística le empujó, tras el servicio militar en la Marina, a proseguir su educación ya plenamente en el ámbito académico de las Bellas Artes, graduándose en la Royal Academy en el año 1952.

Su buen expediente y las distinciones que había obtenido en diversas facetas académicas relacionadas con la escultura le ayudaron a situarse nada menos que en el taller de Henry Moore, y así fue como durante una buena parte de los años Cincuenta estuvo trabajando codo con codo con quien fuera el más importante escultor británico de aquella época. También puede decirse que con Moore terminó su período de formación como artista. Anthony Caro se encontró listo entonces para definir y dar curso a su propia carrera que, según críticos y expertos, emprendió un camino inequívoco hacia la excelencia. Una magnífica exposición individual de escultura abstracta en la Galería Whitechapel de Londres, organizada por su director Bryan Robertson en el año 1963, fue el punto de partida de su trayectoria pública. El uso refinado del lenguaje de la abstracción dentro de la materialidad concreta del arte escultórico constituye la seña de identidad más característica de este artista.

"un claro sentido tensional que acompaña a la forma"

La obra de Caro se desarrolló en gran medida con elementos de metal –planchas y fragmentos de acero, especialmente- dando lugar a composiciones o esculturas auto-sustentables, sin soporte o plinto, que confrontan directamente al espectador. Las esculturas se caracterizan por un uso intencional de la espacialidad tridimensional, un claro sentido tensional que acompaña a la forma y un apoyo vivo en el color. Esos tres principios matizan, o si se prefiere enriquecen, su formulación esencialmente abstracta. El escultor, que se mantuvo activo artísticamente casi hasta la fecha de su muerte, consiguió situarse con nombre propio entre los grandes artistas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, apoyándose en la calidad de sus muchos y excelentes trabajos. En el año 2000 la Reina Isabel le distinguió con la Orden de Mérito, y desde entonces hasta su fallecimiento pasó oficialmente a ser tratado en su país como Sir Anthony Caro O.M., C.B.E., *Commander of the Most Excellent Order of the British Empire*, muestra pública de reconocimiento al valor sobresaliente de su producción artística.

Anthony Caro dedicó en algunas de sus obras más conocidas una irreprimible atención a los aspectos estructurales, que seguía viendo en parte con los ojos del ingeniero que fue por formación académica. Él consideraba que la estructura es una especie de eje sintáctico sobre el cual se articula la disposición de la materia en el campo de la acción escultórica. Aunque en este caso, como es lógico, la estructura desempeña un papel definidor de lo espacial-geométrico, no tanto de lo mecánico-resistente como suele suceder en la obra de ingeniería.

Aparte de la escultura, que constituye el núcleo central de su arte, Caro trabajó en el campo del diseño en colaboración con famosos arquitectos del *star system*, entre ello Norman Foster y Frank Gehry. También lo hizo con notables figuras de la ingeniería estructural, como Chris Wise,

Early One Morning (1962). Una de sus primeras esculturas abstractas, en este caso de gran ligereza y capacidad evocadora

primero en Arup y más tarde colaborando con la firma Expediton Engineering. Wise, aparte de su práctica profesional como ingeniero civil, fue profesor en dos prestigiosos centros de la especialidad: el Imperial College y University College, ambos en Londres.

Puede certificarse que la obra escultórica que dejó Sir Anthony Caro es realmente amplia y constituye un referente dentro de lo que ha sido la búsqueda de modernidad –o si se prefiere, el ejercicio del modernismo– en ese arte de dar forma a la materia durante los últimos cincuenta años, como bien recordaba el elogio del diario The Guardian. La crítica ha tratado con respeto e indisimulada admiración al autor de *Early One Morning* (1962), *Table Piece XLII* (1967), *Orangerie* (1969), *Sun Feast* (1970), *Tower of Discovery* (1991), *Trojan War* (1994) o *End Up* (2010) por mencionar una mínima muestra repartida cronológicamente de su amplia producción escultórica a lo largo de más de medio siglo de vida artística activa.

Trabajó sobre todo con metales, mucho con aceros con pátina e inoxidables, éstos generalmente pintados, y también con bronce, cerámica y hasta papel. Utilizó el color en sus esculturas o parte de ellas cuando pensó que creaba contenido y valor plástico a la percepción espacial de la geometría de las obras. Siendo un escultor esencialmente abstracto, es decir no representador de formas ajenas sino de sus propias ideas, también cultivó la figuración humana, principalmente en su primera época –años Cincuenta- probablemente debido a la influencia de Moore, de quien fue ayudante a lo largo de esa década. En cuestiones puramente formales, la observación de sus esculturas alienta ideas que, salvando las naturales distancias, pueden extenderse o más bien proyectarse y ponerse en relación con el ámbito de ciertas obras de ingeniería con impronta espacial.

"tratando de acortar distancias entre arte y técnica"

La primera interrogación que puede formularse un ingeniero frente a una pieza de esta clase se encontrará sesgada por la función resistente que tiene lo estructural, un aspecto central en el mundo de las grandes construcciones. Pero no es ese el criterio al que nos referiremos aquí, porque la estructura en la obra de Caro es espacial y no tanto mecánica. La problemática estructural en sentido resistente está presente dentro de la escultura en mayor o menor medida, pero su relevancia va en función de la escala en la cual se sitúe la obra considerada. Aún se recuerda la polémica un tanto artificial y con poco fundamento técnico que un grupo de arquitectos levantó cuando se fue a colocar la *Sirena Varada* de Eduardo Chillida en el paso elevado entre las calles de Eduardo Dato y Juan Bravo de Madrid, anclándola al fuste de cuatro de sus pilares. Aunque en aquel caso la preocupación manifestada no se refería ciertamente a la integridad de la grácil y pétrea figura suspendida sino a la estabilidad del magnífico puente que proyectaron Julio M. Calzón, José A. Fernández Ordóñez y Alberto Corral en los felices años Setenta.

Es indudable que la estructura cuenta de manera determinante cuando la escultura se adentra en la gran escala y son las masas y pesos, no solo la geometría, lo que crece en órdenes de magnitud. Piénsese en artefactos como el *ArcelorMittal Orbit*, erigido en Londres con ocasión de los Juegos Olímpicos de 2012. Es difícil catalogar esta obra como estructura o bien pensar que se trata de una escultura, dadas su naturaleza híbrida, la función dual que desempeña, su concepción bipartita -Anish Kapoor, artista plástico en la escultura; Cecil Balmond, ingeniero en la estructura- y sobre todo el tamaño abrumador que alcanza, con una altura de 115 metros y más de 2.000 toneladas de peso. Sin embargo, en lo que se refiere a la obra de Anthony Caro, las reflexiones inducidas o proyectadas desde la escultura hacia la ingeniería apuntan a aspectos que no tienen tanto que ver con la vitrubiana característica de la *firmitas*, o al menos no solo con ella.

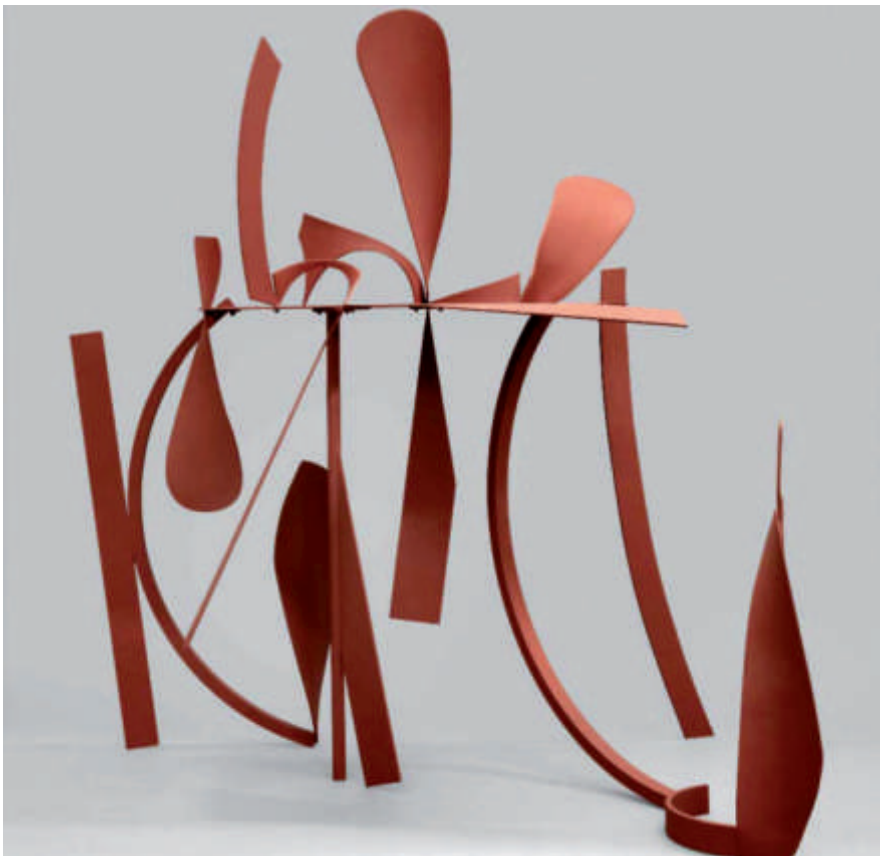
Desde la extrema liviandad material de las obras de Calder hasta la rotunda presencia y contradictoria ligereza mastodóntica del *Orbit*, la resistencia de la escultura parece un hecho que puede darse por cierto sin mayores problemas que conciernan a este arte; su valor proviene de la necesidad. Pero no está claro, en sentido contrario, que la estructura resistente otorgue por sí misma una valor plástico a las construcciones, salvo que desde el diseño se articule un planteamiento formal intencionalmente explícito y estéticamente afortunado sobre este

asunto. La cuestión está abierta y no hay fundamentos firmes que legitimen pretensiones o despejen dudas ya que cada cual defiende su interpretación estética del hecho estructural como mejor le parece.

Cosas que dice la escultura de Anthony Caro a un ingeniero

¿Qué mensajes, sugerencias e incluso enseñanzas puede suscitar una obra escultórica como la de Sir Anthony Caro a un ingeniero cunado piensa en el diseño de puentes y otros grandes artefactos a la vista, los que con frecuencia concentran el debate estético en la obra pública? Trataremos de apuntar a un par cuestiones dentro de las muchas que se podrían ocurrir, con mayor o menor grado de pertinencia. Por más elemental que alguna de ellas parezca, no dejan de ser pequeñas llamadas de atención sobre la cuestión perceptiva en el tratamiento formal y la intencionalidad en el diseño de la obra de ingeniería. Es cierto que cualquier obra de arte abre interrogaciones que pueden trasladarse a los actos humanos de otra naturaleza, y en el caso concreto de las esculturas de Caro resulta asombrosa la pluralidad de aspectos que pueden encontrarse a poco que esas obras se observen con atención y cierto espíritu inquisitivo.

El *parsing* de conceptos y la comparativa de formas entre las dos artes que aquí se consideran, bella la escultura y funcional la ingeniería, corre el riesgo de abrirse en un sinfín de surcos inabarcable. Las facetas elegidas para establecer aquí determinado paralelismo o analogía entre los modos de percibir uno y otro arte son básicamente dos. En primer lugar la presencia física de la obra en su contexto como expresión de la intencionalidad del autor cara a la transmisión visual de su significado, funcional o simbólico. Seguidamente, la vindicación de los valores plásticos específicos del género dentro del orden jerárquico de las categorías formales aplicables a la obra. Ambas cuestiones en buena medida delimitan la intencionalidad estética y la buena fortuna que acompaña –o no- al creador en la expresión de las características materiales de la obra al conectarlas con los valores anteriores. No son los únicos temas que podrían aflorar pero desde luego se trata de elementos primarios en lo que se refiere al proceso preceptivo y la recepción pública o atribución de valor formal a la obra. En este caso, desde la escultura hacia la ingeniería, tratando de acortar distancias entre arte y técnica en la mayor medida de lo posible.



Orangerie (1969). Sutileza, elegancia y complejidad formal

Empezaremos recordando algo que dijo Baudelaire: la escultura es un arte más simple y a la vez más difícil que el de la pintura, pues el sentido netamente tridimensional de su materialidad la sustrae de la trampas en que la pintura se obliga a incurrir para hacer que su percepción escape del plano que la contiene. Pero aún así, no resulta indiferente a la cuestión del punto de vista, hecho en el que la complicidad intencional del contexto expositivo resulta clave. Hay quien piensa que la escultura de bulto redondo se puede contemplar desde cualquier posición, y aunque físicamente eso sea posible e incluso se haga, la elección de la visual no es desde luego algo neutro o indiferente pensando en la transmisión del contenido estético y el logro de la apreciación que el autor busca en su obra. Si Pessoa nos recordaba en su *Livro do desassossego* que la construcción es, esencialmente, un acto creativo y toda creación requiere de un punto de apoyo, añadiremos que su recepción por el público, al menos desde el punto de vista perceptivo, obliga a una particular *mise en scéne* y a que el autor fuerce o favorezca un punto de vista o forma de mirar.

Cuando Anthony Caro eliminó intencionalmente cualquier forma de pedestal en sus esculturas, lo hizo con el fin de acercarlas en su materialidad más exacta y pura al espectador humano, y esa actitud suya logró el propósito de hacer más corpórea e inteligible sensorialmente la abstracción marcada de esas obras. Él mismo lo reconocía en una entrevista realizada con motivo de su última exposición en vida, que se desarrolló durante el otoño de 2012 en el Centro de Arte Británico de la Universidad de Yale, en los EEUU: «*Making the work is what matters. One then tries to make sure they* –las obras- *are displayed to their best advantage*». Muy en contra de esa táctica proactiva del escultor, el ingeniero raramente formula de manera explícita ni exige al comitente un plan para que su obra sea bien vista y por tanto apreciada en su materialidad sensorial, no solo en su funcionalidad, por el público que la recibe. Incluso en las obras de ingeniería con vocación monumental como los grandes puentes carreteros o ferrovia-

Emma Dipper (1977). Finura geométrica en el diseño de la espacialidad, con inequívoca impronta estructural

rios, raro es que puedan ser siquiera contemplados con un mínimo de facilidad por los propios viajeros que transitan por ellos. Pero es que incluso hay obras que voluntariamente se esconden tanto como se puede –de algunas de ellas, habría tal vez que decir que afortunadamente.

Por otra parte, en lo que refiere a la apreciación de la obra de ingeniería, no basta con ver[5]. Situar hoy día cualquier obra que no quiera pasar desapercibida en su contexto de referencia obliga a establecer una estrategia de recepción y no sólo de visualización. Significa tejer sobre lo proyectado y construido una envoltura explicativa que facilite su presentación a los medios, así como la interpretación por parte del público que finalmente lo recibe. Como dirían en Francia, país donde abundan los maestros en el arte de presentar, un *récit*. El relato o narración de la obra no es un adorno cultural como en algunos ámbitos de la ingeniería se tiende a pensar. Incluso podría decirse que constituye una necesidad primaria en la entrega de mucho de lo que producen los ingenieros a una sociedad informada, que pregunta y quiere saber.

Cualquier obra que se encuentre sometida al juicio del gusto y la aceptación social, se enfrenta a criterios que son en sí mismos convenciones que se conforman dinámicamente en la opinión pública a partir de un conglomerado de factores subjetivos nada triviales.

La ingeniería representa un diálogo de la inteligencia humana con la naturaleza, con la materia y los campos de fuerzas, y es bien cierto que la determinación del acierto o fallo de sus obras suele ser en buena medida inapelable porque se ejerce en primera instancia a partir de la inexorabilidad de esas mismas leyes naturales. Pero la ingeniería además causa efectos de honda significación en la gran escala del territorio y en el paisaje, con sus construcciones, aparatos y sistemas. Contemplar la narración como una actitud proactiva –valga la redundancia- que acompaña a la propia creación de valor de la obra, ayudando a interpretarla y recibirla, es algo que tiene su miga y requiere una estrategia. Lo que unos ven es con frecuencia lo que otros previa e intencionalmente han sabido contar, explicar o simplemente insinuar. En cualquier género de las Bellas Artes es algo que los agentes en la cadena de valor tienen siempre presente: hacerse ver, hacerse entender.

Una de las actitudes intencionales de Caro fue sin duda la vindicación de lenguajes material y espacialmente escultóricos, y aún más, propiamente escultóricos, para el tipo de obras que supusieron el núcleo de su producción artística y además en número más cuantioso, las abstractas. Aunque, ciertamente, no puede evitarse buscar en su caso algún tipo de filiación en el constructivismo de principio del siglo Veinte pues en algunas esculturas suyas se aprecian trazas si no abiertamente materiales al menos ideológicas de artistas encuadrados en aquel movimiento. Pensamos en artistas como Tatlin o Gabo, el mismo Rodchenko que se presentaba a sí mismo como un ingeniero visual o El Lissitzky, permanente agente del cambio. La reclamación de una identidad autónoma de la escultura en relación con lo que suele ser su envolvente, la arquitectura, supuso en sí misma una actitud vehemente de muchos artistas renombrados del siglo pasado, comenzando por Rodin. Es curioso constatar como esa independencia del género, que hoy casi nadie duda, es sin embargo aún puesta en cuestión por una parte de la crítica de arte[6], si bien puede decirse que minoritaria y un superada en sus criterios, sobre la jerarquía de las especialidades artísticas.

La identidad propia de cada género se manifiesta no sólo en la selección de sus cualidades plásticas, sino también en el discurso verbal y el argumentario explicativo. Es decir, tanto en lo visible como en lo inteligible. En ese sentido hay que reclamar el valor que posee el vocabulario propio de la ingeniería, que es el de la realidad de sus hechos, frente al repertorio de pseudo-alegorías y embrollos filosóficos con las que en el ámbito de la arquitectura se acostumbran a tapar muchas nimiedades y vergüenzas, porque las grandes obras de ese arte tienen la rotundidad de la belleza y lo manifiestan directamente en un sinfín de propiedades y sensaciones sin impostura alguna. Contrariamente, en la obra de ingeniería, que encarna habitualmente una declaración de interés público, existen unos valores esenciales centrados en el propio carácter que no siempre tienden a realzarse o simplemente hacerse evidentes al ojo receptor a través de la intencionalidad elegante del diseño. En un puente, por ejemplo, el grado cero del vocabulario se establece a partir de los infinitivos saltar y resistir, como bien recuerda Manterola[7], atributos que hoy parecen corrientes y sin embargo no dejan de suponer una confrontación nada ordinaria de las leyes naturales, en este caso la gravitacional. Podría además

añadirse el sustantivo luz, término tan hermoso como evocador en español, que mejora mucho en calidad expresiva los vocablos que se usan en inglés, *span*, o en francés, *portée*. Sin olvidar finalmente, al margen de lo puramente visible el mandato funcional al cual el puente sirve con manifiesta dignidad, que no es otro que el *dar paso*, es decir *franquear*. Frente al hecho cada vez más frecuente de obras de naturaleza simbiótica en las que varias artes cooperan en el resultado final, como sucede en muchas construcciones donde arquitectura e ingeniería se apoyan mutuamente, la expresión del valor propio en la especificidad del diseño resulta crucial tanto en lo visible como en lo inteligible. En la cadena de valor siempre se ventila alguna forma de primacía y en la de las artes construidas lo anterior guarda relación con el carácter de la obra.

En la obra de ingeniería el vocabulario formal se ordena por medio de una sintaxis que no puede sino expresar claridad de pensamiento y una direccionalidad en la respuesta emotiva que viene marcada por su carácter funcional. Lo formal responde aquí a la vitalidad de la obra y no es ornamento sino expresión material de una presencia que no necesita recurrir a los espejos del teatro, pues el drama está implícito en su propia razón de ser. Como dice Werner Sobek, de la renombrada escuela estructural de Stuttgart, en la ingeniería la forma sigue la fuerza. Quizá con mayor realismo podría señalarse que la forma refleja en cada caso una disposición material y no solo geométrica pensada para afrontar los campos de fuerzas que se oponen a la voluntad humana. El hombre es así capaz de alterar a su favor, por medio de la técnica, la conocida circunstancia orteguiana, es decir las condiciones que trata de imponerle la naturaleza.

En el arte de la escultura de Anthony Caro priman el concepto sintáctico de la composición como ensamblaje, una forma particular de abstracción que a pesar de su obstinación anti-figurativa remite a lo concreto, porque es cálida y para ello se apoya además en una meditada paleta de colores. Muestra su obra un sentido espacial del equilibrio en libertad que nunca oculta la tensión de la materia, bien la previa aplicada en la laminación de las planchas y perfiles metálicos o la que deriva de la configuración geométrica de la propia estructura al exponerla al efecto del reparto de masas sobre su sustentabilidad. La linealidad que prevalece en algunas de sus esculturas de acero de mayores dimensiones, o más precisamente la ordenación axial de su ensamblaje, se contrapone con una sucesión de rupturas en la continuidad geométrica que añaden complejidad semántica a una sintaxis ya de por si rica en recursos compositivos formales.

Esas características de la obra escultórica no pueden extrapolarse directamente a las construcciones de la ingeniería. En el arte de construir que practican los ingenieros son la sobriedad en el manejo de la tensión, una elegancia formal en general no deliberada -en justicia diremos que tampoco siempre conseguida- en la expresión de la necesaria potencia formal de la obra y un ejercicio tasado de la libertad de creación que excluye lo arbitrario. La ingeniería procura la expansión y el enriquecimiento del vocabulario visual a través del realce de la noción de inteligencia funcional embebida en la obra, es decir la afirmación visual de sus cualidades finalistas, de sus logros específicos en favor de la utilidad colectiva. En particular debe remarcarse el valor expresivo de la estructura en las obras que vuelan -los puentes, acueductos y las grandes cubiertas- como materialización de la pericia anti-gravitacional de los ingenieros, asombrosa a los ojos de cualquiera que tenga una mínima sensibilidad y sentido de la realidad física de las cosas. El uso intencional de la estructura permite a la ingeniería transmitir una sensación doble y poderosa, exclusiva de este arte constructivo. Primero la tensilidad, atributo que se nota en los elemento resistentes de la obra y manifiesta la condición activa de su estatismo frente al concepto estructuralmente banal de masa inerte: el plexo tensional muestra la rebelión del autor contra la tendencia natural a abatirse que tiene cualquier obra. Por otra parte la aericidad, si tal expresión tiene cabida en el lenguaje español, ya que la ingeniería, a través de la estructura, sitúa al hombre muy por encima de la rasante; hace de sus cosas más vuelo que suelo o techo.

"Lo formal no es ornamento sino expresión material"

Caro, formado como ingeniero y por voluntad propia un escultor, se alzó contra el predominio del monolito, la escultura figurativa de bulto redondo que dominó tipológicamente ese arte durante la primera mitad del siglo Veinte antes del modernismo. Cualquier obra perteneciente a las Bellas Artes supone una invitación a percibir e imaginar, según dejó explicado Hegel tiempo atrás. Por otro lado, el arte funcional y útil de la ingeniería remite siempre a la razón y en ciertos casos es innegable que anima una pasión lúcida más que entregada. El ingeniero Sir Anthony Caro dispuso de bazas importantes para ser un gran escultor pues supo componer y unir materia y forma a partir de la estructura, transmitiendo de esa manera un significado escultórico concreto a lo que hizo. Con ambas miradas, la del Arte y la de la ingeniería, se puede contemplar con gusto su obra. ■

---

[1] *La conquête de l'ubiquité*. Paul Valéry, 1928. Incluido en *Pièces sur l'art*, NRF – Éditions Gallimard. A este mismo texto se refirió Walter Benjamin en su celebérrimo ensayo *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*.

[2] Véase *El tercer umbral. Estatuto de las prácticas artísticas en la era del capitalismo cultural*. José Luis Brea, CENDEAC, 2003.

[3] El concepto de campo dilatado o extendido (*expanded field*) surge en la crítica de arte en los años Setenta de la mano de Rosalind Krauss, discípula de Clement Greenberg y editora de la influyente publicación especializada *October*. Con la noción intuitiva de campo extendido, que Krauss instituyó y formalizó en cierta medida en su texto *Sculpture in the Expanded Field* (1979), se plantea un marco analítico de referencia que desborda los límites disciplinares y las categorías previas del arte.

[4] *Neo-Avantgarde and Culture Industry*. Benjamin H. D. Buchloh, MIT Press, 2000.

[5] La argumentación que aquí se acompaña fue esgrimida por el autor a modo de comentario al artículo *Saber ver la ingeniería*, de Javier Manterola y Miguel Aguiló. Revista de Obras Públicas nº 3497, marzo de 2009.

[6] Una muestra de ello en España puede encontrarse en personajes como Félix de Azúa, que en su libro *Diccionario de las Artes* (Ed. Anagrama, 2004) se manifiesta sobre esta cuestión en los términos siguientes:

[7] *La obra de ingeniería como obra de arte*. Javier Manterola, Editorial Laetoli, 2010.

Objeto y sentido

Raul Escriva Peyro
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Opera, diseño-ingeniería

Un mes para planificar, diseñar e iniciar la construcción de un puente entre Constantinopla y Pera, un barrio septentrional. Un puente para cruzar eso que llaman el Cuerno de Oro. Un puente en el centro del puerto de Estambul. Una obra de más de 900 pies de largo. Miguel Ángel intentó persuadir a los franciscanos de que no estaba cualificado. Si el sultán os ha elegido, lo estáis, maestro, respondieron ellos. Y si vuestro diseño no complace al Gran Turco, lo rechazará como ya rechazó el de Leonardo da Vinci. (Enard. 2011. página 20).

…recorrió con la vista las pendientes de la ciudad, vislumbró el antiguo Serrallo, los minaretes de una mezquita que se elevaban por encima de la colina; miró sobre todo la orilla de enfrente, las murallas de la fortaleza de Gálata, al otro lado del Cuerno de Oro, ese estuario que tan poco se parece a la desembocadura del Tíber. Así que es allí, un poco más lejos, donde se supone que hay que construir un puente. La distancia que hay que salvar es gigantesca ¿cuántos arcos harán falta? ¿qué profundidad puede tener ese brazo de mar? (Enard. 2011. página 20).

La construcción de la pasarela peatonal entre el parque de Aranzadi y el barrio de la Rochapea de Pamplona, responde a la necesidad de conectar la ciudad al nuevo parque, mejorando su accesibilidad.

En el sistema del parque la pasarela no se implanta como un artefacto extraño sino que se integra como parte de los trazados geométricos de los recorridos existentes. La estratégica ubicación de los puntos de embarque y desembarque coincide con uno de los principales accesos al barrio y al museo de educación ambiental que se intenta incorporar al recorrido del parque fluvial de la ciudad.

Tiene un trazado en forma de L, formado por dos brazos ortogonales y contrapuestos en su génesis. Atendiendo a la dinámica fluvial del río, el trazado paralelo al curso del río se plantea masivo y de hormigón. Resuelve el desnivel con una pendiente inferior al 6%, ascendiendo en el sentido de la corriente, al ubicarse en zona inundable, de tal forma que no ofrezca resistencia la corriente en las futuras avenidas. Se asocia materialmente a los recorridos del parque.

Pasarela en el parque de Aranzadi

El trazado perpendicular y horizontal está perforado y es ligero, aéreo, en coherencia con su condición de puente entre dos partes, flotando sutilmente entre ambas, no apoya, se suspende. Estructuralmente cada brazo tiene una función diferente y antagónica, a la que sigue su forma. Ambos elementos buscan la sin-

ceridad, coherencia y pureza, mostrándose tal y como son, sin añadidos.

El elemento de hormigón arranca en la tierra del parque generando un gran voladizo que permite la continuidad de la vegetación de la orilla y de este modo permitiendo la integración del objeto en la misma al tiempo que mejora el comportamiento hidráulico. El material (hormigón) asegura la durabilidad y su acabado chorreado da una textura rugosa qué resuelve la resbaladicidad en su cara superior. Como una mano tendida el voladizo recibe a la pasarela en el aire generando un vacío inferior que potencia la sensación de levitar de la pieza de acero.

La pieza de acero se genera como un velo estructural tridimensional de acero perforado cuyo color es el propio del acero corten y cuya textura se adapta a la función general de cada superficie (el suelo se chorrea con granalla piramidal). Al estatismo de la forma se superpone la vibración visual generada por el efecto Moirè, su disposición horizontal rectangular se integra con el edificio del museo ambiental poniéndolo en valor a modo de peana.

Las líneas de la barandilla recorren los accesos y la pasarela como trazo de unión de los distintos elementos.

Un puente gigantesco entre dos fortalezas.
Un puente fortificado.
Miguel Ángel sabe que las ideas llegan dibujando, así que esboza formas sin descanso, arcos, pilares y el espacio entre las murallas y la orilla es escaso, piensa en el viejo puente medieval de Florencia …
… la envergadura del trabajo que tiene por delante le asusta.
El diseño de Da Vinci lo tiene obsesionado. Es vertiginoso y sin embargo erróneo. Vacío. Sin vida. Sin ideal. Decididamente, Da Vinci se tiene por un Arquímedes y olvida la belleza. La belleza viene del abandono del refugio de las formas antiguas por la incertidumbre del presente…
… Le han hecho venir para que una forma nazca de la materia, para que sea dibujada, para que sea revelada.
De momento, la materia de la ciudad le resulta tan impenetrable que no sabe con qué herramienta atacarla. (Enard. 2011. página 64).

El que acudió por el dinero, para superar a Da Vinci, para vengarse de Julio II y el trabajo va y lo transforma, al igual que la pietá o el David lo habían metamorfoseado antes. Miguel Ángel modelado por su obra. (Enard. 2011. página 102)

Adecuacion de la pasarela San Jorge-Biurdana

En el barrio de San Jorge de la ciudad de Pamplona las asociaciones de vecinos reivindicaban al ayuntamiento la mejora de la accesibilidad de la pasarela situada sobre el río Arga junto al parque fluvial de la ciudad. La pasarela existente presentaba escaleras en los accesos de ambas márgenes y se reclamaba dotarla de rampas con pendiente inferior al 6% que resolvieran la accesibilidad.

El entorno del río en este punto estaba totalmente antropizado por múltiples actuaciones correspondientes a canalizaciones, escolleras, pavimentaciones y la agresiva presencia de un puente anexo a la pasarela existente. El reto era construir un nuevo elemento y a pesar de ello dignificar el espacio.

Como condicionante de diseño la pasarela actual, compuesta por soportes de hormigón armado y viga artesa prefabricada, debía rehabilitarse.

La solución propuesta plantea mantener la pasarela existente cómo recorrido principal mejorando las escaleras de acceso en ambas márgenes y plantea una nueva pasarela de trazado circular con

pendiente del 6% cómo rampa continua que resuelve el problema minimizando las afecciones en las márgenes.

La solución propuesta genera una geometría en D que une las dos pasarelas en una sola y deja patente el papel de rampa auxiliar de la pasarela nueva. Se consigue de este modo pasar de tres objetos (puente + pasarela existente + pasarela nueva) a los dos iniciales (pasarela D + puente). Para conseguirlo se trabajan los accesos, las barandillas (importante en la continuidad y unicidad del hueco interior de la D que funciona a modo de corrala con vistas) y los materiales en suelos y vistas inferiores de las pasarelas.

Conseguido este objetivo el siguiente paso era transformar en paisaje la D y hacerla desaparecer de modo que de los dos objetos inciales (pasarela D + puente) pasáramos a uno solo (el puente) y consiguiéramos de ese modo recuperar el espacio. El lenguaje de curvas y fluidez del río, de ramas y troncos de la vegetación, los colores del entorno en el que se incrusta se plasman en el objeto sin menosprecio de la funcionalidad (todo tiene un por qué).

La estructura de la nueva pasarela se diseña como una sección en L asimétrica, consta de viga cajón lateral (condicionante avenidas) que realiza las funciones de barandilla y de luminaria (inclina un alma generando el plano que baña la luz y el espacio para las luminarias), y ménsulas de canto variable cuya forma triangular genera la forma del faldón colocado a la pasarela existente.

A día de hoy casi todo el mundo va por la curva….

Atravesando de nuevo el Cuerno de Oro, Miguel Ángel tiene la visión de su puente flotando bajo el sol de la mañana, tan cierto como que unas pocas lágrimas manan de sus ojos. Será una edificación colosal sin ser imponente, delicada y poderosa. Como si la velada lo hubiese abierto los párpados y transmitido su certeza, por fin el dibujo se le aparece.

Vuelve casi corriendo para trasladar su idea al papel, trazos de pluma, sombras sobre el blanco, resaltos en rojo. Un puente surgido de la noche, moldeado en la materia de la ciudad. (Enard. 2011. página 120)

Cuatro arcos cortos flanquean un arco central de tan suave curvatura que apenas llega a apreciarse. Descansan sobre unos gruesos pilares cuyos tajamares en triángulo dividen las aguas como bastiones. Apoyada sobre una invisible fortaleza que apenas supera las olas, una majestuosa pasarela une de forma suave las dos orillas, acepta sus diferencias. Dos manos majestuosamente posadas sobre la onda, dos dedos gráciles que se tocan. (Enard. 2011. página 122)

… un puente sobre el Cuerno de Oro, audaz y político. Lejos de la proeza técnica de Da Vinci. Lejos de las curvas regulares del antiguo viaducto de Constantino. Más allá de los clásicos. Toda su energía converge en él. Esta obra se parece al David, en ella se lee la fuerza, la calma y la posibilidad de la tormenta. Solemne y grácil a la vez. (Enard. 2011. página 123) ■

Referencia bibliográfica:
Enard, M. (2011). Habladles de batallas, de reyes y elefantes. Barcelona: Mondadori

El Cuestionario

Esta revista quiere estar abierta a todas las opiniones, por ello hemos introducido esta nueva sección denominada "El Cuestionario" donde sometemos a nuestros colaboradores a las siguientes preguntas:

1. Una actuación personal de la que se sienta satisfecho
2. Una actuación ajena positiva
3. Una actuación ajena negativa
4. Diseño y estética ¿Por qué?

Ángel C. Aparicio
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Catedratico de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos C. y P. de Barcelona

Figura 1 - Salford Meadows Bridge (Manchester, UK)

Diseño y estética ¿Porqué?

La vocación del hombre por la trascendencia hace que queramos dejar nuestro granito de arena en la tierra, por lo que todas nuestras actuaciones visibles casi siempre han intentado llamar la atención para perdurarse. Si consideramos que la obra pública vista es la arquitectura del ingeniero y la arquitectura,- la buena-, es una de las bellas artes, ¿por qué la actividad del ingeniero no puede llegar a tener la categoría de arte, consiguiendo así el reconocimiento perenne?

Si analizamos someramente cómo el arte ha llamado la atención a la gente a lo largo de la Historia, una aproximación rápida podría formularse del siguiente modo: el arte clásico ha pretendido emocionar, el arte moderno sorprender y el arte actual,- ¿posmoderno?- provocar. La ingeniería no puede producir emociones intelectuales más que en los iniciados, pero sí puede intentar sorprender o provocar visualmente para llamar la atención. Los movimientos "high tech" y deconstructivistas van en estas direcciones.

Pero, ¿puede hacerse una ingeniería de todos los días bien hecha? (Javier Manterola tiene escrito en algún sitio, como pregunta, "qué significa esto de hacer las cosas bien"). Puesto que la ingeniería siempre tiene un argumento intelectual que define, cuantifica y garantiza, con una probabilidad suficientemente baja de fallo, la funcionalidad de una obra emplazada en el territorio o bien un artefacto grande, como un gran puente o una presa, inscritos en el paisaje, es mi opinión que al menos debe intentar también que la formalización de ese mensaje argumentado tenga una cierta calidad

Y, ¿cómo podría medirse esa calidad? Por la satisfacción del Cliente, diría cualquier sistema de garantía de calidad. Y aquí, ¿quién es el Cliente? El ciudadano que paga sus impuestos, es decir, el contribuyente. Nuestra ingeniería debe, pues, producir una satisfacción al menos visual en el ciudadano de modo que éste tenga la sensación de que su entorno exterior mejora sin que le toquen exageradamente los bolsillos.

Y la ingeniería, ¿puede llegar a ser arte? Lo será cuando la aceptación como obra bien hecha por los ciudadanos más ilustrados sea casi unánime. De hecho es así como se considera que algo es arte o alguien es un artista: cuando la mayoría de sus colegas opinan que ese algo es o ese alguien realiza una obra bien hecha.

Los ejemplos que voy a presentar se van a referir siempre a puentes: una obra propia, no construida, que pensamos,- como otros ya lo hicieron-, que está bien formalizada; el viaducto de Millau que defenderé como obra capaz de emocionar intelectualmente sólo a los iniciados, y dos puentes de tirantes con marcado intento de sorprender,- y hasta de provocar un poquito-, uno bien formalizado y el otro con una concepción "brutalista" que sorprende, pero que, en mi opinión, produce un profundo rechazo visual e intelectual.

Una actuación personal de la que se sienta satisfecho

Mi discípula Marta Sarmiento y yo nos presentamos en el año 2014 a un concurso de una pasarela de peatones, muy pequeña, en la afueras de Manchester, salvando el meandro del río Irwell. El concurso tuvo una enorme repercusión internacional, pues se presentaros del orden de 170 equipos que propusieron cerca de 200 soluciones. Los ganadores fueron las cuatro principales compañías de ingeniería inglesas, que acudieron con grandes estudios de arquitectura y esto para un premio de solo 4000 libras esterlinas. Pero nuestras soluciones no debieron ser malas del todo, pues la conocida web "The Happy Pontist" seleccionó 17 de ellas, entre las que estaban las dos nuestras: un arco laminar de hormigón y una pasarela atirantada de acero muy minimalista, que es la que se muestra en las figuras 1 y 2. Pocos comentarios cabe hacer: cuatro soportes esbeltos de sección triangular de acero corten, formando las aristas de una pirámide, cimentados en las orillas; un tablero muy sencillo suspendido de su vértice, una barandilla integrada en los colores de las construcciones históricas del entorno y una propuesta amigable para elevar la cota de acceso de la pradera existente, que puede verse a la izquierda de la figura. La solución marca, sin estridencias, dónde está el paso del río, se integra bien en el Skyline de la ciudad por su color y mínimo intrusismo y cumple elegantemente la condición funcional de comunicar sendas orillas del río Irwell en la zona de los meandros.

Figura 3 – Viaducto de Millau

Una actuación ajena positiva

Recordando lo que ya he escrito alguna vez, opino que el paisaje "construido" puede mejorar,- o empeorar enormemente-, nuestra percepción de la naturaleza y hacer comprender,- o no-la habilidad del hombre para, respetándola, adaptarla a sus necesidades.

Creo que el viaducto de Millau mejora enormemente el paisaje existente, al enmarcarlo y crear una referencia humana. Pero no voy a hablar de ello, sino de la emoción que es capaz de provocar a los iniciados en este mundo, cada vez más mediático, de los puentes.

Figura 4 – Viaducto de Millau

Como el lector conoce, y se recuerda en la figura 3, el viaducto de Millau es un puente de tirantes multivano de gran longitud. Los puentes de tirantes son muy eficaces frente a las cargas permanentes, pero frente a las sobrecargas su eficiencia depende del control del movimiento horizontal de la torre,

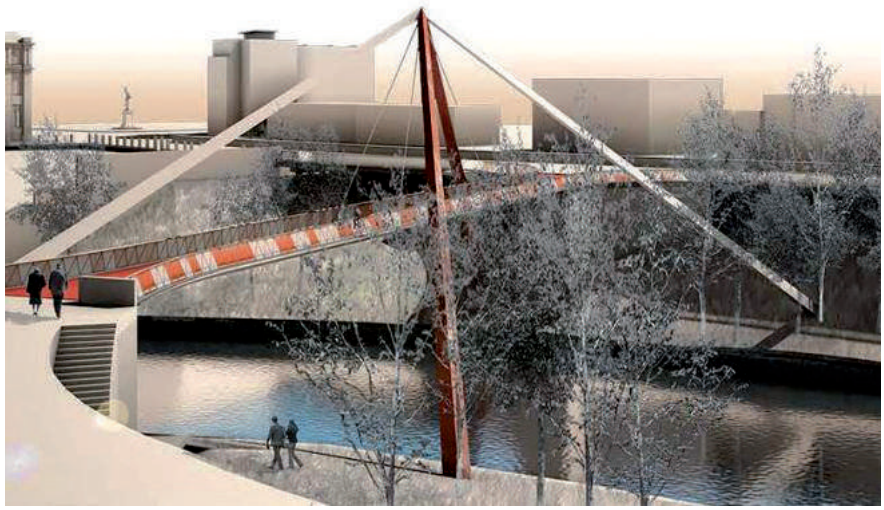


Figura 2 - Salford Meadows Bridge (Manchester, UK)

Figura 6 – Margaret Hunt Hill (Dallas, Texas)

Figura 5 – Margaret Hunt Hill (Dallas, Texas)

fácil de controlar en un puente de tres vanos, por ejemplo, y más difícil de controlar en un caso como el que nos ocupa, y más hacerlo con la elegancia que lo hace.

La idea de Virlogeux no fue otra que plantear unas pilas y torres lo más rígidas posible a flexión,- mucho canto en sentido longitudinal, figura 4-, con lo que los movimientos horizontales de su coronación, allí donde se anclan los tirantes de cada pila, quedan muy controlados cuando existe sobrecarga en un solo vano. Pero la inercia y el canto longitudinal de torres y pilas se llevan mal con la transparencia del paisaje y con los esfuerzos originados por las deformaciones impuestas del dintel producidas por las variaciones de temperatura. Frente a la transparencia, Virlogeux proyecta unas torres metálicas por encima del tablero en "V" invertida, con un gran brazo mecánico en su empotramiento con el dintel. Frente a las deformaciones impuestas, a partir de una cierta altura abre las pilas en diapasón, separando sus paredes transversales al puente. De este modo, al mantener una gran distancia entre estas paredes, genera una gran rigidez a flexión pero, al mismo tiempo, al partirlas, hace que los esfuerzos originados por la variación de temperatura sean pequeños. Y todo esto, muy bien formalizado.

De estas pilas se han escrito tonterías sublimes: "son como una flor que abre sus pétalos para abrazar levemente al tablero". La cita, casi textual, no la referencio, para que su autor no quede en evidencia: pontifica sobre un puente del que no conoce su más íntima esencia física.

¿Tontería al poder? Desgraciadamente sí y demasiadas veces y, además, parece haberse puesto de moda.

Una actuación ajena negativa

Puentes Margaret Hunt Hill, Dallas, Texas y Zhivopisny Bridge sobre el Moskva, en Moscú

Como puede verse en las figuras 5 y 6, los dos puentes están concebidos con el mismo tipo estructural: se trata de sendos puentes de tirantes de dos vanos con una torre en arco transversal de la que salen los tirantes de suspensión. Aunque el puente de Moscú tiene un restaurante de lujo en lo alto de la torre que añade problemas estructurales evidentes (solución muy querida por los eslavos, recuerde el lector el puente de Bratilslava en Eslovaquia) los resultados arquitectónicos son radicalmente distintos.

Santiago Calatrava es un formalista excepcional,- aunque a veces se lía y resulta extraordinariamente barroco-, y presenta una solución sorprendente, lo que no podía ser menos viniendo de él, pero es formalmente interesante. El puente tiene el pequeño problema de falta de unidad argumental: como puede verse, los viaductos de accesos son tableros de vigas prefabricadas apoyados sobre pilas pórtico estándar, solución trivial y baratita donde las haya, y que contrasta con los esfuerzos (y coste) del puente principal. Pero esto un problema típico de la relación actual arquitecto-príncipe, donde algunos políticos, que quieren "un puente icónico" y el autor de éste están dispuestos al "corta y pega" con tal de lograrlo. (De hecho, Calatrava tiene un puente como éste en Reggio Emilia, Italia.)

El puente de Moscú, como puede verse en la figura 6, es de un brutalismo radical. No creo que pretenda emocionar sino sorprender con un alarde de tecnología, pero el resultado es espléndidamente horroroso. ¿Acaso pretende provocar un debate artístico o intelectual sobre él?

Yo creo que solo puede provocar intenciones de demolición, debidamente controlada por las correspondientes autoridades urbanísticas de la ciudad

A modo de conclusión

Siempre aliento a mis alumnos a que huyan de la ingeniería de Manual y tablas de doble entrada y les animo a que mantengan en el ejercicio de la profesión una actitud "tensa", como decía Carlos Fernández Casado. Esta actitud, que implica siempre una profunda reflexión, hará sin duda que cada ingeniero de lo mejor de si mismo y, si además tiene habilidades, su obra estará bien hecha. ■

La carretera: una aproximación al land art

Eduardo Toba Blanco
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y Licenciado en Derecho

Rosa Toba Veloso
Doctor en Ciencias Químicas

Elvira Toba Veloso
Abogado

SEGUNDA PARTE

Este texto es la segunda parte del magnífico artículo que inició en el número 7 de esta revista Eduardo Toba y su equipo

El denominado "Land Art", o arte en el territorio, usa de instrumentos similares a los que como criterios utiliza la Ingeniería del Paisaje. Tal vez sea el factor utilitarista de la Obra Pública lo que pueda apartarla de aquella manifestación. Pero además, porque no siempre la obra de ingeniería establece entre sus paradigmas, el objetivo de belleza, prevaleciendo generalmente el logro de utilidad.

La *spiral jetty*, que se considera la obra más importante del escultor estadounidense Robert Smithson, una escultura earthwork construida en 1970, es un buen ejemplo de lo que defendemos.

El artista del *Land Art*, entre cuyos más señalados representantes podemos citar a Richard Serra, Christo, Richard Long, como el Ingeniero, goza también de la visión territorial, se sitúa en lo más alto. A vista de águila, contempla el horizonte, aprecia los colores, las texturas, la escala. Juega con la línea a la manera de Richard Long, (con sus caminos iniciáticos que nos trasladan a ninguna parte y al infinito), pero también con la forma. Siempre obsesionado con la creación de la belleza en la tierra desnuda e ilimitada, donde él con su obra establece los límites de lo sagrado. Un buen ejemplo de Land Art es la escultura Over de River (Río Arkansas) de Christo.

En todos estos proyectos escultóricos se aprecia un claro dominio del territorio, la visión espacial, y la singularización del espacio.

A aquella clásica definición de Belleza como: "Una relación armoniosa entre las partes y el todo, y el todo con sus partes", deberíamos añadir la nota de que aquella armonía o su contraria (ruptura), pero también su negación caótica, se manifiesta

Paseo de Orillamar

esencialmente de manera ondulatoria y vibrante, inter-penetrando las partes y el todo, y aquellas entre sí, y con su humano observador. De modo que hasta las líneas más duras, las rupturas más estridentes, como ondas visuales portadoras de ritmos y musicalidad, trascienden nuestra burbuja protectora, nuestra corteza espiritual endurecida por la adversidad de la vida, pudiendo ser interpretadas en nuestro mundo interior, alimentando así de modo permanente el manantial inagotable de nuestra sensibilidad.

Con la obra presentada en su plano humilde, desvestida de boato y banalidad, podríamos entrar ya, dentro de su esencia. Sufriríamos con ella su estado tensional, comprendiéndola física y matemáticamente, y estableceríamos en esa relación trilateral (tierra, obra, observador) tal y como sucede con la obra conceptual, un lenguaje ondulatorio, que traducido en ritmos no dejaría de ser el único lenguaje universal.

Una carretera no deja de plasmar su huella en el territorio que atraviesa, que hiende, tal como sucede en ocasiones con la obra de "Land Art", pero la carretera puede aproximarse en su concepción a aquellos criterios que utiliza aquel arte territorial, uno de cuyos mejores exponentes es Serra, o el antes citado Richard Long.

Para ello además de tender a la intervención mínima (reducir) que cumpla los objetivos del proyecto (razón de Utilidad), deberá tener en cuenta criterios de paisaje, ecológicos de reciclaje, y de aprovechamiento de lo ya construido (reutilizar). Si además el proyectista está formado en aquellos criterios estéticos, podrá conseguir una obra además de útil, bella. Aproximándose por ello al Arte en el Territorio.

Esa aproximación al modo utilitario y seguramente sin perseguir como objetivo el acercamiento al Arte y la Belleza, ha sido recibida como legado en la obra histórica o patrimonial, como son las calzadas romanas.

Hoy es posible conciliar ambos paradigmas, que deben serlo de toda obra pública, Utilidad y Belleza. Es entonces cuando la obra de Ingeniería se aproxima a la obra artística, y ella misma podría ser considerada como obra de Arte.

Estos criterios ambiental-minimalistas pueden utilizarse en la casi generalidad de los proyectos de obras públicas.

Aproximación poética de los puentes: La Métrica de los Puentes

Un puente se puede componer como se compone un soneto. Se puede estudiar su métrica, se le puede dotar de rima, o a la contra, componerles arrítmicos. Se les puede diseñar simétricos, o asimétricos. En muchos de sus diseños podremos adivinar las formas de arpa de sus elementos sustentantes. Como la poesía, aproximación al canto, el puente busca la armonía y a través de la Matemática, trata de introducirnos en el mundo de las notas musicales.

Algunos puentes suenan y resuenan como un arpa o como una tripa de cordero tensado en el bastidor de su tablero.

Arte en actuaciones de carreteras. Analisis de una propuesta: tratamiento de los enlaces este y oeste de Burela

Se trata de dotar de referentes artísticos a dos enlaces de un proyecto de refuerzo y ensanche de una carretera que incluye mejora del trazado. Tiene un desarrollo lineal a lo largo de casi un kilómetro. Discurre por zona periurbana, por lo que es muy importante la dotación de elementos estéticos, referenciales y paisajísticos, que se resuelven a base de vegetación ornamental del tipo tapizante y tratamiento escultórico del territorio de tipo "Land Art " en las intersecciones existentes.

Siguiendo estas líneas esbozadas en el preámbulo , como Autor del Proyecto y director del proyecto escultórico, hemos introducido criterios minimalistas, conceptualistas y postconceptualistas (deconstrucción-construcción), en el tratamiento del territorio adyacente a ambos enlaces, Este y Oeste.

Para ello hemos visitado el terreno en compañía de los autores de ambos proyectos escultóricos, utilizando un estudio fotográfico para poder entender las diferentes visiones de los conductores, según el grado de aproximación a cada acceso, y teniendo en cuenta su fondo escénico, hemos esbozado los criterios de la intervención, dejando a partir de ese momento plena libertad a los artistas colaboradores (Daniel Caxigueiro en el acceso Este, y José Basterrechea en el Oeste) , para que materializasen sus propuestas dentro de la línea elegida de "Land Art".

De este modo nacerían dos intervenciones diferentes:

- Acceso Este: Se incardina dentro del movimiento post-conceptual denominado "Deconstrucción- construcción". Se trata de la deconstrucción de un fragmento de coral, y una vez obtenidas sus líneas esenciales, se compuso de nuevo sobre la representación en plano del territorio a tratar, elaborando posteriormente una maqueta, para la comprobación del logro estético.
- Acceso Oeste: Se trata de una actuación de arte Minimal o minimalista, en la que se compuso una propuesta con un árbol y tres elementos (cuñas de diferentes dimensiones en acero corten, ajardinadas) para tres espacios a tratar, elaborando posteriormente una maqueta para comprobar la idoneidad del proyecto.

Ambos proyectos resultan del todo singulares, incluyéndose dentro de las primeras propuestas del tipo "Land Art" que se pudieron realizar en la cornisa cantábrica, pero que en el presente aún no han visto la luz.

Conclusiones

A través de nuestro análisis y exposición podemos demostrar:

- El paralelismo que existe entre las formas matemáticas que utilizan los ingenieros en el diseño de las carreteras, y las que sirven de base o fuente para la creación de la obra artística.
- La posibilidad de alcanzar conjuntamente el logro de Belleza y Utilidad en la Obra Pública.
- La Obra Pública de la carretera puede ser ella misma objeto de Arte, o incorporar el Arte a través de aportaciones singularizadas.

Breogán. Xosé Cid

- El Arte Minimalista tiene cabida en el diseño y concepción de la Obra Pública contemporánea, y en especial en el proyecto de nuevas carreteras. Tradicionalmente el Constructivismo ha tenido presencia en la Ingeniería.
- La Obra Pública de la Carretera cuando se acerca al concepto de Paisaje, y tiene en cuenta el logro de Belleza además del de Utilidad, se aproxima al Land Art.
- La Obra Pública de carácter histórico ha sido asumida por la colectividad como obra de Arte o patrimonial. No sucede lo mismo con la obra contemporánea.
- Los ingenieros debemos reivindicar nuestro papel de creadores dentro del territorio con nuestras actuaciones de obras públicas.
- La Ingeniería deberá entrar en el campo de las Bellas Artes con idéntico nivel que la Arquitectura. Otra cuestión es alcanzar el logro de Belleza, pero esto sucede con cualquier obra de carácter creativo, también con la de Arquitectura.
- Los ingenieros debemos abrirnos más al mundo de las Artes, trabajar en proyectos multidisciplinares con escultores y paisajistas, y aprender de otras manifestaciones de tipo creativo, de modo que nuestras actuaciones, alguna vez puedan ser consideradas obras de Arte.
- El peor enemigo de la Ingeniería como obra de Arte, es en ocasiones el propio Ingeniero, cuando desprecia el logro de Belleza, considerándole como irracional, superfluo o inconsistente, quedándose únicamente con el de Utilidad, e ignorando la compatibilidad entre ambos.
- El Arte Minimalista, puede ser un buen punto de partida para que los ingenieros entiendan lo útil y bello de modo simultáneo.
- Existe entre el colectivo de ingenieros, algunos componentes que sienten auténtica aversión por el mundo de las Artes. Con semejante posición que intentan hacer extensiva a las nuevas generaciones, conseguirán que la obra de Ingeniería pierda el carácter de obra patrimonial como legado histórico, para las futuras generaciones.
- A través del conocimiento de las Humanidades el Ingeniero se hará cada vez más humanista, y en ese momento al pensar en el ser humano al realizar su obra, se aproximará cada vez más al logro de Belleza.

Agradecimientos

A todos aquellos que han contribuido a mi formación en el campo de las Humanidades, y de modo muy especial a mi esposa Rosa, la cual además ha participado activamente en todos mis proyectos animándome a la introducción del Arte en la Obra Pública, así como a intentar conseguir que la Obra Pública de Ingeniería como ya lo es la de Arquitectura, aspire a ser considerada como obra de Arte. Y a mis hijas Rosa y Elvira, que han colaborado conmigo en la redacción y revisión de esta comunicación, por la especial sensibilidad de ambas hacia la Ciencia, las Artes y las Humanidades. ■

10ª edició.2016/2017

Màster

Gestió de les infraestructures

Presentació

La gestió de les infraestructures és cada cop més rellevant en un entorn socioeconòmic canviant i globalitzat. El paper de les empreses constructores i prestadores de serveis, el de les de consultoria i d'enginyeria ha canviat de forma notable en els darrers anys. La col·laboració entre el sector públic i les empreses privades en la **provisió, finançament i gestió d'infraestructures**, equipaments i serveis mitjançant contractes a llarg termini, s'ha convertit en un dels instruments més poderosos alhora de donar respostes als nous reptes.

Les expectatives de recuperació econòmica situen a la col·laboració público-privada en la gestió d'infraestructures, equipaments i serveis com un dels pilars bàsics per consolidar el creixement. I és que davant de l'escassetat de recursos financers en els pressupostos de les administracions públiques, que encara durarà un cert temps, cal garantir la continuïtat d'aquelles inversions imprescindibles pel progrés econòmic i pel benestar social.

La complexitat de les fórmules de col·laboració público-privada requereix professionals capaços de dirigir els projectes amb un conjunt de coneixements i capacitats més enllà del propi nivell de competència tecnològica. Cal adquirir l'ús de tècniques de gestió empresarial i aconseguir adaptar-se amb rapidesa als nous entorns de negoci.

Aquests són els eixos al voltant dels quals s'ha estructurat el contingut i la metodologia d'aquest **Màster de Gestió de les Infraestructures**, que ja assoleix la 10a edició. El professorat està format per professionals en actiu amb experiència en gestió d'infraestructures en el sector privat i públic i amb una àmplia trajectòria de docència.

Objectius

Proporcionar una base sòlida de coneixements en economia aplicada que permeti desenvolupar la capacitat d'anàlisi de l'entorn econòmic nacional i internacional en que s'emmarca la gestió de les infraestructures.

Facilitar coneixements avançats en els aspectes legals i institucionals relacionats amb la provisió, construcció, finançament i explotació de les infraestructures.

Millorar la capacitat de gestió empresarial i la facultat d'adaptar-se amb rapidesa als entorns de negoci propis de la provisió d'infraestructures.

Optimitzar la capacitat de presa de decisions en el terreny de les concessions i altres fórmules de col·laboració público-privada.

Millorar la capacitat d'anàlisi econòmica i estratègica, especialment pel que fa la diversificació de l'activitat de les empreses constructores i de serveis.

Subministrar les claus del mercat internacional de provisió d'infraestructures i equipaments.

Crèdits: 60 ECTS (376 hores lectives)
Dates de realització: Data d'inici: 09/01/2017 - Data de fi:22/12/2017
Horari: De dilluns a dimecres de 18:00 a 21:00h
Lloc de realització: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) Campus Nord. c/ Jordi Girona, 1-3 Edifici B1, Aula 212 - 08034 Barcelona
Import de la matrícula: 6.400 €
Més informació: http://www.talent.upc.edu/esp/professionals/presentacio/codi/214800/gestion-infraestructuras
Contacte: Sílvia Borges Tel. 934 017 345 @ silvia.borges@upc.edu
Inscripció oberta fins l'inici del curs o fins l'exhauriment de places.

Fundació Cercle d'Infraestructures

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

Información

Noticias de la RUITEM

Red Universitaria Iberomaericana de Territorio y Movilidad

RUITEM
Red Universitaria Iberoamericana de Técnicas Municipales

La RUITEM es una asociación , sin ánimo de lucro, creada el 2004, que ha establecido un convenio de colaboración con esta revista, para su distribución, en las universidades iberoamericanas.
La RUITEM cuenta hoy con la participación de grupos de trabajo de 14 universidades de: Brasil , Bolivia, Colombia, Cuba, Chile, España, El Salvador, Panamá, Perú y Portugal a través de programas Universidad-Empresa.
Sus comisiones de trabajo son: Mobilidad Urbana, Asociación público-privada, Desarrollo Turístico y Diseño en la Ingeniería.

Foro Internacional RUITEM

Los próximos 23, 24 y 25 de febrero de 2017 la RUITEM celebrará su XII Foro Internacional en La Habana (Cuba) bajo el lema "La Economía Verde". El Foro está abierto a los representantes de empresas, de la Universidad o profesionales que estén interesados a asistir o conocer sus conclusiones.
Para información: **adop.ruitem@gmail.com**

Grupo de trabajo RUITEM de Movilidad Sostenible

El Grupo de Trabajo de Movilidad Sostenible de la RUITEM liderado por el profesor Francesc Ventura (España) y los profesores William Castro (Colombia), José Luís Bonifaz (Perú), Nunes da Silva (Portugal) y Acires Díaz (Brasil) han realizado un importante trabajo de reflexión sobre el transporte urbano plasmado en el libro "Ciudad y movilidad".
A este trabajo nos referimos también en la página 24 de la mano del prof Ventura.
Para información: **http://bit.ly/nedip**

Información

La primera edición de iWater, el evento de referencia del sector del agua, cierra con un gran éxito de asistencia

Fira de Barcelona ha acogido, del 15 al 17 de noviembre, la primera edición de iWater, el salón internacional del ciclo integral del agua. El evento ha congregado a cerca de 5.000 profesionales del sector del agua, superando con creces las expectativas de asistencia. iWater ha contado con la presencia de 127 empresas y entidades del sector, procedentes de 10 países diferentes.

Según el presidente del comité organizador de iWater, Ángel Simón "iWater ha sido un éxito como punto de encuentro entre los profesionales del sector, donde se ha compartido conocimiento e innovación tecnológica para dar respuesta a los retos que plantea el agua". "El agua es uno de los elementos clave en el futuro del planeta", ha añadido Ángel Simón.

En un contexto de escasez de recursos naturales, el salón ha abordado las claves para garantizar el acceso al agua dulce. Las ponencias impartidas en el foro de iWater, que ha contado con 80 expertos nacionales e internacionales, han girado en torno a los tres ejes que marcaran la gestión del agua en los próximos años: el aumento de la resiliencia para afrontar el cambio climático; modelos de gobernanza más inclusivos que impliquen a todos los actores del sector y nuevos modelos de financiación para actualizar las infraestructuras hidráulicas.

En iWater también se ha reflexionado sobre "el valor real del agua", que implica tener en cuenta el valor que aporta a la sociedad. En este sentido, cabe destacar que, el agua, además de ser un bien esencial para la vida y el medio ambiente, es también uno de los sectores que más empleo genera: se calcula que solo en Cataluña genera más de 10.000 empleos directos, que se extienden hasta 40.000 en toda España. En definitiva, una buena gestión del agua crea mejores puestos de trabajo y contribuye a reforzar la economía local y global.

Tras el éxito de la primera edición, la organización se emplaza a celebrar una nueva edición en 2018, que permita seguir avanzando hacia una gestión más sostenible del agua.

Budapest: algo tan simple como las tapas del alcantarillado se convierte en elemento de decoración.

Las Alpujarras: el agua transforma las calles.

Información

Agrupación ADOP

La Agrupación Diseño Obra Pública (ADOP) ha establecido un acuerdo con esta revista, como editora y colaboradora de la misma.
Los objetivos de ADOP, que cuenta en este momento con 41 miembros, están reflejados en su carta fundacional.

ACTA DE CONSTITUCION
DE LA AGRUPACIÓN DISEÑO OBRA PÚBLICA (ADOP)

Los abajo firmantes, acuerdan constituir la Agrupación Diseño Obra Pública, con los siguientes objectivos:

- Poner de manifiesto la importancia que el diseño, las formas y la estética tienen en el desarrollo de las obras públicas o infraestructuras, como macro-mobiliario del espacio físico en que se implantan.
- Considerar la estética y los aspectos formales de las obras públicas como una funcionalidad más a tener en cuenta y a valorar, en su proyecto y construcción, en razón de la percepción visual que el ciudadano tiene de ellas.
- Generar debate, información y formación sobre la estética de las obras públicas con el objetivo de que actúen como impactos positivos, y no negativos en el territorio, desde la perspectiva de la sociedad que los contempla, usuario del mismo.
- Motivar e implicar a los profesionales de las obras públicas en los aspectos estéticos y formales de las mismas.

Para información e inscripciones: adop.ruitem@gmail.com

Numeros 1, 2, 3, 4 y 5 de la revista "Cuadernos de Diseño en la Obra Pública" ya disponibles gratuitamente en el Apple Store para iPad

Obsolescencia y readaptación conceptual de los proyectos e infraestructuras de movilidad

Francesc Ventura i Teixidor
Arquitecto

Primera parte

Esta revista se publica en las universidades Iberoamericanas como resultas del convenio de la Agrupación Diseño Obra Pública (ADOP) editora de la misma i la Red Universitaria Iberoamericana de Tecnología y Movilidad (RUITEM) y aunque es básicamente un medio de comunicación de los aspectos estéticos y formales de las infraestructuras no puede desconectarse de otros aspectos, que aunque más tecnológicos, son la base de las mismas. Por esto adjuntamos el presente artículo (en su primera parte) del prof. Francesc Ventura, consecuencia de su relación con las universidades de Lisboa, Perú, Colombia y Brasil.

Los proyectos de infraestructuras vinculadas al desplazamiento de personas, objetos y mercancías necesitan largos periodos de maduración, hasta convertirse en realidad construida. A su vez, cuando entran en servicio, en general tienen vidas útiles extraordinariamente longevas, aunque a menudo requieran de actuaciones de mantenimiento y puesta al día, cuando no de renovación total.

En consecuencia, resulta muy complejo predeterminar las condiciones en que vayan a prestar servicio estas instalaciones, a lo largo de su dilatada existencia, y sobretodo, su adaptabilidad a situaciones cambiantes y de difícil previsión, en términos de demanda y también de condiciones de entorno (institucionales, fiscales, financieras, etc.).

A estos aspectos van a dedicarse las siguientes reflexiones y comentarios.

Sorprende últimamente, con la proliferación de proyectos licitados, ejecutados y operados, bajo fórmulas PPP y BOT, el interés que presentan diversos tipos de agentes intervinientes en los procesos de

tramitación de los mismos, por "controlar" todas las alternativas de impactos futuros sobre estas infraestructuras.

Alternativas sobre la demanda captable, sobre las tarifas soportadas, sobre los flujos de aportaciones públicas, en forma de subsidios o peajes en la sombra, sobre los impactos ambientales, sobre la durabilidad de las estructuras, los materiales o los equipos, sobre la adaptabilidad del diseño, en cuanto a trazados, tecnologías, sistemas de control de la operación, material rodante, etc. Como si todos estos parámetros y escenarios hubieran de "solidificarse" en el momento de la firma de los contratos de adjudicación.

Se generan entonces situaciones de "estrés" sobre prescriptores y consultores, asesores tecnológicos, jurídicos o económicos, responsables de las empresas licitadoras, entidades financieras, aseguradoras, constructoras, industriales y proveedores de tecnologías, sistemas y equipos, operadores de servicios, funcionarios públicos, responsables políticos, entidades de control y supervisión; en definitiva, en todo el rosario de implicados y vinculados a estos proyectos.

Se les pide a todos, y al final todos se las piden entre sí, garantías acerca de la viabilidad de los proyectos, de la fiabilidad de las premisas consideradas, de la certidumbre de los estudios realizados, de la corrección de las hipótesis y alternativas planteadas, para diversos escenarios temporales y para situaciones de mayor o menor nivel de "previsibilidad".

Como es lógico, en un mundo que cada vez evoluciona más aceleradamente, los modelos, para conseguir englobar esta multiplicidad de consideraciones, adquieren extrema complejidad y, a menudo, en lugar de ayudar a tomar decisiones acertadas, sumen a los responsables finales en un mar de dudas, cuando no en situaciones de alta conflictividad, que no pocas veces acaban judicializando, en uno u otro momento, los acuerdos y contratos formalizados.

Por otra parte, los marcos legales y normativos bajo los que actuamos, se actualizan casi siempre bajo criterios paliativos, no preventivos, y mucho menos propositivos de alternativas más eficientes y racionales.

Se abusa tanto de la pretendida e invocada seguridad jurídica, de la "cobertura" de responsabilidades, que, entre todos, vamos creando una tupida red, de raíz burocrática, en el peor sentido de la expresión, que lleva al traste a no pocos proyectos.

Mientras, nuestros conciudadanos, los que viven y actúan en el mundo de las relaciones comerciales y mercantiles privadas, no pueden entender los porqués de estos retrasos, los encarecimientos de los proyectos, y sobretodo, la obsolescencia de algunas soluciones.

Cuando determinados proyectos se hacen realidad, a los 20 o 30 años de haberse planteado y proyectado, la necesidad puede haber desaparecido, puede haberse trasladado a otro entorno, o puede requerir soluciones de mayor capacidad, de diversa alternativa tecnológica, u otros modelos de gestión.

Peor es la situación de aquellos proyectos muchas veces anunciados, en los que tanta energía y recursos se han invertido, que tantas alternativas han originado, tantos debates profesionales, académicos, sociales o políticos, pero que nunca alcanzan a hacerse realidad.

Aquellas ciudades que no disponen de la conexión ferroviaria prometida desde el siglo XIX, o que es de un nivel de servicio tercermundista, o que siguen fiando todo el transporte colectivo a los autobuses tradicionales, aunque los corredores de tránsito soporten demandas superiores a los 20.000 viajeros/hora/sentido. Aquellos entornos portuarios que no disponen de accesos terrestres y donde las mercancías acumulan retrasos intolerables para su expedición hacia el interior. Aquellas mallas viarias de secciones insuficientes, que además se ocupan indiscriminadamente para el aparcamiento de vehículos en vía pública y donde el peatón mantiene una consideración residual en la escala de preeminencia de los desplazamientos.

En los últimos años se han producido ejemplos de infraestructuras ejecutadas bajo criterios totalmente opuestos, e igualmente erróneos. Aeropuertos que no atraen vuelos y deben utilizarse como pistas de pruebas para otro tipo de vehículos, concesiones de autopistas sin demanda, porqué se han ejecutado en paralelo mejoras en las vías libres de peaje, túneles ferroviarios que deben ser rescatados porqué la demanda real no responde a las expectativas previstas en los estudios concesionales, aparcamientos municipales sin usuarios, que no pueden ser conservados correctamente, o redes de tranvías que nunca han llegado a ser operadas.

Es evidente, por todo ello que, como miembros de nuestra Sociedad en su conjunto, y también como integrantes de colectivos profesionales o como responsables del ordenamiento de lo público, debemos "repensar" los criterios de diseño de los mecanismos para la cobertura de nuestras necesidades en materia de infraestructuras, también en el sector de las comunicaciones y la movilidad. ■

Sus efectos colaterales en página siguiente

El transporte y su efecto colateral: el mobiliario urbano

Bruselas. El acceso al metro ¿Atracción o integración?

Lisboa. La estación de ferrocarril , un gran y magnífico "mueble"

Curitiba (Brasil) Las estaciones "cerradas" del bus

Praga.Una red electríca como techo

Estocolmo. El metro,casi un centro de espeleologia

Nantes (Francia).Parada de bus,simplicidad y limpieza

Ejemplos modelos y antimodelos

Esta sección no pretende juzgar y mucho menos dogmatizar. Su objetivo sólo es la reflexión. Que el lector realice el apasionante juego de analizar y opinar sobre lo que ve, o, si ha lugar, comparar los homólogos. Unos ejemplos serán positivos, otros negativos y otros ni una cosa ni la otra. El lector decidirá. (M.B.)

Monasterio de Santes Creus (Tarragona), el aparcamiento no favorece la historia.

La Habana. El alcantarillado colonial, la historia valorada.

New York. Los puentes de Manhattan. La percepción del "usuario visual".

Ayamonte ,España. Puente sobre el Guadiana. La percepción del "usuario visual".

Almuñecar, Malaga. Encauzamiento urbano. La dureza de la tecnologia pura.

Benidorm. Alicante. Encauzamiento urbano. La creatividad.

listos para
la revolución de
los recursos
suez
En 2050, en el mundo vivirán 9.000 millones de personas, la mayoría en grandes ciudades.
Este crecimiento de la población plantea dos grandes retos: el acceso al agua y la gestión eficiente
de los residuos. Por eso en SUEZ innovamos para crear soluciones hídricas alternativas y transformar
los residuos en nuevas fuentes de energía. Nuestro objetivo: garantizar a las generaciones futuras
el acceso a los recursos naturales.
www.suez.es