

N.3

Junio 2011

*Cuadernos de diseño*  
*Quaderns de disseny*  
*Design notebook*



# Diseño Disseny Design

La Torre de Hércules patrimonio de la humanidad

en la obra pública

### Colaboradores de este número

Ángel Aparicio  
Jesús Collado  
Santiago Hernández F.  
Javier Manterola  
Rosario Martínez  
José Luis Monsó  
Juan Sobrino  
Eduardo Toba

### Grupo asesor

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

### Equipo de redacción

Modest Batlle (coordinador)  
Emilio Cereijo  
Carles Labraña  
Pere Macias  
Jordi Mensa  
José Pablo Rodríguez-Marín  
Javier Vizcaino

### Secretaría de redacción

Angy Palau  
Tel. 93 401 58 08 - [angy.palau@upc.edu](mailto:angy.palau@upc.edu)  
Silvia Borges  
Tel. 93 401 73 45 - [silvia.borges@upc.edu](mailto:silvia.borges@upc.edu)

Escuela de Ing. de Caminos, Canales y Puertos  
Jordi Girona 1-3 Módulo B1, despacho 303  
08034 Barcelona

### Editor

Cercle d'Infraestructures  
Càtedra ITER: Copisa, FCC Construcción,  
Guinovart-OHL, Rubau  
Red Univ. Iberoamericana de Técnicas  
Municipales (RUITEM)

### Diseño y maquetación

Fabrizio Rodilossi  
[fabriziorodilossi@gmail.com](mailto:fabriziorodilossi@gmail.com)

### Impresión

Gràfiques Ossó  
[info@grafiquesosso.com](mailto:info@grafiquesosso.com)

Depósito Legal: B-6.248-2009

ISSN: 2013-2603

Nº ejemplares: 3.800

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

Precio 4 €

## EDITORIAL

# Perder ingeniería Guardar la simiente

Esta es una revista orientada a la estética, las formas y al diseño en la obra pública, pero ninguno de estos conceptos sería posible sin la existencia de un sinfín de pequeños núcleos de ingenieros, autónomos o de pequeñas y medianas empresas que más allá de la estricta tecnología buscan aproximarse a la perfección formal y visual que les demanda la sociedad.

Pero hoy estamos en un momento difícil: crisis económica, procesos electorales, administraciones sin recursos, adjudicaciones colapsadas, etcétera, y con todo ello corremos el riesgo de que estos núcleos de conocimiento de ingeniería vayan desapareciendo, que unos se vayan con la señora Merkel, otros a Sudamérica u otros lejanos países y que otros busquen desesperadamente otra ubicación aunque sea fuera de la ingeniería, en síntesis, nuestro país **perdería ingeniería**.

No olvidemos que el conocimiento ingenieril es la simiente de la calidad de las grandes obras que podemos hacer cuando vengan mejores épocas. Si no somos capaces de **guardar esta simiente** dentro de unos años no podremos crear, sólo podremos copiar.

Por esto, desde estas líneas, haríamos una humilde petición a las administraciones: de que sigan alimentando a la consultoría. Las inversiones son mínimas y permitirán, cuando llegue el momento, disponer de una amplia remesa de planes y proyectos (cosa que siempre se ha notado en falta) para abordar con garantías de calidad y eficacia las inversiones del futuro.

Hagan un esfuerzo para mantener y guardar las semillas y así poderlas utilizar en su momento.

Esta era una editorial no prevista, pero realizada a raíz de unos comentarios y una petición de un ingeniero, de estos que intentan aproximarse a la perfección, cuyo nombre es de todos conocido, pero que aquí callaremos.

M.B.

Nuestra portada, la Torre de Hércules, Patrimonio de la Humanidad, quiere ser un reconocimiento al número 92 de la revista Ingeniería y Territorio que abordó la restauración en la obra pública.

A LA VENTA EN LA LIBRERÍA DEL CICCPC

[www.ciccp.es](http://www.ciccp.es) (Servicios / Librería)

Tel. 91 308 19 88 (ext. 272-298); Fax 91 319 95 56 - [libreria@ciccp.es](mailto:libreria@ciccp.es)



Torre de Hércules.

# Restauración de la Torre de Hércules y parque escultórico

EDUARDO TOBA BLANCO

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, Y ABOGADO.

La Torre de Hércules, tal vez el único faro romano que sigue cumpliendo su función como señal marítima, dos siglos después de la restauración realizada por el ingeniero Eustaquio Giannini, fue nuevamente restaurada entre los años 1992 y 1993, según un proyecto que tuve el honor de coordinar y dirigir, y que se basaba en un trabajo que publiqué en el año 1991 en el nº 1 de la revista Señales Marítimas del MOPU.

Posteriormente para defender su entorno proyecté el parque Escultórico de la Torre, y circundando su espacio, el Paseo Marítimo de Orillamar.

Estas intervenciones, restauración del faro romano y parque escultórico, han permitido que por el Comité del Patrimonio Mundial de la Unesco que cele-

bró en Sevilla su 33 reunión, la Torre de Hércules y su Parque Escultórico hayan sido declarados el 27 de junio de 2009, Patrimonio de la Humanidad.

## BREVE ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA TORRE DE HÉRCULES

Dado su interés arqueológico, la Torre de Hércules ha sido investigada por Hutter, Hauschild, y Hague, entre otros investigadores.

Entre las tesis contrapuestas, las más significativas fueron las del arquitecto y arqueólogo alemán Theodor Hauschild, quien sostenía que la torre tendría otro cuerpo exterior en época romana, y la del también arquitecto alemán Hutter que sostenía que la rampa de ascenso sería volada.

Si imaginamos el procedimiento constructivo, observaremos que entre los

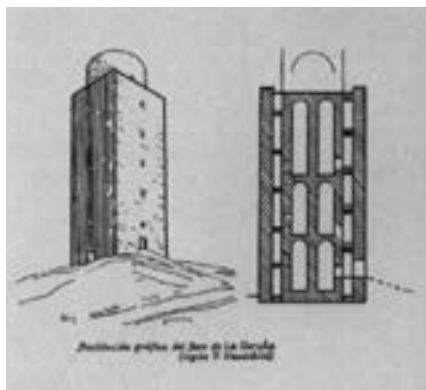
dos muros se construiría la rampa, que además de permitir la subida de materiales para su construcción, permitiría, una vez construida, la subida del combustible para el faro.

Las bóvedas que cierran cada uno de los tres cuerpos principales, se disponen de modo que gira la siguiente 90° en relación con la anterior. Son de hormigón (argamasa de cal y restos de cantería procedentes de la labra de los sillares) encofrado en bóveda de cañón con cimbra de madera. A su vez el muro exterior junto con su rampa daría mayor rigidez al fuste, necesaria en una zona tan venteada.

Sobre el nivel superior romano, en su suelo se pueden observar los sillares de engatillado en cola de milano del cuerpo superior abovedado, y las marcas del cimbrado de los farolillos instalados en



el siglo XVII en tiempos del Duque de Uceda, obra del arquitecto Diego Amaro Antúnez. Remata la parte superior del faro la cúpula neoclásica del ingeniero hidráulico de la Armada Esutaquio Giannini.



Las fábricas del faro eran sillares romanos al exterior, y opus vittatum al interior.

La solución propuesta por T. Hauschild, era correcta.

#### RESTAURACIÓN DE LA TORRE DE HERCULES

El estado interior del monumento antes de su restauración era deplorable, conducciones eléctricas con aislamiento en tubo corrugado para el alumbrado interior y para alimentación del faro discurrían por doquier, horadando sillarejos romanos (opus vittatum), y grapando los conductos a las fábricas allí donde resultase necesario.

Las ventanas de carpintería de madera, estaban envejecidas y no guardaban estanqueidad, produciéndose ambiente salino, agresivo para la piedra de los muros.

Las balaustradas interiores de piedra, instaladas en este siglo, competían de modo desleal con las fábricas romanas y neoclásicas.

Lo más grave era que los morteros de cemento ocultaban, deteriorando, los morteros de cal romano y las fábricas de piedra, así como los hormigones romanos de las bóvedas.

Era a su vez necesario, investigar arqueológicamente su interior, estudiando el proceso constructivo de la Torre.

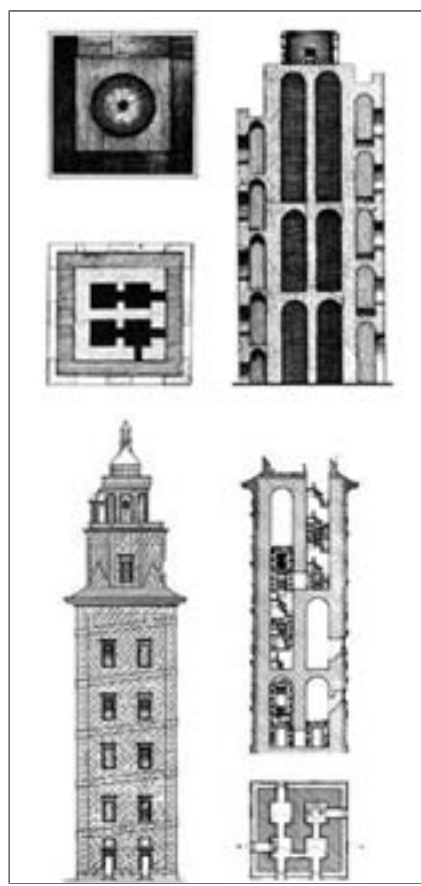
El exterior también estaba dañado: Sillares que habían perdido sus juntas, algunos erosionados, y lo más vergonzante era el estado deplorable de su entorno más próximo.

Por otra parte resultaba necesario investigar hasta lo más profundo de su esencia, llegando a sus mismos cimientos, para descifrar entre otros el dilema planteado de la rampa exterior, según las tesis contrapuestas de Hutter y Hauschild.

Las excavaciones arqueológicas que realizamos durante la ejecución de la restauración del faro romano, permitieron descubrir mediante la simple observación de los cimientos, la traza de lo que sería el fundamento del muro exterior, lo que corrobora el acierto de Hauschild.

#### SOLUCIONES APORTADAS

Realizada una campaña de fotogrametría terrestre, para lo que fue preciso instalar una grúa telescópica de 65 metros, se levantaron los planos más precisos que se han podido elaborar en toda la historia de la Torre. En su interior se levantaron planos mediante dibujo arqueológico. A partir de esta información, de la fotográfica, de la petrológica y de las diversas inspecciones "in situ" y medidas complementarias, se adoptó la solución de proyecto.



Estado del faro anterior a su actual restauración.

Las carpinterías de ventanas serían de bronce marino, estancas y practicable, diseñados con la mayor austeridad y nobleza.

Las conducciones eléctricas serían bajo conducción de bronce y soportarían iluminación de tipo museístico.

Se sustituiría la balaustrada interior de piedra, por una más transparente y liviana de bronce, con pasamanos de caoba, con el fin de no distorsionar la belleza de los paramentos romanos y de la escalinata neoclásica.

La piedra exterior se trataría mediante rejuntados con morteros de cal, según el método tradicional romano. Se matarían las malas hierbas, y se realizarían las reparaciones y microcosidos a base de varilla de acero inoxidable y epoxi en los sillares deteriorados, rematándolos con recrecidos de mortero de cal, y estabilizando los sillares, donde se requiriera, con silicato de etilo.

En el interior la labor era más delicada, se hacía preciso retirar los morteros de cemento, aportados en este siglo, y dejar al descubierto todo el esplendor de los morteros y hormigones romanos a base de cal y áridos, potenciando la visión de la fábrica romana.

En cuanto al entorno, se esbozaron unas primeras líneas (aunque limitada a solo una pequeña zona) del proyecto de restauración del Entorno de la Torre de Hércules, ligado al proyecto de Paseo Marítimo de Orillamar, que conformaría el borde interior del futuro Parque Arqueológico de la Torre.

Finalizados los trabajos, el hundimiento del petrolero Aegean Sea, obligó a repetir parte de las labores de restauración, debido a los daños que provocó el subsiguiente incendio del crudo derramado en las fábricas exteriores del faro romano.

#### EL PARQUE ESCULTÓRICO

El parque escultórico nació de la necesidad de acondicionar el espacio circundante dentro de la zona de respeto del que ya era Bien de Interés Cultural.

Dicho espacio aparecía muy degradado. Se trataba de una superficie considerable, de unas 47 Has., que he protegido al proyectar el Paseo Marítimo de Orillamar circundando por su borde externo la zona de respeto del faro.



*Parque escultórico.*

El proyecto escultórico que planteé en clave mítico-simbólica, se compone de obras figurativas, abstractivas y de Land Art, pero todas ellas unidas por un hilo conductor: la presencia de la Torre, y los mitos y leyendas en torno al faro y su solar.

La Torre está presente con todo su contenido histórico, y la esencia de Roma vive en su interior, en cada una de sus fábricas.

Pugnan en ese espacio dos culturas que hoy conviven en Galicia, la atlántica representada por Gerión, y la mediterránea, por Hércules.

He utilizado la escultura como instrumento para la ordenación del territorio, a modo de referencias estáticas, que permiten la orientación del paseante. Constituyen nodos de carácter estético que atraen nuestra mirada, y permiten descubrir miradores desde donde se puede apreciar la belleza del Paisaje.

El faro es la pieza esencial que determina todas las demás actuaciones en su entorno, y señala muy bien de que modo debe relacionarse la ciudad con él. Pero para entender estas ideas, hay que subirse a lo más alto y contemplar de modo insistente esa relación. También observar la foto aérea, y el orto foto plano.

Uno de los problemas que detecté en el entorno de la Torre y que provocaba gran desolación, era la cantidad tan importante de escombros en lugares tan singulares como los que ocupan hoy las esculturas que situé en este espacio (me refiero al lugar de los Menhires y de la Rosa dos Ventos principalmente)

En todo el espacio circundante al faro, había infinidad de pequeños senderos, los cuales he respetado dentro de la intervención territorial pero ampliándolos

ligeramente y consolidándolos con aportación de zahorra natural, con el fin de que las personas puedan visitar el espacio con la mayor comodidad y contemplar el paisaje litoral y el océano. Así se han habilitado más de tres kilómetros de sendas, que permitirán la práctica deportiva, y sobre todo caminar a los pies del faro. El faro en lo alto, domina el espacio.

Todo este espacio recuperado, lo delimité trazando el Paseo Marítimo de Orillamar, en esa zona, como un borde interior, e incorporando el tranvía.

## **“la Obra Pública considerada como obra de Arte”**

### **CONCLUSIONES**

Desde lo más alto de la Torre, una vez restaurada, y después de contemplar detenidamente el paisaje circundante, comprendí la necesidad de intervención en su entorno apoyándome en la idea de ordenación del espacio con el señalamiento de los puntos singulares del mismo, evitando el competir con la monumentalidad del faro romano- neoclásico.

El proyecto de restauración de la Torre de Hércules y de su entorno, han permitido que hoy la Torre y su Parque Escultórico sean Patrimonio de la Humanidad.

### **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.

Su apoyo y el ánimo que me han infundido siempre han contribuido sin duda, a este importante galardón de la UNESCO. ■

## **“la escultura como instrumento para la ordenación del territorio”**



# Cuatro puentes sobre el río Guadiana en Mérida y uno más

JAVIER MANTEROLA ARMISÉN

DR. INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS - CATEDRÁTICO DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MADRID  
MIEMBRO DE LA REAL ACADEMIA DE LA INGENIERÍA.

La anchura del cauce del Guadiana al atravesar Mérida es variable, entre 200 y 600 m, anchura suficiente para dar paso a las enormes avenidas que de vez en cuando trae el río. El paisaje es plano, sin relieve, lo que ha condicionado a lo largo de la historia la morfología de los puentes que lo atraviesan. El río, normalmente, tiene un caudal no demasiado grande que ha determinado la condición del río de cauce divagante, con la producción de islas intermedias que varían de posición según fuesen los aleatorios depósitos del río cuando la crecida había cesado.

**“convertir lo estrictamente resistente en presencia estructuradora”**

Todos los ingenieros que se enfrentaron a lo largo de la historia con un puente para atravesar este río parece que tuvieron la misma respuesta. El puente debía ser plano, paralelo al río, indefinido en el doble sentido de sin definición, pues nada en el río determinaba una zona de configuración especial e indefinido en cuanto a la longitud, siempre muy grande para la luz del vano necesario.

No pretendo en este rápido análisis, dar una valoración objetiva sobre la calidad y categoría de estos puentes. Tampoco describirlos. Solamente exponer la impresión que me produjeron al recorrer Mérida, por la margen derecha del río,



*Puente del Ferrocarril.*



Puente Lusitania.



Puente Romano.

dejándome arrastrar a las sensaciones que me produjeron en el momento que la realicé, una tarde de verano del 2008.

**PUENTE DEL FERROCARRIL**

A mi entender el más hermoso puente de Mérida. Mal cuidado, sucio, pero per-

fecto. Horizontal, un dintel estricto, que cruza con una luz suficiente el parque y el río. Al verlo te hace entender más de puentes y de belleza, la nuestra, la que los ingenieros hemos ido configurando a lo largo de los últimos 200 años. Cuídenlo más, no podemos perderlo, no pode-

mos quedarnos sin la traducción de lo que es una viga biapoyada deducida a lo largo de todo el siglo XIX, ni lo que es un puente sobre un río y como se expresaba lo mejor de la ingeniería del siglo XIX.

**PUENTE LUSITANIA**

Un hermoso arco, un muy hermoso arco en un puente equivocado. El encuentro entre dintel, arranque del arco y pila está muy presente en la imagen del puente y está mal y en esto no se suele equivocar Calatrava. Como está mal diseñar ese puente con polaridad, con un arco tan presente, y tan imponente, en un río que no lo provoca, no lo está señalando. Nosotros quisimos hacer ese puente y nos presentamos al concurso de ideas. En la exposición de maquetas nos colocaron junto a la de Calatrava, y en ese mismo instante entendí que no teníamos nada que hacer. Nuestro vecino seducía y como toda seducción te atrapa, te engaña, te confunde. Le propuse al Alcalde que pusiese un azud aguas abajo para evitar que ese enorme arco estuviese sobre el suelo, sin río.

**EL PUENTE ROMANO**

Lo había visto mil veces, solo y con D. Carlos Fernández Casado y su hijo Leonardo. No recuerdo qué hablamos en su día, pero





*Y uno más.*

esa tarde de verano de 2008, me dejó frío, casi helado. Parecía perfecto, pero carecía de la grandiosidad que debe ofrecer todo puente, como su vecino, el puente de ferrocarril, como el hermoso acueducto de los Milagros, tan próximo y tan distante en calidad de diseño y complejidad. Creo que he aprendido lo que es un puente viendo muchos puentes y también puentes romanos. En este caso no lo mostraría a un joven que se está construyendo la idea de lo que es un puente. Me habría gustado haber discutido esta idea con D. Carlos.

#### **PUENTE NUEVO**

Formidable ejemplo de puente sobre el mismo río. Sin énfasis, indefinido como debe ser. Un homenaje al puente romano pero abriendo tecnológicamente el mundo de los puentes en la España pobre de los años 60 del siglo pasado. Y el tiempo que tanto depura, clasifica y condena, lo ha tratado bien. Lo había visto infinitas veces, sé del cariño y cuidado que D. Carlos pasó al edificar un puente en ese su mundo romano y el tiempo lo ha tratado bien. El cariño que puso en el tratamiento de las pilas, el tajamar, los arquillos sobre ellos y el peligro que se corre con este énfasis y sin embargo está bien, se conserva formal y estructuralmente muy bien.



*Puente Nuevo.*

#### **Y UNO MÁS**

Es un puente nuestro y de la buena actuación de la Administración. Allí el río es diferente, casi canalizado, de algo menos de 200 m de anchura y con agua permanente, rara en un puente español. La idea fue hacer una

pila central triangulada que acentuase su presencia con el fin de construir la referencia del puente. Aquí el cauce, su contención y su anchura permite una referencia singular, convertir lo estrictamente resistente en presencia estructuradora. ■



# Infraestructuras y paisaje

ÁNGEL C. APARICIO

DR. INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

**E**n el mensaje del Dalai Lama que figura a modo de segundo prólogo del último libro sobre la historia de la conquista del Everest [1], su santidad Tenzin Gyatso pone de manifiesto el hecho de cómo “un mismo objeto puede estimular respuestas muy distintas en los seres humanos”.

El Everest, probablemente uno de los paisajes naturales más increíbles del mundo era, para unos, los alpinistas ingleses, objeto de conquista y de pretexto para el visionado de paisajes fantásticos, mientras que para los monjes budistas y los campesinos de la zona era la morada de la diosa Chomolunga y su contemplación les incitaba al recogimiento y la meditación.

**"sensibilizar en el tema a nuestros alumnos así como crear foros de debate y crítica"**

Para empezar las reflexiones sobre el paisaje, esta aproximación pone de manifiesto un aspecto esencial: la visión del paisaje depende, fundamentalmente, de los condicionantes culturales, sociológicos, psicológicos y físicos del espectador y, por tanto, de su interpretación subjetiva, de su sensibilidad estética, del punto de vista del propio observador y de la velocidad con la que lo observa.

No voy a describir las distintas morfologías paisajísticas, morfologías que pueden consultarse en cualquier tratado de geografía o de paisaje. Mi reflexión va a ir más encaminada a cómo afrontamos los humanos el paisaje, tanto el natural como el construido y, en particular, el



1 - Bryce Canyon.

paisaje que se genera tras la incorporación de las infraestructuras al paisaje original. Por ello, una recopilación sobre cómo se ha percibido el paisaje a lo largo de la historia nos va a permitir reflexionar, con cierta profundidad, sobre el asunto. Mi objetivo no es otro que plantear al lector unas pautas que le motiven a su propia reflexión.

#### EL PAISAJE SOPORTADO

Cuando Ebenezer Bryce, mormón escocés, se asentó hacia 1870 en el fondo del hoy llamado Bryce Canyon, lo definió “como el peor sitio donde podía perderse una vaca”. Hoy es uno de los parques nacionales norteamericanos de más éxito por la belleza de sus riscos, de formas caprichosas tintadas de toda la gama de blancos, ocre y marrones. El turista actual ha dejado sus “vacas” lejos del lugar y su percepción es radicalmente distinta al pionero Bryce (Foto 1).

#### EL PAISAJE DESEADO

En 1760, un científico de Ginebra, Horace-Bénédict de Saussure, ofreció 20 táleros a los primeros montañeros que consiguiesen encontrar una ruta hasta la cumbre del Mont Blanc, El premio fue para Jacques Balmat y el doctor Michel Gabriel Paccard quienes alcanzaron la cumbre por primera vez el 8 de agosto de 1786. No obstante, Saussure no se quedó

satisfecho y él mismo, acompañado de su criado, de Jacques Balmat [foto 2] y de unas cuantas personas más, ascendió el año siguiente a la cumbre del Mont Blanc. Este hecho se considera el inicio del alpinismo, primero científico, luego romántico, donde los primeros alpinistas se esforzaban en alcanzar las cumbres, fundamentalmente de los Alpes, para disfrutar sensaciones- entre ellas la visión de unos paisajes insólitos- que sólo el descubrimiento de la naturaleza les podía ofrecer.



2 - Estatua de Saussure y Balmat.

#### EL PAISAJE CONQUISTADO

También durante la época romántica surgen clubes y sociedades científicas no gubernamentales que se interesan por descubrir zonas inexploradas de la tierra, cartografiarlas, investigar sus recursos naturales así como sus poblaciones autóctonas. Nacen, además de los clubes alpinos, las sociedades geográficas y se organizan auténticas expediciones, incluso militares, para conocer los nuevos territorios. En muchas zonas existen pueblos belicosos que impiden el



3 - Torre de alta tensión.

paso, o bien los accidentes geográficos son tan enormes que requieren recursos logísticos muy importantes. Comienza la exploración de África, - y de sus paisajes nuevos - y, a finales del siglo XIX, la exploración del Himalaya, donde sus altas montañas incitan su conquista. En mayo de 1953 el mundo se impresiona no sólo ante la foto del serpa Tenzing en la cima del Everest, fotografiado por su compañero de cordada Edmund Hillary, sino también por los magníficos paisajes que se observan desde la cumbre fotografiados cuidadosamente por Edmund Hillary para dejar constancia de su conquista.

#### EL PAISAJE MEDITADO

Cientos de años antes, - y aún después, - de la conquista de los ochomiles del Himalaya, los tibetanos y nepalíes vivían bajo esas cumbres sin ningún afán ni por subir a ellas ni por ver qué se veía desde allí. Sin embargo, los grandes santones budistas viajaban por los valles para descubrir valles especiales cuyo paisaje, tranquilidad y comunión con la Naturaleza permitían encontrar el nirvana. Surgen los beyuls, lugares de una gran espiritualidad, que son objeto de peregrinación para muchos monjes y donde se dedican a la meditación.

#### EL PAISAJE CONSUMIDO

Podríamos decir que, en general, al hombre moderno le gusta el paisaje, aunque en intensidad muy variable. En nuestro tiempo libre, algunos de nosotros rea-

lizamos actividades en la naturaleza que nos permiten relacionarnos con los distintos paisajes a una baja velocidad de percepción (paseo, deportes de montaña, esquí, ciclismo, pesca, caza, golf), a costa, eso sí, de un esfuerzo personal más o menos intenso, pero valorable. Otras personas eluden el esfuerzo y son más coleccionistas de sensaciones, - y de fotos- captadas desde el coche. Y aunque su velocidad de percepción sea más rápida que las del tipo de personas que hemos mencionado anteriormente, son conscientes de la existencia o carencia de belleza de los lugares naturales, así como de los aciertos y desaciertos que la actuación humana arroja sobre ciertos entornos. Y como a todos nos satisface la percepción de un paisaje bello, dedica-



4 - Demasiados "palos" en el paisaje.

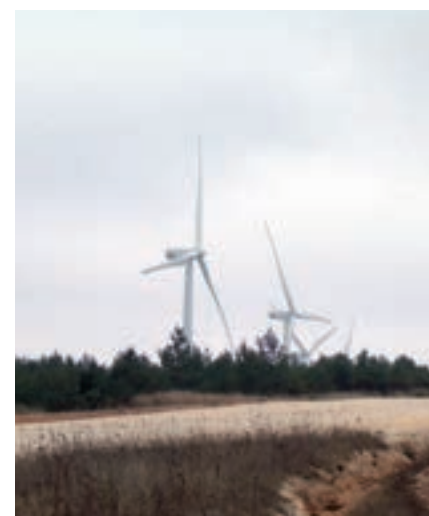
mos un tiempo importante de nuestro ocio a "consumir" paisaje.

Pero en el "consumo" del paisaje, el tamaño de éste si importa: no es lo mismo pasear por, -y diseñar-, un jardín más o menos grande, cosa a la que tradicionalmente se le ha llamado paisajismo, que observar un fantástico paisaje natural a través de unas infraestructuras encajadas en un territorio, infraestructuras que modifican radicalmente el paisaje atravesado y que, por tanto, deben estar diseñadas, si no de una determinada manera, sí con una cierta sensibilidad.

#### EL PAISAJE UTILIZADO

Todas las infraestructuras que creamos los ingenieros, - grandes y pequeñas, -

se sitúan en el paisaje y muchas veces no somos conscientes de su influencia sobre él. Andamos por el campo poniendo multitud de "palos" sin orden ni concierto, implantados con criterios exclusivamente economicistas y funcionales y sin habernos molestado en dar un simple paseo por la zona. Y el caso es que, muchos de estos "palos", son, individualmente, artefactos magníficos, ejemplos a veces de un diseño industrial formidable. Pensemos en la torres de los tendidos eléctricos [Foto 3], en los aerogeneradores, en las antenas de telefonía, en las antenas de radio y televisión. Pero se implantan desde la ciudad y sobre planos cartográficos, sin reconocimiento de la zona, y se hace por infinidad de compañías distintas que cada una va a su aire. El resultado es horroroso: existen multitud de líneas eléctricas que van paralelas, o se cruzan [Foto 4], torres de telefonía distintas apiñadas sobre un promontorio, aerogeneradores que, cuando se pasan de cerca y en escorzo, resultan tan agresivos que uno recuerda al pobre Don Quijote [foto 5]. Seguro que para la instalación de todos estos artefactos existen unos cuantos departamentos distintos de la correspondiente comunidad autónoma y municipios afectados que otorgan los ¿permisos? Entre otros, para desbaratar el paisaje hasta grados aberrantes. Todos estos artefactos, muy mal dispuestos en general, utilizan el paisaje degradándolo hasta extremos inadmisibles. Alguien debería poner un cierto orden.



5 - Energía sostenible. ¿Paisaje también?



**EL PAISAJE DESTRUIDO**

Cuando las infraestructuras son mayores que los “palos” de los que hemos hablado, su repercusión en el paisaje es muy superior. Nuestras obras de

ingeniería se ven mucho (carreteras, líneas férreas, canales, presas, puertos) por lo que, si no cuidamos su contextualización y su encaje geométrico y medioambiental en el territorio, el

paisaje sufrirá. Como una imagen vale más que mil palabras, las fotos que se muestran a continuación son magníficos ejemplos de pésimas actuaciones. (FOTOS 6a a 13).



**6a** - Presa y edificio ¿de turbinas? del embalse de Lanoux, macizo del Carlit, Pirineos orientales; **6b** - Edificio anterior. Un diseño funcional perfecto y ...monstruoso. La cubierta inclinadísima a dos aguas evita la acumulación de nieve, las cruces de San Andrés son capaces de resistir los mayores vendavales y la altura del edificio, con su puente grúa a la izquierda, permite la fácil manipulación de elementos de la central. Sospecho que el ingeniero que proyectó esto no subió nunca al lugar por el magnífico “chemin de les Ingenieurs”. La agresión al paisaje es total por su carencia de contextualización. “... Al viajero se le hace evidente que pedir a los técnicos un criterio estético sería tan descabellado como pedir a los estetas un criterio técnico. Aunque se toma la licencia de suponer que técnica y estética no son nociones excluyentes, sino complementarias...” (Camilo José Cela, Viaje al Pirineo de Lérida [2]).



**7a** - Autopista en Europa occidental construida hacia los años 60.





**7b** - Puente de autopista espléndido pero mal situado. La experiencia intrusiva de las autopistas volando zonas urbanas en la Europa del Oeste, no ha sido aprovechada en la Europa del Este.



**8** - Muro de contención eficiente para una carretera de montaña, pero no precisamente bien contextualizado.



**9** - Proyecto modificado... y abandonado. Sin comentarios. Así, desde luego, es imposible crear un paisaje construido de calidad.



**10** - El puente hubiera resultado bien en otro sitio, no precisamente en éste.



**11** - Problema de cruce resuelto con tablas de doble entrada y manual: luz pequeña, solución x; luz grande, solución y. No existe diseño alguno y la transición entre tipos estructurales es un mero contacto.





12 - Paisaje post industrial.



13 - Brutalismo funcional. El sudeste asiático no ha aprendido de la equivocada experiencia europea.



14 - Puentes sobre el Ebro en Zaragoza. Un conjunto de objetos bellos no crea sistemáticamente un paisaje hermoso.

#### EL PAISAJE ACUMULADO

Un conjunto de objetos bellos, puestos unos al lado de los otros, puede no dar lugar a un bello resultado. Es lo que defiende la teoría holística, que pregonaba que, para la obtención de lo mejor, no basta con la creación de bellos objetos, sino que debe haber una línea argumental entre ellos que los relacione de algún modo.

La foto 14 corresponde a la vista hacia aguas abajo del cauce del río Ebro a su paso por Zaragoza. La fotografía está hecha desde el Puente de Piedra. En ella se ven 5 puentes arquitectónicamente espléndidos, a cual mejor. En primer término el puente del Pilar de Javier Manterola que abraza, su planta es curva, - el antiguo Puente de Hierro, que se ve en segundo plano. Detrás de ambos se encuentra el puente de hormigón pretensado proyectado por José Antonio Torroja y su equipo, que salta el Ebro con una luz central de 130m. El cuarto puente es una pasarela muy esbelta cuyo autor no tengo localizado, mientras que el quinto puente es un puente para el AVE, un arco con tablero inferior de celosía de 120m de luz proyectado por

mi buen amigo Juan Molina. Un puente arquitectónica y técnicamente hablando, espléndido. Pues bien, aunque el río Ebro discurre en esa zona con su belleza natural, las distintas rasantes de cada uno de los tableros, su distinta morfología y su distinto material y color producen una sensación de marasmo, de desorden, que crea un paisaje urbano atormentado por acumulación de objetos, a pesar de que éstos son, como hemos dicho, magníficos cada uno de ellos.

#### EL PAISAJE NO CREADO

En un lugar de una comunidad autónoma de cuyo nombre no quiero acordarme nos llamaron para plantear un puente singular para el AVE que cruzaba de forma muy esviada una importante autopista. El terreno era bastante horizontal, con lo cual, una actuación inteligente, creaba un importante "benchmark" en el paisaje, hito que ayudaría a los usuarios a identificar el punto del territorio donde se cruzaban dos importantes infraestructuras y lo que ambas suponían para ellos. Dibujamos varias soluciones que quedaban bastante bien

todas ellas, no eran nada pretenciosas ni monumentales, además eran perfectamente construibles sin interferir apenas con el tráfico de la autopista y cuyos costes eran perfectamente asumibles. El director del proyecto, - un muchacho demasiado joven para serlo y no suficientemente preparado-, decidió resolver el cruce con dos tipos estructurales de Manual aduciendo razones económicas, con lo cual se perdió la oportunidad de "crear" un paisaje con una estructura de importancia. Como dijo uno de mis colaboradores, hubiera sido, como poco, una humilde pieza de "land art".

La actuación de este director de proyecto pone de manifiesto otro problema demasiado común entre algunos ingenieros, problema que no es el de procurar lo más económico, - que estamos obligados a ello ("Un ingeniero, - dicen los ingleses- es una persona que es capaz de hacer por un chelín lo que cualquier otra haría por ocho"), sino el de refugiarse, exclusivamente, en el concepto cuantificable de "menor que" porque son incapaces, intelectual y culturalmente, de barajar cualquier otro criterio adicional para decidir y proyectar.



**Transparencia** - En viaductos, las luces cortas tableros dobles y pilas altas dan lugar a vistas en escorzo que son auténticas cortinas, figura **15a**. Luces mayores, tablero único y, por tanto una única pila por línea de apoyo producen perspectivas con mayor transparencia, figuras **15b** y **15c**.



15a

**EL PAISAJE CONSTRUIDO**

Es el aspecto que nos importa como ingenieros y del que ya hemos hablado algo sobre él. En arquitectura, la construcción de un paisaje clásicamente se asigna al diseño, detallado, de un jardín, junto con otro profesional que entienda de árboles y plantas o, todo lo más, al diseño de un espacio abierto y quizás algo más salvaje que un jardín, pero siempre en un ámbito pequeño. También en arquitectura han existido, algunas veces y en algunas ciudades, arquitectos con el poder suficiente para controlar el paisaje urbano de una determinada ciudad. En ingeniería civil no podemos diseñar un paisaje, puesto que éste ya existe topográfica, geológica y botánicamente hablando y, además, nuestras obras son enormes. Lo que hay que hacer es, como ya hemos dicho anteriormente, contextualizarlas en el territorio y encajarlas geométrica y medioambientalmente en él. Las fotografías comentadas que siguen dan pautas de reflexión sobre el buen hacer. (Fotos 15 a 17 f)).



15b



15c





*15d - Ejemplo de respeto al valle con la ubicación de las pilas estrictas en los lugares adecuados aunque den lugar a una gran luz es el viaducto de Kochertall.*



*15e - Las estructuras metálicas en arco rebajado y los modernos puentes en celosía con tablero superior de gran luz son tipos que proporcionan siempre transparencia.*



**Encaje geométrico** - La adaptación de una carretera moderna al territorio, carretera que requiere unos parámetros geométricos generosos por capacidad y seguridad, exige muchas veces despegarse de su topografía mediante los viaductos. Aunque existen casi un sinfín de trazados en planta y alzado posibles, que cumplen las condiciones funcionales, cualquier trazado de ordenador no es paisajísticamente válido. El paisaje agradece más unas geometrías que otras y la actuación humana crea un paisaje de calidad si la composición paisaje geográfico - obra civil es acertada. Entonces se crea un paisaje construido.



**16a** - Paso del Brennero. Autopista Salzburgo – Venecia. Un ejemplo de encaje de una autopista moderna en un territorio tremendamente accidentado.



**16b** - Viaducto de Linn Cove en la carretera de acceso a un Prque Nacional de EEUU. La estructura cruza un bosque de árboles de hojas caducas, bosque de propiedad privada y cuyo propietario rechazó la indemnización económica y sólo puso como condición que no se talara un solo árbol durante su construcción. Todo el viaducto, - cimentaciones, pilas y tablero, se construyó desde arriba y no se taló árbol alguno como exigió el dueño del bosque.



**16c** - Viaducto alemán para doble calzada de autopista, con tablero único y una sola pila por apoyo. Transparencia y encaje geométrico adecuado.





**16d** - Puente de Europa, Autovía del Brennero. El valle alpino está formidablemente enmarcado por la espléndida "ouvrage d'art". Luz central del dintel 192m y pilas de 143m de altura. Relación  $L / H = 1.34$ . No es la relación áurea, pero el resultado es brillante.



**16e** - Otro viaducto alemán para autopista con doble tablero y una única pila por apoyo. En este caso, las luces son más pequeñas que la altura de pilas, pero el alzado es agradable.



**CONCLUSIONES**

¿Se puede enseñar paisajismo en ingeniería civil? Algunos ilustres compañeros piensan que sí, y lo hacen con éxito. Yo no lo sé, no he tenido la experiencia de hacerlo, puesto que nadie me ha dado la oportunidad de plantéarmelo. En cualquier caso, creo que sería muy apropiado que los alumnos supieran previamente ingeniería civil. Y cuanto más, mejor. No obstante, y para ejercer la profesión, si me atrevo a hacer unas breves recomendaciones, no de receta, sino de concepto.

Para hacer paisajismo en ingeniería civil, es preciso tener, o educar, una sensibilidad hacia la Naturaleza y plantearse los proyectos holísticamente. Lo anterior implica siempre un tiempo de reflexión durante el proyecto, tiempo que existe siempre en arquitectura y que se perdió hace muchos años en ingeniería civil. Con la leyenda urbana de que los ordenadores lo hacen todo y rápidamente, las administraciones quitan tiempo a la etapa de proyecto y la añaden a la de sus largos procesos administrativos.

**"porque son incapaces de cualquier otro criterio adicional"**

Con ello, demasiados proyectos acaban siendo una línea que une dos puntos, un montón de papel que sólo vale para escribir por detrás y un número de crédito presupuestario y el contratista y el director de obra proveerán. Es evidente que las probabilidades de crear un paisaje construido de calidad con este procedimiento no son altas. Primera conclusión pues, sensibilidad y tiempo de reflexión

En mi opinión, en ingeniería civil no se puede diseñar un paisaje construido, sino que éste se crea por yuxtaposición del paisaje existente y la obra realizada, y ello se hace diseñando la infraestructura adecuada al territorio, encajándola adecuadamente en él y

**Surgimientos sobre el paisaje** - En paisajes naturales llanos, los puentes arco con tablero inferior y los puentes de tirantes surgen del territorio ostensiblemente. Pueden resultar hitos importantes, incluso obras de "land art". En las bases de algunos concursos hemos observado a veces el resquemor de las propiedades a que estos objetos marquen el territorio. Creo que establecer prohibiciones a priori no es la línea correcta. Aunque el problema no es fácil de resolver y a veces queda mal, foto 17e, porque el observador no entiende qué está viendo, el ejemplo del puente de Fermansund, fotos 17a, 17b y 17c es un magnífico ejemplo de que un puente grande y surgente, puede ser un benchmark en el paisaje. Si existe orden y el objeto es bello e inteligible, resiste cualquier perspectiva, pues muy insólita que sea, foto 17d. Se puede discutir y opinar si la torre del puente de tirantes de la Flehe es excesiva o no. Pero la foto 17f, sacada de una web fotográfica, - no olvidemos que los fotógrafos son extraordinariamente sensibles a, entre otras muchas cosas, a los paisajes-, resulta agradable cuando se compone la imponente torre con el árbol del primer plano.



17a/b/c - Puente de Fermansund.



17d - Perspectiva no habitual del Viaducto de Millau.



17e - Torre de puente de tirantes.



17f - Torre del puente de la Flehe, Alemania.

contextualizándola geomorfológicamente, geométricamente y medioambientalmente, al tiempo que se respeta el territorio durante su construcción. Todo ello requiere experiencia y un cierto oficio en el saber hacer, lo que sería la segunda conclusión.

Y volviendo a la educación sobre cómo crear, en los alumnos de las escuelas de ingeniería civil, esta sensibilidad hacia el paisaje construido, sugiero a sus directores que, aprovechando que estamos iniciando la implantación de los nuevos planes de estudios según el Espacio Europeo de Educación Superior, además de adecuar las aulas cambiando pupitres en línea rígidos por mesas móviles,- ¿el nuevo Espacio Europeo?,- “saquen a concurso” -como decía Camilo José

## "el paisaje que se genera tras la incorporación de las infraestructuras"

Cela [2] después de dar cuenta de su segunda trucha, a la sombra de un árbol, desde el que se observaba la coronación de una presa de hormigón-, “la plaza de un poeta lírico, cuyo oficio fuera el de sugerir a los ingenieros, de vez en cuando: tapen esto con un poco de hierba, disimulen ese murete, salven esas piedras históricas, sean respetuosos con el sentimiento, ¿qué trabajo les cuesta?, etc”. El problema es que, a nuestros alumnos, cada vez les cuesta más trabajo, y a la profesión, también.

Es por ello muy importante sensibilizar en el tema a nuestros alumnos en todas las asignaturas ingenieriles, así como crear foros de debate y crítica, -como el de esta revista-, que mantengan en una tensión creativa a la profesión. ■

### Referencias

- [1] Royal Geographical Society, Londres.- “EVEREST. La conquista de la cumbre”. - geo Planeta, Barcelona, 2006  
 [2] Camilo José Cela.- “Viaje al Pirineo de Lérida”.- Noguer, Barcelona, 1974





# Escenas de Monfragüe

SANTIAGO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

PRESIDENTE DEL PATRONATO DEL PARQUE NACIONAL DE MONFRAGÜE, PRESIDENTE DEL CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE EXTREMADURA.

Un suave olor a pasto humedecido llena el ambiente; el frescor del amanecer es recordado por la leve brisa, que tan solo puede vencer a los más altos tallos de la ballueca; entre dos luces clarea el nuevo día, dejando adivinar un profundo horizonte de miles de redondeadas "olas" brumosas formando un excitado mar, fantasmas del espeso encinar.

Desde mi posición en un modesto cerro, protegido por un chaparro y bajo una centenaria encina, me siento en el centro del universo. Un plácido silencio hace de fondo a los innumerables sonidos del campo.

Observo mi vieja encina, quien, en otro tiempo, sólo temía al hongo parásito llamado vulgarmente "escoba de bruja", a las "lagartas" o el "cerambix", sucumbe ahora ante la especulación y la ignorancia. En su corteza pueden leerse impre-

sionantes historias de vida. Áspera, densa, fuerte, agrietada, oscura,...recia; miles de invertebrados corren, luchan, se alimentan y buscan refugio en los minúsculos e infinitos cañones de su piel y en las profundas simas de sus heridas: ara-

**"¡Nada es gratuito en la naturaleza!"**

ñas, hormigas, escarabajos, chinches, pulgones... son los protagonistas.

Sus ramas son visitadas por toda la avifauna de la dehesa y hasta su corazón carcomido sirve de seguro refugio a abubillas, cárabos, lirones, jinetas o lagartos. ¿Cuántas peripecias ha de sufrir

cada animalillo? ¿Qué poco sabemos de sus problemas y de su comportamiento! ¿Cuánto desconocemos de sus interferencias y de sus relaciones con nosotros mismos! El estudio de cada uno es apasionante y capaz de satisfacer toda una vida de investigación.

El reclamo de un herrerillo, que hace equilibrios colgado de una rama ante mí, me vuelve a la realidad. Ya es casi de día; todo está radiante a mí alrededor; las "olas" del espejismo marino han desaparecido y, en su lugar, un oscuro bosque de encinas se prolonga hasta el horizonte. A mi alrededor, el dorado y brillante rastrojo. Un saltamontes aterriza sobre mi camisa, mientras un tábano da una pasada a mi oído. Es la dehesa, ecosistema artificial que permite un aprovechamiento agroganadero y forestal sostenible y compatible con una rica fauna.

**LA SIESTA EN EL SOTO**

Fresnos y alisos filtran los cálidos rayos del sol de junio, manteniendo frescas las aguas del arroyo. Las jaras y encinas del entorno soportan estoicas tan severo castigo, entre la alfombra amarillenta de miles de hierbas secas. El ruido del agua se mezcla con un fondo de múltiples sonidos. El pequeño charco rebosa de vida. Pequeños caracoles recorren las plantas del fondo, donde un gordius forma un ovillo y varios ditiscos acechan sus presas ante la presencia de un notonecta que rema cabeza abajo buscando un renacuajo. En la superficie relampaguea un grupo de girinos y los zapateros juegan patinando sobre el agua. Las libélulas patrullan el conjunto y un escorpión de agua reposa bajo la vegetación de la orilla. El complejo ecosistema acuático derrocha actividad.

En silencio, e inmóvil, sentado en la base de un viejo aliso, disfruto del ambiente. Una avispa da una pasada a mi bigote y el movimiento instintivo de mi mano provoca el salto de una rana desde la orilla cercana. Mi vista identifica una huella en el barro, se trata de la nutria; la imagino nadando confiada en el charco. El característico tamborileo

del picapinos, buscando larvas en las ramas secas, me hace volver la cabeza, justo a tiempo, para ver el rápido vuelo de un martín pescador que desciende río abajo. Una lavandera de cascada que, con su nervioso movimiento de cola, recorre las piedras de la orilla en busca de pequeños insectos, va a subirse sobre mi bota; en el último momento prefiere seguir entre los cantos; no me ha visto, soy una estatua. Siento al azor,

## "Cada rincón esconde una historia real"

apostado en el tupido ramaje, esperando la ocasión propicia para, utilizando su extraordinaria habilidad en vuelo, atrapar sus cotidianas presas.

La tarde es calurosa, aunque el soto está fresco y, a veces, una leve brisa trae los delicados olores de la menta y el poleo. En la pequeña pradera destacan los montoncillos de tierra de los topillos y junto a ellos las huellas del baño nocturno del

jabalí. Cada rincón esconde una historia real. Cada suceso afecta a todo el soto.

**TORMENTA DE VERANO EN EL ENCINAR**

El aire abrasa la materia y su agresivo aliento causa dolor en mis mejillas. La pesada calima adormece el campo sin que siquiera la aguda estridencia del son de las chicharras rompa la quietud. Todo se detiene vencido en el sofocante horno.

La encina cierra sus estomas, como el resto de las plantas, y paraliza su actividad soñando con las próximas lluvias otoñales. Semillas, bulbos, raíces, larvas, esporas y huevos de miles de insectos, encierran la vida de quienes no soportan estas condiciones.

En el valle, un viejo fresno sobrevive explotando el escaso tesoro del agotado acuífero del cauce próximo. A su sombra algunas hierbas, acompañando al verdor de los delatores juncos, rodean un valioso charco de agua. Es el oasis de los más necesitados, el último refugio de los forasteros, la cita diaria para otros muchos seres, ... es la diferencia entre la vida y la muerte para cientos de pequeños animales.

El sonido de cencerros lejanos trae a mi adormecida mente las formas de fantasmales siluetas de míticas cabras. Aje-





nas al poder del implacable astro, ramonean ágiles como si exquisitos y jugosos manjares colgaran de los ardientes cortezas del reseco matorral.

El vuelo de un vencejo rompe la monotonía, trazando a gran velocidad una invisible línea en el desértico paisaje.

En un momento el plumizo cielo se oscurece. Del suelo parten espesas nubes de polvo impulsadas por repentinos torbellinos de fuertes y cambiantes vientos. Vuelan los secos tallos de multitud de herbáceas y ruedan por los suelos las matas del cardillo, que como otras muchas plantas aprovechan la oportunidad para dispersar sus valiosas semillas.

El silencio se llena de infinidad de sonidos y vibraciones al ritmo del viento. Los coros de sirenas de las ramas secas, acompañan el paso de las rachas más intensas. Al fondo un solo de bajos se acerca divagante entre lejanos destellos. El aire huele a humedad.

En un instante un apretado chaparrón de enormes gotas de agua se incorpora al concierto con infinitos sonidos de sus impactos sobre la pajiza vegetación. Un fuerte resplandor se anticipa a la impresionante entrada del atronador solo del bombo y durante escasos minutos la natural orquesta improvisa de nuevo la gran sinfonía de una tormenta.

**"veo miles de seres, todos nos necesitamos y ellos lo saben"**

Por un momento las encinas lloran felices, el pasto silencia las pisadas, la atmósfera se vuelve fresca y transparente, el suelo presume con sus charcos y la adormecida fauna recobra su actividad. Ha sido la salvación de muchos y una providencial inyección vital para todos.

Pero al paso de unas horas el agua desaparece y vuelve el calor y la sequía. Todo ha sido un rápido espejismo o un agradable sueño. Pero, ciertamente, un sueño que ha salvado la vida a miles de individuos de cientos de especies. ¡Nada es gratuito en la naturaleza!



#### UNA PUESTA DE SOL EN EL ROQUEDO

El sol se acerca al horizonte, enmarcado en tenues flecos de oro y fuego, sobre las oscuras crestas de las sierras que conducen las aguas del Tajo. En la dilatada superficie del embalsado río un leve vientecillo mezcla, de mil formas, los reflejos de las últimas luces sobre las aguas. No hay ruido, no hay nadie, no hay prisa, ni la respiración parece necesaria... Aire, aroma suave de campo fresco... El tiempo se detiene... Sueño...

Desde mi alta posición en el roquedo estoy sobre el Mundo y fuera del espeso matorral. A mis pies, mares de enormes olas de encinas reemplazan los adeshados montes, al tiempo que un sutil velo desciende pausadamente sobre la tierra. Un Buitre Leonado se acerca y, a unas decenas de metros y algo más bajo, parece detenerse en el aire, colgado sobre el terrible abismo de casi 200 metros.

Juega con el viento sin apenas desplazarse. Sus alas, de casi tres metros, recuerdan una nave espacial; la cabeza es el piloto. El cuello se mueve curioso, parece ajeno a las maniobras de vuelo. El borde de algunas plumas se eleva momentáneamente, produciendo un misterioso parpadeo contra las últimas luces.

Vuelve la cabeza hacia mí y me observa por un momento, nuestras miradas se

cruzan, siento su vista en mis ojos. ¿Qué pensamientos pasarán por esa cabeza? ¿Qué imágenes recibirán sus ojos de mi presencia? ... Sin apenas movimiento en sus alas reanuda su viaje.

Por un momento imagino ser el piloto de esta extraordinaria nave y entro en ese pequeño cerebro. De pronto el espacio se hace presente y se llena de aire, de viento, de corrientes ascendentes y descendentes,

**"El vuelo de un vencejo rompe la monotonía"**

de remolinos, de fuertes rachas, de remansos... Es espacio parece tener mochas más dimensiones.

Las sierras toman nueva vida, cada relieve, el páramo, la arboleda, la umbría, la solana, el arroyo..., los pasos del ciervo, el reclamo del milano, la presencia del cuervo o la urraca, los sonidos de la naturaleza... Todo está relacionado con la existencia del buitre, incluso su forma de volar es necesaria.

No estoy solo, veo miles de seres, me siento vigilado, todos nos necesitamos y "ellos lo saben". ■

# Diseño del puerto exterior de Ciutadella, en Menorca

JOSÉ LUIS MONSÓ DE PRAT

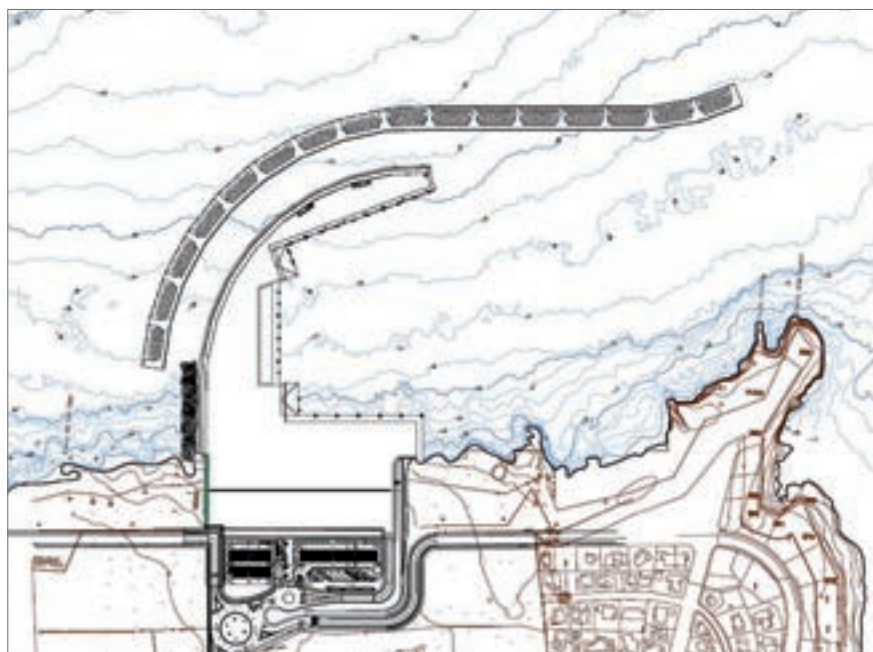
DR. INGENIERO DE CAMINOS Y PROFESOR TITULAR DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE BARCELONA DE LA UPC.

Cuando el Govern Balear adjudicó a Europrincipia y a Berenguer Ingenieros la redacción del Proyecto Constructivo y la posterior Dirección de las Obras del Puerto Exterior de Ciutadella en Menorca, enseguida comprendimos que el diseño de dicho puerto suponía un difícil reto debido a su ubicación emblemática. El entorno paisajístico de la zona, de una belleza indescriptible, era casi menos que incompatible con una obra dura de ingeniería, muchas veces destructora del entorno y del medioambiente. La belleza de la bahía y de sus acantilados desde donde puede verse la puesta de sol que se refleja en sus transparentes y azules aguas obligaba a no impedir dichas vistas y a minimizar el impacto visual del dique de protección.

¿Pero cómo se lograba esa minimización del impacto visual de la obra y a la vez se conseguían los requerimientos funcionales de abrigo, agitación interior y rebase para garantizar la operatividad del puerto? Sólo cabía una posibilidad, reducir drásticamente la cota de coronación del dique a la +5m, la cual para un dique vertical clásico de cajones debía ser de unos 12 m, para así evitar el efecto de barrera visual. Y, ¿cómo lograr rebajar la altura del dique sin producir frecuentes rebases de oleajes de temporal? La solución adoptada fue la de concebir un doble dique curvo de baja cota de coronación con cuenco amortiguador.

## FILOSOFÍA Y DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO: LA FORMA SE DERIVA DE LA FUNCIÓN

El dique exterior exento vertical de cajones situados a unas profundidades de unos 20 m es rebasable para temporales de olas significantes superiores a los 3



m, reduciéndose su cota de coronación desde los 12 m necesarios para un dique vertical clásico a una cota de escasamente 5 m. Sobre la superestructura de dicho dique se han colocado unos prismas hexagonales al tresbolillo que actúan

**"queda integrado paisajísticamente en el interior del puerto"**

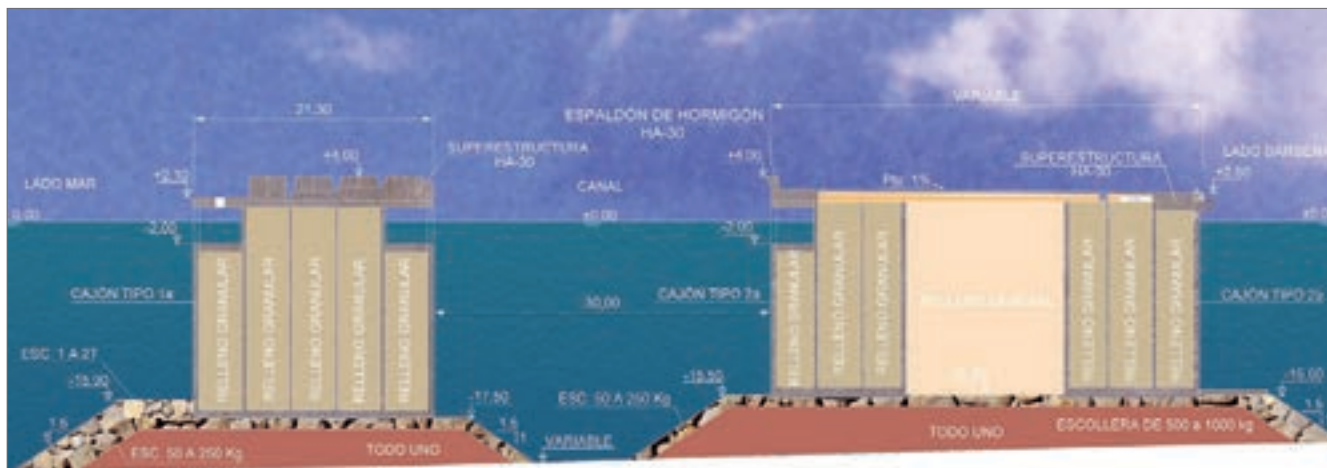
como una piel rugosa para disipar la energía del oleaje que rebasa.

El cuenco amortiguador consiste en un canal de agua de una anchura de unos 30 m que actúa de elemento disipador del oleaje rebasado. Dicho cuenco, junto

con sus dos diques paralelos, tuvieron que ensayarse en canal de oleaje a escala reducida para asegurar el no rebase en el segundo dique-muelle interior para oleajes de temporal, el cual tiene un pequeño espaldón que corona también a las +5 m. Los ensayos de laboratorio en INHA permitieron optimizar las variables de diseño, haciendo posible una drástica reducción de las cotas de ambos diques y pudiendo determinar con precisión la anchura necesaria del mencionado cuenco o canal de agua.

La forma en planta del dique se concibió también curva, no sólo por un capricho estético que le confiere al conjunto una armonía y suavidad de líneas, sino también por razones estructurales y funcionales de rebase y de reflexión. La forma en arco en planta es sabido que mejora la resistencia global del dique al deslizamiento ya que logra que los esfuerzos





debidos a los impactos del oleaje de un cajón se transmitan también a los cajones adyacentes, aumentando todo ello la capacidad de resistencia del conjunto.

Así mismo, la forma curva en planta mejora también el rebase al lograr que el ángulo que forma el oleaje incidente con el dique varíe, aumentando la oblicuidad a partir de un cierto punto. Dicho aumento de oblicuidad disminuye el rebase y aumenta la capacidad del dique a formar una onda corredera que transcurre a lo largo del espaldón y desagua una parte del caudal rebasable. Por otro lado, la agitación por reflexión en frente del dique exterior queda también algo disminuida al conseguir dispersar el oleaje incidente en un amplio abanico de diferentes direcciones.

En el lado interior del dique exterior que da al canal y en el lado interior del dique-muelle que da a la dársena abrigada se han diseñado unas ventanas o celdas disipativas para reducir las reflexiones y, por tanto, los niveles de agitación tanto en el cuenco amortiguador como en dicha dársena portuaria. Dichas ventanas han sido también concebidas en el muelle de ribera, llamado también muelle del este para reducir también los niveles de reflexión, que en estructuras verticales tipo cajón suelen ser altos.

En el muelle sur, el cual consiste en una plataforma sobre pilas de hormigón se ha diseñado un talud de escollera natural que actúa a modo de playa disipadora del oleaje incidente, reduciendo en esa zona el coeficiente de reflexión de forma notable.

La continuación del muelle del este en el borde de ribera hacia la bocana del

puerto estaba concebida en el proyecto constructivo como una playa de bloques tipo Menorca que conformaba un talud suave disipativo que tenía por objeto reducir la reflexión en los acantilados

**"El diseño no sólo debe buscar un resultado eficaz si no también estético"**

y disipar la agitación interior. Durante el proceso de construcción de la obra, el Govern Balear propuso un cambio de criterio operacional del puerto, concebido inicialmente para el atraque de ferries de

hasta 150 m, para que pudieran operar en el futuro buques cruceros de hasta 250 m de eslora. La playa de bloques Menorca proyectada inicialmente dificultaba en gran manera la maniobra de atraque de estos cruceros y hubo que replantear en obra la planta del puerto. El cambio que se propuso consistió en eliminar la playa disipativa y en aumentar la longitud del dique exterior para reducir los niveles de agitación que los oleajes de componente oeste producen cuando inciden directamente contra el acantilado que existe en Son Blanc cerca de la Punta dels Gegants. Se trata de un acantilado con cuevas naturales, alguna de ellas con chimeneas naturales, de una belleza indescriptible.

El dique exterior no podía seguir la misma alineación que tiene en su extremo final ya que ello estrechaba peligrosamente la bocana para las nuevas naves previstas. Se decidió dar a ese dique una curvatura hacia fuera, la cual



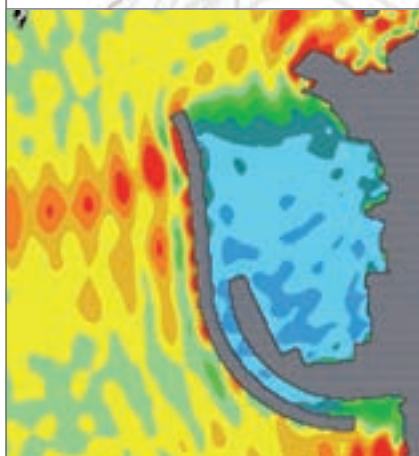
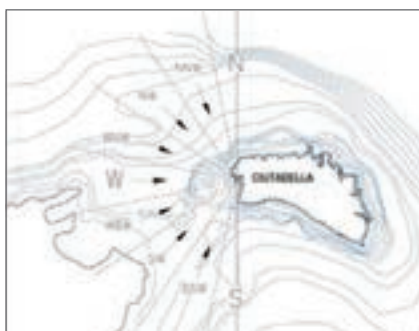
tiene varias ventajas. La onda corredera que puede formarse a lo largo del dique tiende a alejarse hacia fuera y a dificultar su penetración hacia el interior de la dársena. El puerto tiene la capacidad potencial de ampliarse en un futuro siguiendo la alineación hacia el exterior que ahora dispone. Y, por último, se crea una forma en planta del dique en S que le confiere una belleza estética peculiar.

Esa prolongación del dique mediante la instalación de dos cajones adicionales, la cual ya fue insistentemente propugnada por los autores del proyecto durante su ejecución y, que por motivos de consenso medioambiental entre todas las fuerzas políticas del Govern Balear no fue inicialmente aceptada, proporciona ahora el abrigo adicional que se precisa y permite reducir la agitación interior al menos a los mismos niveles del proyecto constructivo, eliminando la playa de bloques, lo cual da lugar a una notable mejora ambiental y paisajística.

El atraque de grandes cruceros en el muelle este se garantiza ahora con la ejecución de unos duques de alba que sirven como estructuras de apoyo al atraque de



cajones, la lejanía de Menorca respecto a la Península, desde donde se han transportado los cajones, tanto del dique exterior como del dique-muelle interior, con viajes de más de tres días de navegación y, por último, la dificultad de encontrar materiales de cantera adecuados en la isla con los índices de calidad necesarios para la adecuada construcción de la obra.



#### RESULTADO DEL DISEÑO: INNOVACIÓN Y BELLEZA ESTÉTICA

Con esta descripción del diseño del Puerto Exterior de Ciutadella, hemos podido comprobar que las necesidades

estructurales, funcionales y operativas de un puerto no siempre están reñidas con la estética y con la integración en el entorno. La función debe hacer a la forma y la forma no puede estar caprichosamente reñida con la función, buscando únicamente su lucimiento. El diseño no sólo debe buscar un resultado eficaz si no también estético. Es ello, junto a la economía de recursos y el respeto al medioambiente, un requisito del buen proyecto, como los espaldones arqueados de los puertos de Tazacorte y Málaga, que nos recuerdan la belleza de lo que no tiene nada de superfluo y que es, quizás, lo esencial del arte del ingeniero.

Algo así se ha intentado en el Puerto Exterior de Ciutadella. El paraje natural que lo rodea es de una belleza extraordinaria, desnuda y salvaje a la vez. Acanuilados verticales de piedra marés que se levantan poco más de una decena de metros sobre el nivel del mar, que a duras penas logran contener los temporales extremos. Aguas azules y cristalinas que dejan ver el fondo, incluso a 20 m de profundidad. Puestas de sol luminosas e incomparables al atardecer. Todo ello hace que sea más que un requisito el encuadre de la obra con su entorno. Para ello se concibió el puerto con un diseño innovador, único en el mundo, con un dique exterior exento curvo y de baja cota, rebasable para oleajes de temporal y un cuenco que amortigua la energía transmitida, que separa ese dique exterior con el dique interior, en el cual se asimila una parte de los muelles existentes. Todo ello integrado con el paisaje, con su entorno y con el medioambiente. ■

### "un requisito el encuadre de la obra con su entorno"

dichos barcos y el resultado es espectacular, resultando un puerto perfectamente integrado en el paisaje, manteniendo ahora el acantilado de Son Blanc en su estado natural, el cual queda integrado paisajísticamente en el interior del puerto. Ello ha permitido que se mantenga una de las señas de identidad del puerto antiguo de Ciutadella, que los buques puedan amarrar junto al acantilado natural.

Debe destacarse, como parte final del relato, las dificultades en las que todo ello ha sido llevado a cabo por la constructora Ferrovial, lo cual hace aún más especial a algunas obras marítimas. Entre dichas dificultades hay que mencionar la ausencia total de abrigo durante la etapa de ejecución del dique exterior exento de



# Lo bello, si útil y congruente, dos veces bueno

JESÚS COLLADO

DR. INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

**H**ace 217 años se inauguraba el Puente Nuevo sobre el río Guadalquivir a su paso por Ronda. Una gran obra de ingeniería iniciada en 1759 y concluida en 1793. Sospecho que su autor, el turolense José Martín de Aldehuela, estaría más preocupado por la estabilidad y el futuro de la estructura que por el diseño que él, como gran arquitecto y constructor, consideraba aspecto secundario. El puente anterior se había derrumbado en 1735 causando cincuenta muertos. Una leyenda afirma que el arquitecto se arrojó desde lo alto del puente para no caer en la tentación de construir otra obra que lo superara en belleza.

Martín de Aldehuela, como los artífices de otras estructuras de máxima importancia, por ejemplo el Puente de Alcántara, no buscaron la fama ni han explicado las razones en virtud de las cuales llegaron a definir las formas estructurales brillantemente resueltas, esto queda para los investigadores.

Cuando se visita el Tajo de Ronda y se admira el Puente Nuevo pocos recuerdan quién era José Martín de Aldehuela, notable personaje aragonés nacido en Manzanera allí en el Teruel profundo, pero su obra ha quedado para la historia con letras mayúsculas. Esta obra que salva un tajo de 100 metros de altura tiene escasa luz libre en sus arcos; no llega a los 35 metros pero la inspección del emplazamiento da una idea de la dificultad de la empresa. No resalta su esbeltez, es sinceramente robusta; los materiales no se han llevado hasta el agotamiento, las proporciones no son airoas sino más bien macizas; pero estoy seguro que lo importante es eso la solución segura.

Hace dos años se inauguraba el Pabellón Puente dibujado por Zaha Hadid, iraquí de nacimiento pero afincada en el Reino Unido. Es difícil no encontrar un medio de comunicación que no haya referido la potencial belleza de esta estructura.

Esta estructura fue encargada por la sociedad Expo para que sirviera de entrada a la EXPO 2008 de Zaragoza; en consecuencia era simplemente una pasarela peatonal. Zaha Hadid convirtió el empeño en un reto tecnológico de primera magnitud resuelto por ARUP y Hugo Corres. Materializar una estructura de 270 metros de longitud desdoblada en dos tramos uno de 185 metros y otro de 85 disponiendo un



apoyo en el centro del río Ebro con pilotes de 70 metros de profundidad y para remate en forma de gladiolo, es la contraposición de la obra de Martín de Aldehuela.

**"El futuro de esta pasarela está en entredicho"**

El futuro de esta pasarela dibujada por Zaha Hadid es incierto por cuanto su posible utilidad como Sala de Exposiciones está en entredicho dada la inexistencia de espacios adecuados para tal fin. Acabada la EXPO y en proceso de difícil reconversión de los edificios construidos para ella- en medio de la más pavorosa crisis econó-

mica que se recuerda- queda como raro monumento a las efemérides efímeras un "pabellón puente" cuya reutilización es problemática e incierta. Signo de los tiempos periclitados, y lección a aprender

Me interesa resaltar el camino emprendido para convertir la materialización de estructuras en un reto de lo más difícil todavía, olvidando su utilidad. Y olvidando, lo que es más grave, la enorme carga económica que supuso su construcción. Posiblemente se pueda argumentar que Martín de Aldehuela no tenía los conocimientos para hacer una estructura de las características del Pabellón Puente de EXPO 2008, pero para ello se puede responder que la estructura todavía está en uso y sirve para lo que se concibió, atravesar el tajo de Ronda.

Otro tema es el de la belleza, siempre muy subjetivo. Cuando se observa la Gioconda todo el mundo se queda asombrado, pero el Puente Nuevo de Ronda produce fascinación por el impresionante espectáculo del Tajo embutido en lo profundo de la garganta. La estructura es un medio para resolver un problema. La discusión sobre estos aspectos debe llevarse al terreno de lo útil. La estructura debe servir para algo, resolverlo es lo fundamental; el acceso a la EXPO se podía remediar de otras formas todas ellas muy sencillas, como lo hizo Martín de Aldehuela en el caso de Ronda.

Hay otro elemento que se debe analizar con más detenimiento, y es el de la innovación. Cuando se resuelve un problema importante que rebasa el conocimiento existente se excita la imaginación y se producen soluciones que hacen avanzar la técnica. Entiendo que este es el camino. La innovación es el reto que debe impulsar a los estructuralistas para dotar a la técnica de una adición al catálogo de posibilidades que la ingeniería tiene para resolver auténticos problemas. ■



Pasarela sobre el río Segre en Lleida con suelo de fibra de vidrio translúcida e iluminación integrada bajo el suelo.

# Estética, coste y ética en el diseño de puentes

JUAN SOBRINO

DR. INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. PROFESOR DE LA E.T.S.I.C.C.P. DE BARCELONA. DIRECTOR DE PEDELTA INGENIEROS.

**E**l puente es una infraestructura que, más allá de conectar lo separado – tal y como lo expresa Miguel Aguiló-, de salvar un obstáculo para que la carretera o la vía discurran, posee la capacidad de conmovir. Conseguir que una gran masa se sostenga sobre un valle o una carretera ha sido un reto, un proceso que ha llevado siglos.

Un puente es también una página de la historia y refleja la sociedad que lo crea; el tipo estructural, el material, el proceso de construcción, los valores culturales y estéticos del momento en que se construye están presentes en él. Un puente es parte del patrimonio de la sociedad a la que sirve. Como obra

duradera, altera a su entorno y afecta a las vidas de los usuarios y observadores.

La construcción de gran parte de las infraestructuras de transporte en los últimos sesenta años ha dado lugar a la estandarización de los proyectos. Éstos se llevan a cabo en poco tiempo y en ellos, al elegir la solución, priman en exceso los criterios económicos. Muchas veces no se valora ni un buen proyecto ni una construcción de calidad. Demasiadas infraestructuras son mediocres, poco respetuosas con el entorno y con su historia; hay muchos puentes carentes de creatividad, aburridos y mal concebidos y construidos. Estas obras anodinas han llevado también a una pérdida de la reputación de la ingenie-

ría civil y sus consecuencias pueden ser graves si, por ello, la profesión no consigue atraer a personas con talento en las futuras generaciones.

En el diseño de puentes se han confundido el costo y el valor. Esto podría sorprender en la sociedad actual de consumo, donde se compran la marca y el diseño para la apariencia personal y no se valora con el mismo rango la estética de lo público. Pero probablemente sea inherente a este sistema; la falta de respeto por lo que es de todos. Curiosa contradicción, porque el ciudadano se siente vinculado con -y orgulloso de- su ciudad si los espacios públicos se cuidan, si la estética está presente, si siente su historia y otros valores intangibles asociados a la belleza.



Los excesos se pagan y ahora tenemos obras que tienen una larga vida y que han dañado irreversiblemente paisajes naturales y ciudades. Los vemos cada día, están ahí, y alteran nuestras vidas. La belleza o lo contrario nos afectan ya que parece demostrada una sensibilidad innata del ser humano por la belleza y por la felicidad que crea. Ése parece ser el motivo por el que en la prehistoria se empezaron a decorar cuevas u objetos de uso cotidiano. La experiencia estética e intelectual puede generar una felicidad que estimula el gozo existencial.

## "La estética no es casual ni fruto de una revelación"

### EL PUENTE SIMBÓLICO

Parece que existe un movimiento pendular y la sociedad, cansada de sufrir los excesos de años pasados, demanda ahora un mayor respeto cuando se construyen infraestructuras. Y eso ha llevado a lo contrario. Sin querer generalizar, muchas obras de arquitectura y puentes urbanos, se han convertido en productos de consumo que han sido diseñados con poco rigor, con exceso. Se confunde un buen puente con un puente simbólico, entendiéndolo por como tal aquél que, más allá de cumplir su función, se asocia a la representación de un hecho significativo para la comunidad que lo construye. Se asocia el puente simbólico con lo grande, con el exceso, con el lujo. Ahora que todo se puede dibujar, simular virtualmente y construir, aparecen artistas y otros profesionales que diseñan sin tener un mínimo y necesario conocimiento sobre los puentes. Cuánto más necesidad tiene la sociedad de reafirmarse, más necesidad hay de tener símbolos materiales y más obras aparecen: más edificios extravagantes, más puentes sin sentido y más puentes fuera de escala. Toda ciudad que se precie quiere tener un museo como el Guggenheim y un

puente atirantado; si es éste último es de un arquitecto mediático, mucho mejor. Lo que no se dice es lo que eso cuesta.

Se han puesto de moda puentes simbólicos con formas diseñadas por profesionales ajenos a la ingeniería, constructibles pero sin sentido estructural y con un coste económico extraordinario. El precursor fue el puente de El Alamillo, la culminación ha sido el pabellón- puente para la exposición de Zaragoza que ahora está abandonado. Son puentes que rompen con la tradición, concebidos sin buscar la mínima eficiencia estructural; surgen de la posibilidad que la tecnología ofrece para visualizar cualquier forma y construirla. Transforman, mediante la seducción, una mala solución técnica en algo que aparenta ser bello pero que simplemente es "resultado" para satisfacer las intenciones del cliente. El precio no importa porque se paga con recursos públicos.

La demagogia política también ha tenido sus consecuencias y se manifiesta en algunos líderes que, incapaces de decidir o de dejarse asesorar por técnicos en decisiones de tal índole, ceden al lego su responsabilidad. El tipo de puente no puede ser decidido porque quien no está preparado. Quizá haya exageración en lo dicho, pero la intención es generar debate. En algún momento el péndulo llegará a su posición de equilibrio estático.

El puente simbólico puede diseñarse sin excesos. Hemos tenido oportunidad de diseñar tres puentes de este tipo en La Paz. La ciudad tiene una orografía muy abrupta y la movilidad entre algunas zonas es muy difícil. El ayuntamiento decidió mejorar la comunicación de algunos de los barrios céntricos de la ciudad con una nueva carretera urbana. En concurso de proyecto y construcción, desarrollamos hace dos años la concepción y proyecto estructural de tres puentes que salvan tres vaguadas consecutivas en la ciudad. El proyecto ha coincidido con la celebración del bicentenario de la independencia y por ese motivo los puentes tenían que tener un carácter simbólico, pero con un presupuesto estricto (18 millones de dólares). Por exigencias del concurso los puentes tenían que tener un tablero

sustentado por tirantes. Existía un estudio preliminar que incluía tres puentes atirantados de tres con luces máximas entre 100 y 113 m con tableros muy altos respecto del fondo del valle (entre 40 y 60 m). La propuesta atirantada hubiera dominado en el entorno, ya que requería mástiles de 25 m de altura por encima de la rasante. La altura de las pilas bajo el tablero le daba un aire desgarrado, mal proporcionado. Por ello propusimos puentes extradados, que emplean torres para los tirantes de mucha menor altura. Además se consiguió un ahorro significativo en los tirantes ya que la tecnología de los anclajes de puentes extradados es más económica al no estar condicionados por fenómenos de fatiga.

## "El puente simbólico puede diseñarse sin excesos"

### ¿ES EL PUENTE UNA OBRA DE ARTE?

Si entendemos el arte de un modo tradicional, como un medio de búsqueda de la belleza, de expresión de ideas y sentimientos, sin ninguna obligación, un puente no es una obra de arte. El puente siempre tiene una función que cumplir aunque pueda tener otras intenciones, como el puente simbólico. Por el contrario, una concepción más moderna sobre el arte contextualiza la obra y llega a afirmar que una obra es arte si el observador así lo cree. En ese sentido, un puente sí puede entenderse como una obra de arte.

Del mismo modo que hay arte para artistas, puede ocurrir lo mismo con la ingeniería de puentes. El ingeniero, por su conocimiento técnico, puede no sentir como bello algo que está mal concebido (en lo funcional o en su mecanismo resistente). Como no es verdadero, no es bueno y, por tanto, no es bello. Así, se genera una estética propia del ingeniero.

El profesor David P. Billington, de la universidad de Princeton, ha forjado el término "arte estructural" y aunque su

influencia en los libros sobre estética en puentes en EEUU es significativa, no es así en la práctica. Billington afirma que una estructura eficiente, económica y elegante es una pieza de arte estructural. Quizá esta terminología no sea la más adecuada porque el arte contemporáneo está poco preocupado por la búsqueda de la belleza. Esto puede crear confusión salvo que se entienda arte como habilidad o maestría en una determinada disciplina. Entendido así, desde un pequeño paso inferior, a un paso superior o los siempre sugestivos arcos y puentes atirantados, todos, pueden ser obras de arte estructural.

## "El verdadero reto es concebir obras estéticas sin incremento de costo"

Si bien parece que la sensibilidad estética es innata a la biología del ser humano, los valores estéticos varían con el tiempo. La torre de Eiffel fue rechazada por los parisinos durante su construcción y sólo la lucha de su creador fue capaz de mantener aquella obra para que más tarde se convirtiera en símbolo de la ciudad. Eiffel responde a una carta de unos intelectuales que rechazaban la torre con argumentos como: "¿La gente piensa qué como somos ingenieros la belleza no forma parte de lo que construimos, qué si buscamos la solidez y lo perdurable, no hacemos, al mismo tiempo, todo lo posible por buscar la elegancia?". Lo sublime es intemporal. El puente romano de Alcántara, el puente María Pia de Eiffel en Oporto, los arcos de Maillart o los puentes colgantes de Omman, son sublimes.

### ESTÉTICA Y COSTE

Los avances tecnológicos en el diseño y en la construcción de puentes, muchos de ellos asociados al desarrollo informático, han permitido construir puentes muy económicos a través de la sistema-

tización. La estandarización permitió el desarrollo de los planes de infraestructura del siglo XX. Es beneficiosa para conseguir proyectos económicos y seguros. No hay que pensar mucho; hay que aplicar reglas. De resultados de ello, la mayoría de los puentes modernos de pequeño y mediano tamaño son repetitivos y tienen un impacto negativo en la percepción de las ciudades, carreteras y paisajes.

Las obras eficientes y económicas no son necesariamente bellas. Una aplicación dogmática del principio "form follows function" (Louis Sullivan, 1896) conduce a la mediocridad. Ese credo modernista junto a los principios de industrialización y repetición de elementos de la Bauhaus tenían pleno sentido en su momento, durante el desarrollo de las grandes ciudades, de las sociedades de consumo y la aparición de la clase media. Su aplicación estricta conduciría a que todos los puentes de luces medias fueran puentes de vigas en I, la sección más eficiente a flexión y muchas veces la más barata. Crear como una suma de elementos disponibles en un catálogo, es completar un sudoku, un concebir sin tener en cuenta el contexto. Sería un proceso donde la creatividad queda desterrada. Conviene despegarse de esta doctrina anacrónica y del lastre que supone.

En la ingeniería civil repetimos en exceso la misma solución, en cualquier sitio, sin considerar lo específico del lugar, la cultura ni la historia. ¿Puede imaginar el lector a todas las personas vistiendo con la misma ropa, diseño, color, en aras de la eficiencia económica? El diseño industrial ha sabido reaccionar, probablemente por las exigencias del mercado, y genera productos estéticos y económicos adaptados al cliente. IKEA es el paradigma.

Si cada puente es único, debemos diseñarlo como tal. Cada puente tiene que tener su propia identidad. En las sociedades posmodernas se puede desarrollar una amplia variedad de soluciones económicas y eficientes si se emplean técnicas de diseño y fabricación asistida por ordenador que faciliten la automatización de determinados procesos. La racionalización de los tipos,

formas, optimización de materiales y de los medios de construcción conducirán a soluciones baratas. El reto está en conjugar la tecnología con racionalidad y creatividad. Los puentes de calidad tienen que ser el resultado de la aplicación de los conceptos básicos de la ingeniería estructural en su concepto, análisis, construcción y mantenimiento, junto a la incorporación de otros aspectos menos técnicos y quizá subjetivos.

Algo similar puede ocurrir con los nuevos materiales estructurales que ofrecen diferentes posibilidades estéticas y abren un campo muy interesante para la innovación. En una reciente pasarela en Lleida hemos utilizado materiales compuestos translúcidos que permiten introducir discretos efectos de color y luz muy atractivos.

## "llega a afirmar que una obra es arte si el observador así lo cree"

El puente es una estructura desnuda pero con un gran poder de evocación y, por tanto, su apariencia depende sobre todo de sus elementos estructurales, de sus relaciones formales y de la relación del conjunto con el lugar. La estética no es casual ni fruto de una revelación. Para cada tipo estructural, existen muchos recursos a disposición del ingeniero para mejorar su apariencia a través de la forma, las proporciones, el orden, el ritmo, el contraste, la escala, el color, la luz, la textura, el balance de las masas, las jerarquías entre elementos, la funcionalidad y claridad de funcionamiento, la relación del puente con el entorno, etc. Es posible dar algunas reglas, pero la creatividad e imaginación son claves. El ingeniero puede utilizar estos recursos y dar al puente una identidad propia.

El binomio estética-coste es recurrente en los proyectos de ingeniería civil y me refiero a la asociación de que la estética genera un incremento de





*Puentes Trillizos en La Paz.*

costo. En el mundo del puente la confusión se acentúa. Lo lamentable es que eso ocurra entre ingenieros y el motivo más claro que entreevo está asociado a que recibimos una formación donde a la historia y a la estética en la ingeniería civil no se les ha dado la importancia que realmente merecen. Como afirma Mike Schlaich, “sería impensable que un estudiante de música no conociera a Bach o a Mozart” y sin embargo muchos de estudiantes de ingeniería salen de las escuelas sin conocer la historia y obras de Stephenson, Telford, Roebling, Maillart, Eiffel, Torroja, Candela, Nervi, Freyssinet, Leonhardt, etc. Ello nos predispone para concebir obras funcionales, seguras y baratas; lo demás está en un segundo plano.

El pensamiento general es que mejorar la estética de una carretera, de un puente o de muchas otras infraestructuras públicas añade necesariamente un mayor coste económico. Esto no es cierto. Eso ocurre si entendemos la estética

como un añadido, como ornamento a lo construido, y no como algo intrínseco a la propia obra.

Una aproximación analítica puede combinarse con un diseño abierto y creativo. La búsqueda de la eficiencia es una vía lógica para diseñar puentes, pero en algunos casos, no la única. A veces podemos sacrificar la eficiencia para tener estructuras más expresivas. Determinadas elecciones en el diseño si tienen un coste. Si se desea tener una estructura de apariencia más dinámica y para ello se inclina una pila, se curva la directriz del tablero, o se emplea un tablero con superficies curvas probablemente se añade un mayor coste. Son incrementos menores por dificultar algo la construcción, o por emplear encofrados curvos en lugar de rectos, y, si se hace de modo racional y mejora la estética, es aceptable. ¿Cuál es el límite? Creo que ésta es una cuestión ética. Trabajamos con dinero público, fruto del esfuerzo de todos, y la obligación del

ingeniero es hacer un uso responsable de esos recursos. El verdadero reto del ingeniero es concebir obras estéticas sin incremento de costo.

El pensamiento de Jorg Schlaich es muy claro y ético: “Un puente ligero puede costar más que un puente estándar menos esbelto pero esta diferencia de costo debe ser el resultado de menos consumo de material y de una mayor mano de obra, que lo hacen más ecológico y socialmente más valioso y bello”. Este modo de actuar abre un mundo apasionante para la ingeniería.

El coste del puente depende sobre todo de la eficiencia estructural del tipo elegido, de la luz, de los materiales y procedimientos de construcción y de determinados acabados (pavimentos, iluminación y barandillas en puentes urbanos, etc.). Los puentes superlativos, fuera de escala, con luces innecesariamente grandes, son siempre caros. La estética no necesariamente añade mayor coste de construcción. El lujo, sí. ■

# El arte de rellenar glorietas

ROSARIO MARTÍNEZ VÁZQUEZ DE PARGA  
INGENIERA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

**E**n los últimos años las carreteras españolas se han llenado de nudos, a modo de ganglios, con la finalidad de mejorar los cruces y ofrecer una conducción más cómoda. Una glorieta permite un cruce más dinámico, sin paradas repentinas, lo que mejora considerablemente tanto el confort como la seguridad. El trazado se ve así salpicado de circunferencias con espacios interiores circulares que debieran plantear un esfuerzo de diseño adicional por su gran visibilidad y la circunstancia de estar centrados respecto a la carretera.

Pero el proyecto de ejecución de las glorietas o rotondas de una carretera no parece que haya incorporado el diseño de su remate interior, por lo que nos acostumbramos en un principio a ver rotondas descarnadas, que pasaron a formar parte de esos "no lugares" que quedan frecuentemente tras determinadas construcciones urbanas o periurbanas. En un momento dado se hizo patente la singularidad del espacio interior de las rotondas y su capacidad

**"el tema de mantenimiento suele ser un punto flaco muy frecuente"**

de reclamo, lo que originó un afán de remate con visos publicitarios. Por desgracia la intervención no se ha encarado de forma global. No sé muy bien cuál fue el proceso, pero es evidente que el diseño ha pasado a ser competencia municipal, de modo que a partir de un momento dado son las propias localidades, con sus criterios, gustos y recursos,



las que se han hecho cargo de ese relleno de las glorietas, y le llamo relleno porque da la impresión de que se ha emprendido una competición entre municipios por atraer a los automovilistas, sin prestar atención a otros criterios como el económico, de mantenimiento, de respeto al entorno o estéticos. De ahí la disparidad de resultados.

Se entiende bien ese interés municipal por el relleno de las glorietas. Un espacio circular siempre es atractivo por su posibilidad de realizar actividades de reunión, lo que en espacios urbanos se consigue tradicionalmente en arenas, cosos, circos, estadios o plazas, pero una glorieta aporta el añadido de su gran visibilidad, tiene la posibilidad de ser vista por un gran número de personas y además de una fuerte capacidad de focalizar la atención. Es por tanto el lugar perfecto para un reclamo. Esto ha sido aprovechado por los municipios para generar un foco de atracción hacia sus localidades. La glorieta se convierte así

en un lugar para hacer visible un mensaje, ya sea de identidad, de competencia, simbólico, histórico, de una determinada singularidad o de una forma de vida de una población cercana.



Han surgido en consecuencia distintos modelos de relleno: jardines circulares, mensajes en forma de carteles, montajes alegóricos a hechos históricos o tradiciones, glorietas con pretensión





artística por la colocación de esculturas (generalmente de cuestionable calidad) e incluso se han utilizado como lugar de colocación de artefactos varios cuyo sentido no siempre se entiende, pues la mayoría de las veces no pueden ser considerados piezas de patrimonio industrial y parecen haber sido abandonados en un desmantelamiento presuroso.



Su contemplación no cansa en trayectos muy cortos, pero si uno emprende un itinerario de más largo recorrido la cosa se complica por el elevado número de glorietas y la discontinuidad permanente de tratamiento, de modo que producen un sobresalto continuo. El conjunto global podríamos calificarlo de kitch, de dudosa estética. Y es que la influencia local es demasiado acusada.

Es hora ya de reclamar una sensatez en el relleno de las glorietas, lo que exigiría establecer unos criterios de diseño de partida, a modo de reglas del juego. En mi opinión la pretensión de adornar glorietas debiera restringirse a algunos casos singulares y con un estudio particular de la intervención sometido a una determinada aprobación, de modo

que se garantizara la adopción de unos mínimos criterios estéticos y de sensatez de ejecución. El resto podría tener un tratamiento exclusivamente de jardinería, con unas directrices prefijadas de diseño de modo que se emplearan en lo posible especies autóctonas que exigieran un mínimo de mantenimiento.

No voy a entrar en el tema de mantenimiento, cuestión que me preocupa especialmente, pues suele ser un punto flaco muy frecuente y que condena por falta de presupuestos muchas de las actuaciones destinadas a herosear el entorno de una obra pública. Es de lamentar la frecuencia con que muchas actuaciones de supuesta mejora terminan por originar un deterioro mayor.

Si no conseguimos un cambio de planteamiento siempre nos queda el recurso de que las glorietas tal y como están podrían servir para rescatar el espíritu lúdico de los conductores y mantenerles despiertos. No sería difícil inventar el juego de las glorietas: si el conductor no se fija en el relleno al pasar, avance tres glorietas sin mirar, si no se entera del mensaje, la pena es dar dos vueltas a la rotonda, si capta a la primera



el mensaje del belén correspondiente, pare en el pueblo, que para eso han hecho el esfuerzo. Si lo que aparece en la glorieta le gusta artísticamente, de una vuelta extra para apreciar mejor sus tres dimensiones. Si en cambio le parece un espanto, reprima sus deseos de liarse a cantazos y en castigo abandone el juego y diríjase a la autovía más cercana.



Para terminar incluyo algunas imágenes de cosas que he visto al pasar. A veces podemos encontrar algo interesante, pero otras... Que cada uno saque sus conclusiones.

Estas líneas no pretenden ser más que una llamada de atención y de reflexión sobre la incidencia en el paisaje de la carretera de unas intervenciones que están salpicando el país de una forma poco afortunada en mi opinión. El interior de una glorieta es un lugar espléndido para el diseño en la fase de proyecto y no debiéramos seguir con su anárquico relleno posterior porque terminaremos por sembrar el territorio de engendros de cualquier naturaleza que vulnerarán el ya frágil paisaje visual de una carretera. ■

# Ejemplos modelos y antimodelos



Palma de Mallorca. Encauzamiento en el casco urbano, vegetación.



Nueva York. Bolardos modernos en modernidad.



Atenas. Farolas enmarcando (?) la Acrópolis al fondo.



Matalascañas (Huelva). Farola urbana.



Canal de Corinto (vista N). El puente triangulado permite la perspectiva total.



Baños de Montemayor (Caceres), bolardos modernos en el casco antiguo.

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.)



# Ejemplos modelos y antimodelos



*Puente Vasco de Gama (Lisboa). Pilas secundarias, ¿contextualizadas con la principal?*



*Metro Madrid. Asiento (?) precisa señalización al no apreciarse sus funciones.*



*Almuñecar (Granada). Canalización en el casco urbano, hormigón.*



*Pilares, puente en c/Potosí, sobre Ronda Litoral y río Besos, Barcelona. (J. Manterola).*



*Canal de Corinto (vista S). El puente opaco impide la perspectiva total.*



*Barcelona. Farola urbana.*



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 una nueva funcionalidad, la visual, 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.