



Una rueda de bicicleta

De manera desenfadada y casi por arte de magia, se transforma una rueda de bicicleta en la cubierta de un estadio olímpico. Para ello el autor da una pasada por la orilla del Támesis y fija sus ojos en el de Londres.

Se trata de uno de los inventos que tenemos más a la mano, que tomamos como más naturales y cuya ingeniosidad se nos pasa inadvertida.

Y no estoy pensando en el complicado efecto giroscópico que en ella induce el momento cinético cuando gira —que eso es ya materia de orden superior—, sino en algo mucho más sencillo: no de carácter dinámico, sino puramente estático.

¿No es asombroso ver cómo una rueda tan esbelta soporta airoso el peso de un corpulento ciclista que puede resentir, aplastándolo, el inflado del neumático? Y todo ello mediante unos radios tan delgados que da la impresión de que ni existen.

Y, ¿qué pasaría si no existieran? Bueno, de todos a la vez no podremos prescindir, pero, y si para la ocasión dejáramos uno sólo? ¿Y, cual de ellos conservaríamos?

En la Figura 1 tenemos un acróbata en monociclo. Ya van dejando de ser acróbatas para convertirse en peatones cuasinormales de los que nos cruzamos en la acera. Como tales, pueden pararse a nuestro lado a la espera de que cambie el semáforo. Entonces los vemos estáticos, sin descabalgar y apoyándose con la mano en el poste de una farola.

Supongamos que con nuestra magia hacemos desaparecer del monociclo todos sus radios menos el vertical superior. Y además lo sustituimos por una cuerda. Nuestro acróbata no se dará cuenta de la maniobra hasta

que cambie el semáforo y quiera reanudar la marcha. Ello muestra que en posición estática, todo el peso del ciclista se apoya en el suelo colgándose de lo alto de la llanta.

Como somos unos magos benévolos, hemos dejado hasta tres radios de los originales tal como se ve en la Figura 2.

Así las cosas se aprecia que los radios sólo trabajan a tracción, es decir en situación de tensados. No podría ser de otra forma: tan finos como son, se pandearían si se les exigiera trabajar a compresión.

La Figura 3 es la réplica de Figura 2, para la bicicleta.

Parece claro que es una exageración eso de quitar radios a la rueda, y lo es por estos tres motivos que conducen a que no se pueda prescindir de ninguno: a) Cuando la rueda gira precisa que en todo momento existan radios disponibles arriba; b) La llanta debe quedar bien centrada con el buje —ello obliga a un montaje del conjunto en extremo delicado y preciso—; c) mediante ello se consigue que la llanta no sea la única responsable de la transmisión de esfuerzos al suelo —como ocurría en el semáforo—; los radios, siempre trabajando a tracción, ayudan a que dicha llanta no se deforme.

Esto último se ve bien en la Figura 3. Si a causa del peso, las llantas tendieran a convertirse de circunferencias en elipses aplastadas, los radios horizontales (que no se muestran) tirarían de ellas para mantenerlas a distancias radiales.



Jesús de la Peña Hernández

Dr. Ingeniero electromecánico del ICAI, promoción 1955. Vocal del Comité de Terminología y Vicepresidente del de Inventiva y Creatividad en el Instituto de la Ingeniería de España

Además, la maniobra del semáforo es una simplificación que asimismo se refleja en las tres primeras figuras. En todas ellas los radios se representan en un plano, pero la realidad es distinta: dichos radios se asientan, al tresbolillo, sobre sendas superficies cónicas que dan consistencia espacial a la rueda. La Figura 4 que, a su vez requiere una explicación, muestra este extremo.

Dicha Figura 4 es una visión esquemática del *Ojo de Londres* que se alza en la ribera del Támesis. Es una gigantesca obra de ingeniería construida a partir de la idea de los arquitectos D. Marks y J. Barfield. Se trata de una enorme noria que permite ver Londres desde la altura. Sin embargo, en su fundamento no hay otra cosa que el monociclo de nuestro amigo del semáforo, con el sillín apoyado en el suelo. Pero acompañado de otras ingeniosidades atrevidas.

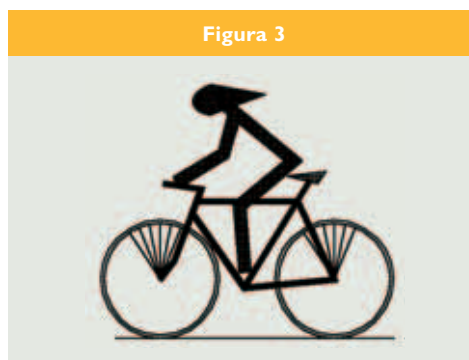
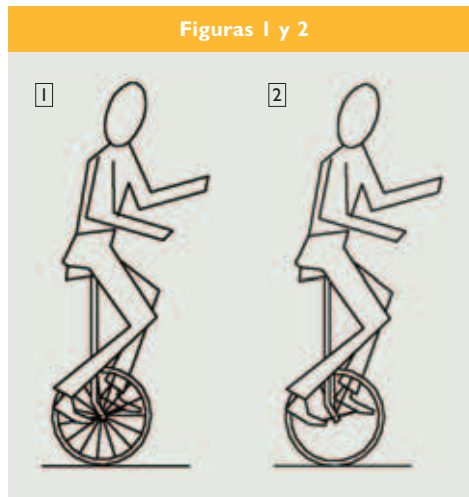
Lo más notable es que el eje de la rueda, en vez de estar soportado entre una horquilla, queda en voladizo, lo que da al conjunto un sorprendente aire de libertad. Para conseguirlo, dicho eje se apoya en el vértice superior de un triedro; la proyección horizontal de ese vértice queda fuera de la base del triedro. Así, dos aristas de ese triedro (las llamadas estructura en A) trabajan a compresión y la tercera, que trabaja a tracción se resuelve con un cable. Obsérvese la forma antipandeo de las columnas de compresión.

También es un cable tractor el que garantiza que el conjunto eje/rueda quede en equilibrio, es decir, que no se incline hacia el río. Todos estos artificios no son sólo estructurales, sino que contribuyeron de forma decisiva a la erección del enorme conjunto.

Ya se ve que hay otra novedad aquí respecto de la rueda de la bicicleta: en esta ocasión, todo elemento que trabaja a tracción es un cable, y no como en aquella cuyos radios estaban hechos de varillas. Es decir, esto se parece más a lo de la cuerda que pusimos al chico del semáforo.

Por lo demás, el efecto de supresión de radios, tal como se hizo en la bicicleta, se ve en la Figura 5. Sólo que ahora los radios en tensión son los inferiores: la gran rueda cuelga en el aire desde su eje mediante unos cables.

Podemos ahora aprovechar el salto gigante dado desde el monociclo hasta el borde del Támesis para construir una nueva pirueta: Poner horizontal una gigantesca rueda de bicicleta para cubrir una plaza de toros. Ello se muestra en la Figura 6.



Los radios son cables también. La conicidad exterior de éstos será el asiento de la cubierta, que si se quiere traslúcida podrá estar hecha, por ejemplo, con metacrilato (para una cubierta estable) o con polipropileno (cubierta temporal). La propia conicidad exterior facilitará que el agua de lluvia corra. Un cálculo elemental por semejanza de modelos da que el con-

Figura 5



Figura 8

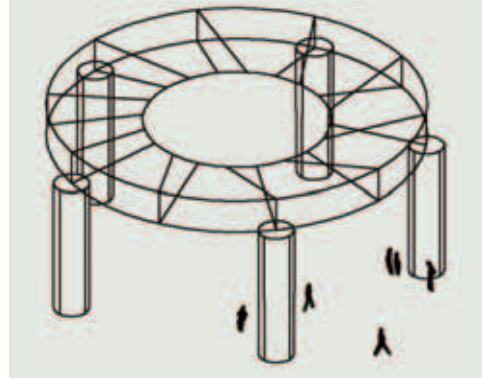


Figura 6

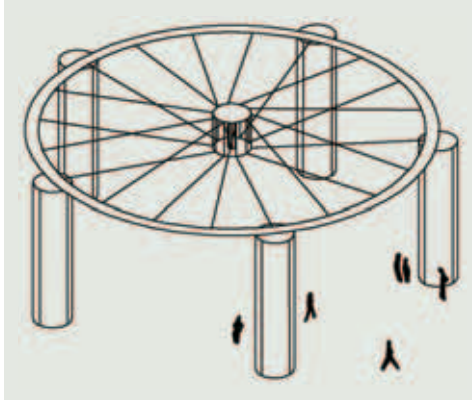


Figura 9

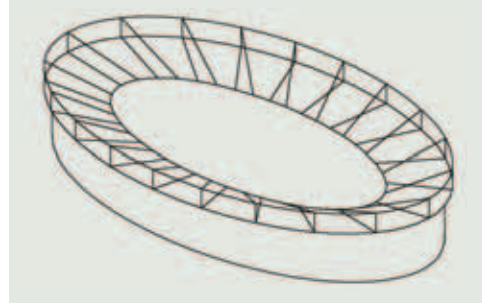
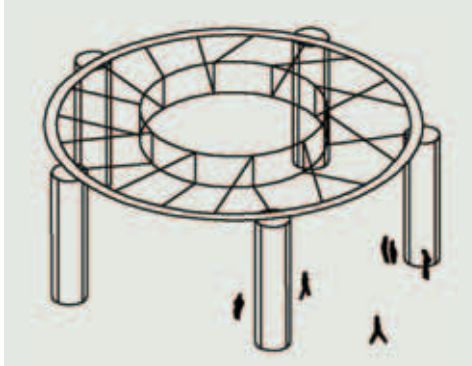


Figura 7



junto soportaría el sobrepeso por hielo equivalente a lo exigido para los cables de las líneas de transporte de energía en alta tensión. Pero este extremo habría de investigarse con más detalle, al igual que la razón de semejanza. No todos los elementos han de tener la misma al agrandarse el conjunto; piénsese en el diámetro del cable, la cantidad de radios, la estructura de la llanta y sus apoyos, la del buje central, etc.

Por supuesto, si la solución es buena para una *rueda circular*, también habría de serlo

para una *rueda elíptica* que cubriera un estadio. En todo caso, el montaje in situ habría de hacerse por secciones tal como se llevó a efecto en el *Ojo de Londres*.

Demos ahora un doble salto, y esperemos que no sea mortal.

La rueda/cubierta completa de Figura 6 tiene su biconicidad con los vértices en el centro tal como conviene al uso vertical de la rueda en la bici.

Sin embargo bien podría ocurrir que no interese una cubierta completa sino sólo una perimetral que cubra a los espectadores pero no al espacio de uso (la arena de la plaza o el campo de juegos del estadio). Ello se logra aumentando todo lo necesario el diámetro del cilindro/buje central de la Figura 6. Así obtenemos la Figura 7.

Llegados aquí parece claro que lo adecuado es invertir las funciones de cilindro (buje) y circunferencia (llanta), dando al diámetro mayor una configuración cilíndrica y al menor, la forma de circunferencia/llanta. Ello se muestra en la Figura 8.

Por supuesto queda en pie lo dicho a propósito de la validez de las soluciones tanto para circunferencia como para elipse. Ver en la Figura 9 la estructura esquemática para la cubierta de un estadio. ■