



Imagen 1.- La central eólica experimental recién construida. Foto: Archivo del autor.

## *La máquina experimental de 1980 en Tarifa: el comienzo de la energía eólica en España*

*Ildefonso Sena Rodríguez*

**E**l Ministerio de Industria y Energía, a través del Centro de Estudios de la Energía, puso en marcha en 1979 un programa de investigación y desarrollo orientado al aprovechamiento de la energía eólica para la generación de electricidad. El primer paso de ese programa consistía en el diseño y fabricación de una máquina experimental operacional básica que facilitara el proyecto de grandes máquinas con potencias en el rango del Megavatio.

Quedaba claro desde el principio que la instalación de la máquina experimental estaba concebida para su utilización como banco de pruebas destinado al ensayo de nuevos diseños de componentes de ese tipo de máquinas. La ejecución del proyecto fue encargado a José Javier López Martínez, director de programas de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales del Ministerio de Industria y Energía quien, en 1981, elaboró un informe junto a Tomás Velasco (Sener, Ingeniería y Sistemas S.A.) del que tomamos los datos que siguen.

La máquina experimental citada estaría constituida por una aeroturbina tripala de eje horizontal<sup>1</sup>, de 20 metros de diámetro, diseñada para girar a 48 revoluciones por minuto. La aeroturbina acciona, a través de una caja de engranajes, un generador eléc-

trico de cuatro polos. El conjunto de la máquina estaría situado sobre una plataforma orientable, soportada por una torre metálica de 20 metros de altura. El aerogenerador se había diseñado prestando especial atención a obtener una configuración flexible que permitiera el ensayo de diversas alternativas de funcionamiento. Asimismo, el diseño y construcción de la máquina permitiría la identificación de los componentes y sistemas cuyos costes de inversión y mantenimiento fueran críticos para la rentabilidad del aprovechamiento de la energía eólica y la consecución de una información fiable para la estimación del coste de las máquinas a diseñar en pasos posteriores del programa.

La máquina sería instalada “en las proximidades de la localidad de Tarifa”, según el listado inicial de intenciones y obtendría la potencia de 100 kilovatios con una intensidad de viento de 12 metros por segundo. Ya en 1980 el proyecto se encontraba en avanzado estado de desarrollo y estaba prevista su puesta en marcha en abril de 1982.

Con vistas a la ubicación de la máquina experimental de 100 kilovatios se llevó a cabo la recopilación y estudio de la información meteorológica existente en España. Los datos de partida para este estudio fueron obtenidos de las medidas efectuadas por el Servicio Meteorológico Nacional (ahora

Agencia Estatal de Meteorología) y por la antigua Comisión de Energías Especiales. Los datos obtenidos de la primera fuente fueron más generales y cubrían mayores extensiones geográficas, mientras que los correspondientes a la segunda eran más locales y por tanto de mayor interés desde el punto de vista de aprovechamiento de la energía eólica, ya que primordialmente fueron tomados con esa idea.

En una primera fase del estudio se trató de identificar las áreas de nuestro país de mayor potencial eólico, confeccionándose un mapa en el que, en primera aproximación, se trazaron curvas isoenergéticas. Seguidamente, en una segunda fase, se estudiaron en detalle las características de aquellos lugares de los que, disponiéndose de datos suficientemente completos, tuvieran un claro interés energético.

Con los datos obtenidos se elaboró un mapa en el que estaban representadas las líneas de igual potencia por unidad de área, de 100 en 100 vatios por metro cuadrado. A la vista de dicho mapa, las regiones de más alto potencial eólico eran los correspondientes a Noroeste, Nordeste, Valle del Ebro<sup>3</sup> y

---

### **La Comisión de Energías Especiales encontró tres emplazamientos adecuados**

---

zona del Estrecho en la península, junto con las regiones insulares de Baleares y Canarias. De estas regiones, la Comisión de Energías Especiales examinó con detalle las del Noroeste, Nordeste, Estrecho y Canarias, encontrando puntos con potencial eólico superior a 1.000 vatios por metro cuadrado en el Nordeste, Estrecho y Canarias.

Así las cosas, para el emplazamiento de la máquina experimental se utilizó como criterio de selección la disponibilidad de un alto potencial eólico, por lo que de acuerdo con los datos obtenidos se seleccionaron inicialmente la zona del Estrecho con tres localizaciones: Isla de Tarifa, Cerro del Cabrito y Cerro del Cascabel, todos ellos en Tarifa, además de la Montaña del Infierno, en Gran Canaria.

Con esta preselección en la mano se compararon gráficas anuales de viento y se decidió definitivamente que la máquina se instalaría en Tarifa. Pero aún faltaba concretar el sitio exacto. Para ello se procedió a la localización sobre el terreno de po-



*Imagen 2.- El profesor José Gabriel Ramiro junto a la máquina recién levantada. Foto: Archivo del autor.*

sibles emplazamientos, teniendo en cuenta para la selección los siguientes factores: disponibilidad del terreno, accesibilidad, naturaleza del terreno y distancia a la red eléctrica.

Como consecuencia de esa investigación se seleccionó el emplazamiento de la máquina en terrenos propiedad del Ayuntamiento de Tarifa, situados a la altura del kilómetro 78 de la carretera Nacional 340.

### **La máquina experimental**

Aún cuando este trabajo tiene la vocación de ser divulgativo y por ello tratamos de huir de un excesivo tecnicismo, sí parece conveniente detenerse siquiera someramente en la descripción de lo que fue el primer prototipo de aerogenerador español. Y no sólo como homenaje a aquellos hombres y mujeres que vivieron intensamente el experimento, sino como muestra de cómo fueron los comienzos en una tecnología que en pocos años registró un avance tan espectacular, lográndose objetivos que en los años ochenta parecían inalcanzables.

La configuración general de la máquina se presenta en la figura 14. Las palas estaban montadas sobre un buje rígido solidario del eje de entrada de una caja multiplicadora de velocidad. El eje de salida de este elemento accionaba el generador eléctrico a través de un acoplamiento hidráulico.

Cada una de las palas estaba montada en el buje sobre rodamientos que permitían el giro de aquellos alrededor de su eje longitudinal para conseguir la variación del paso.

El mecanismo de cambio de paso incorporado en la máquina era un mecanismo del tipo biela-manivela cuyo mando se efectuaba mediante un cilindro hidráulico que transmitía su empuje a un vástago situado en el interior del eje de la máquina. El movimiento de traslación de este vástago era convertido en movimiento de rotación por el sistema biela-manivela ya citado.

La carrera del cilindro estaba determinada de forma que fuera factible la variación del paso entre la posición de operación normal (paso  $10^\circ$ ) y la posición de máquina parada o de bandera (paso  $90^\circ$ ). Para aumentar la flexibilidad de la máquina en cuanto a experimentación se había previsto que la carrera del cilindro pudiera ser regulada.

El control del paso de las palas se efectuaba mediante un servosistema electro-hidráulico que alimentaba el cilindro hidráulico y un captador de posición del émbolo que constituía la realimentación del bucle de control. La señal de mando al servosistema era generada por el sistema de control que describiremos más adelante.

La elevación de la velocidad de giro desde 48 r.p.m hasta 1.500 r.p.m. se conseguía en una caja de engranajes con dos escalones de multiplicación integrados por ruedas de dentado inclinado. El diseño de la conexión entre la caja multiplicadora y el alternador se orientó al ensayo tanto de una conexión directa como a la interposición entre ambos elementos de un acoplamiento hidráulico que amortiguara las oscilaciones de par que pudiera transmitir la aeroturbina.

El conjunto del aerogenerador, multiplicador y alternador estaba montado sobre una plataforma orientable para conseguir la alineación correcta del eje de la máquina con la dirección del viento. Para permitir este movimiento de orientación, la unión entre plataforma y torre se efectuó a través de una corona giratoria con dentado interior. El control del movimiento se efectuaba mediante un motor reduc-

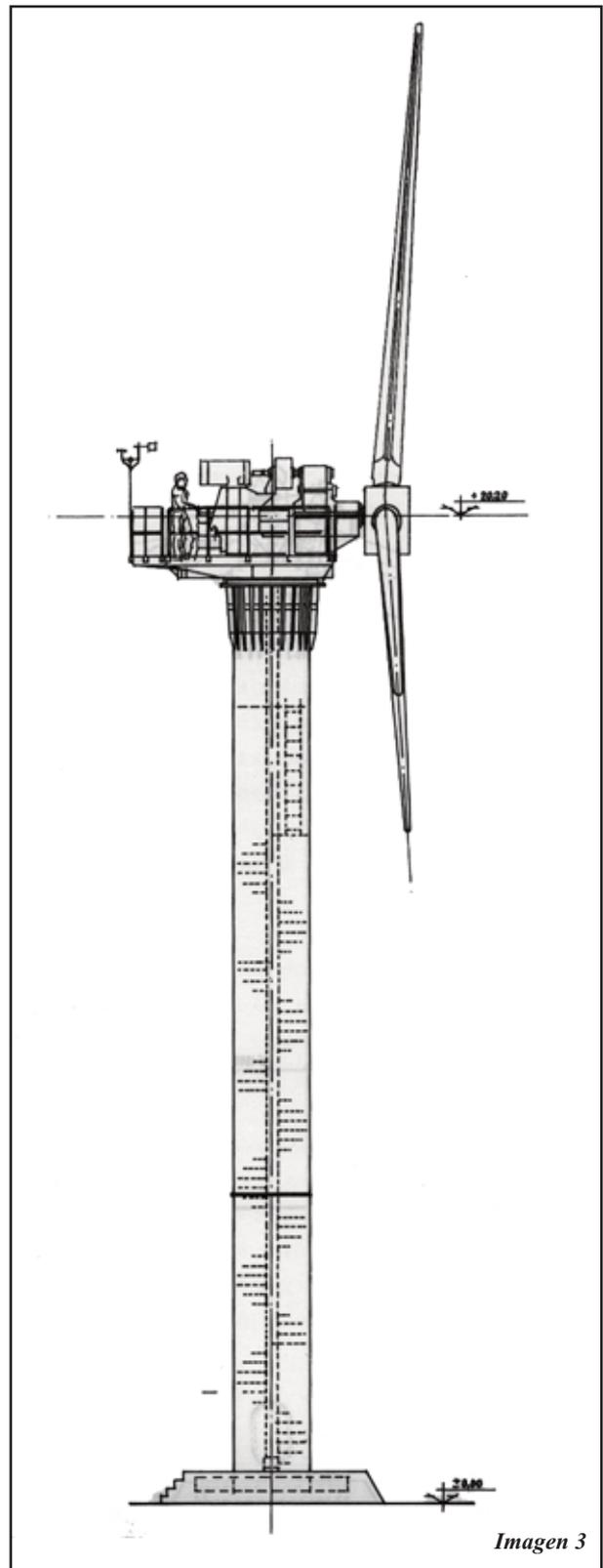


Imagen 3

tor cuyo eje de salida tenía un piñón que engranaba en el dentado de la corona. La velocidad del movimiento de orientación era de 0,17 r.p.m.

La máquina incorporaba dos sistemas de frenos. El primero actuaba sobre el mecanismo de orientación inmovilizándolo siempre que estuvieran parados los motores de orientación. Este sistema incorporaba cuatro mordazas accionadas hidráulica-

mente, que frenaban a falta de presión.

El segundo sistema constituía un freno del conjunto rotatorio de la máquina, integrado por un disco montado en el eje de alta velocidad con tres mordazas accionadas hidráulicamente que frenaban, al igual que en el caso del mecanismo de orientación, a falta de presión hidráulica. La acción de las mordazas se activaba en caso de la sobrevelocidad de la máquina, siendo progresiva la entrada de las tres mordazas incorporadas.

El sistema de parada por frenado del conjunto rotatorio constituía la seguridad última de la máquina, cuya parada estaba confiada en principio a la puesta en bandera de las palas.

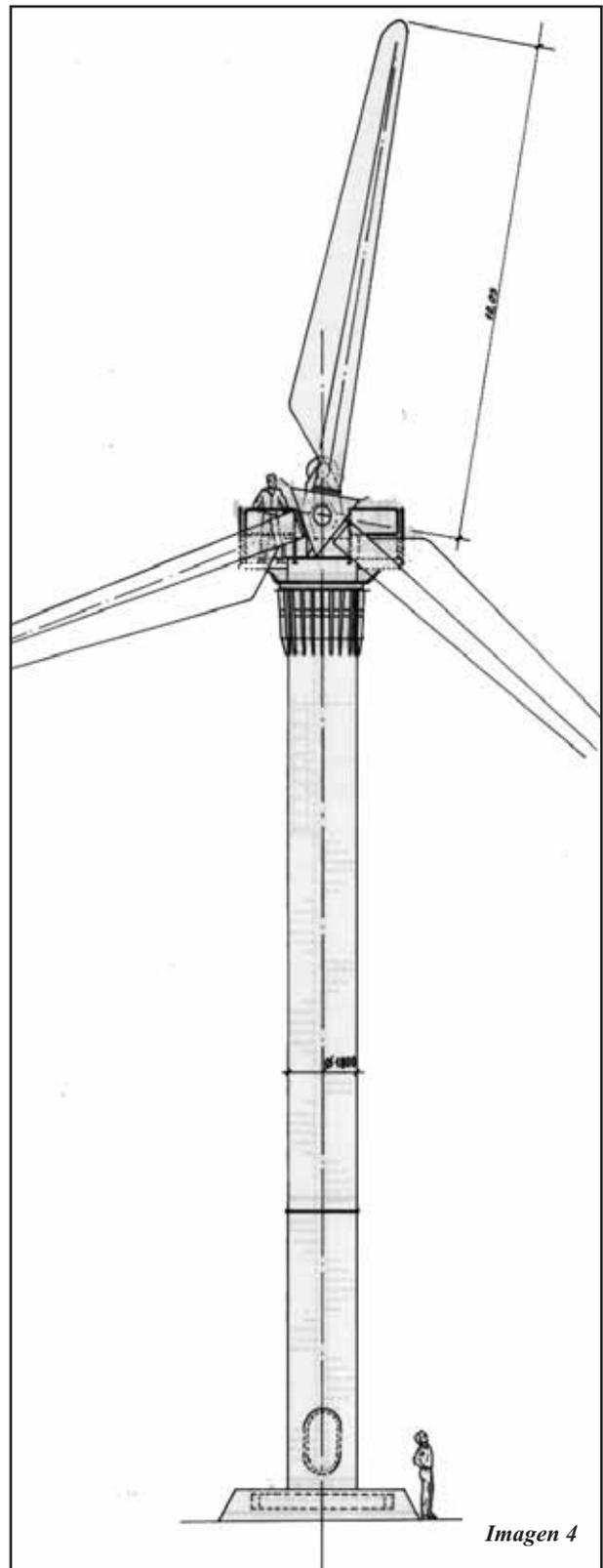
La máquina incorporaba un circuito hidráulico para la alimentación del cilindro de mando del mecanismo de cambio de paso y de las mordazas de los dos sistemas de frenado descritos anteriormente. Constaba de un depósito de aceite con un grupo moto-bomba que cargaba un acumulador. La alimentación de estos elementos se realizaba desde el acumulador, efectuándose la del cilindro a través de una servo-válvula electro-hidráulica.

En el supuesto de una condición de emergencia la alimentación de aceite al cilindro se efectuaba directamente, sin pasar por la servo-válvula, a través de las válvulas distribuidoras de las vías dispuestas antes de la servo-válvula.

El soporte de la máquina estaba constituido por una torre tubular metálica de 20 metros de altura y 2 metros de diámetro. En la elección de esta alternativa se tuvieron en cuenta los siguientes factores: efecto de sombra sobre la pala, desechándose la posibilidad de una estructura metálica de celosía (curiosamente, los aerogeneradores que se instalarían apenas unos años más tarde tendrían esta estructura, a la postre descartada en lo sucesivo). Flexibilidad para posibles cambios en la rigidez de la torre, mediante la adición, por ejemplo, de tirantes. Este factor influyó en la selección de acero frente a hormigón con material constructivo, un material cuya utilización no se descartaba en posteriores diseños de máquinas dirigidas a una explotación comercial. Ello no ocurría nunca.

La máquina fue dotada de una instrumentación con el objeto, no sólo de supervisar, proteger y controlarla sino que, dado el carácter experimental de la misma, facilitase la adquisición de datos relevantes del comportamiento del sistema.

Los principales sistemas de instrumentación



incorporados a la máquina fueron: medición de cargas, vibraciones, velocidad de ejes, ángulo de paso y posición angular de palas, instrumentación meteorológica, medición de magnitudes eléctricas e instrumentación auxiliar. Todo ello enviaba datos a la instrumentación instalada en la sala de control. De cada uno de estos sistemas hay amplia información en el documento “Planta Eólica de Tarifa”, editado

en diciembre de 1981 por el Ministerio de Industria y Energía citado al principio de este trabajo.

El equipo encargado del proyecto era toda ilusión, pero los inicios no iban a ser un camino de rosas. En junio de 1983, José Javier López Martínez y José Gabriel Ramiro Leo, (adjunto al director) remataban una noche de Feria de Algeciras con la puesta en marcha de la máquina. La mole de acero y fibra de vidrio comenzó lentamente a moverse, pero no sólo se movieron sus palas. Se comprobó que el conjunto rotor producía vibraciones por un principio físico que no viene al caso, derivado de un anclaje en la torre demasiado blando. Sobre esa base, fue necesario desmontar el conjunto para sustituir los anclajes con un sistema mucho más rígido. Hubo que hacer más correcciones y se registraron retrasos pero muy pocos de ellos fueron por causas de la tecnología empleada, sino por la propia burocracia de la Administración. Ya se sabe que las cosas de palacio van despacio y, como todo proyecto financiado por el Estado, el papeleo y la lentitud administrativa no se lo pusieron fácil a quienes estaban empeñados en sacar provecho de un proyecto pionero.

José Gabriel Ramiro, en la actualidad profesor de la Escuela Politécnica Superior de Algeciras (Universidad de Cádiz), es licenciado en Física e ingeniero técnico aeroespacial. Había oído hablar del proyecto de la planta experimental y se ofreció como colaborador. Conocía a José Javier López, el alma máter de la experiencia, quien no tuvo la más mínima duda a la hora de integrarlo en su equipo en calidad de adjunto. A Ramiro Leo, que desde entonces no ha dejado de tener contacto con el mundo de la generación eólica a través de proyectos de investigación y desarrollo, se le iluminan los ojos recordando aquellos tiempos.

*“No deja de ser paradójico –cuenta– que muy pocos daban un duro por nosotros con aquella planta, cuando a la larga ha pasado lo que ha pasado con la energía eólica y su inmenso desarrollo”.* El profesor de la Politécnica algecireña otorga un papel muy destacado a la puesta en marcha de la Planta Eólica Experimental de Tarifa en el contexto nacional del desarrollo eólico, destacando la figura de José Javier López como pionero en esta tecnología. Ramiro llegó a entablar una fuerte amistad personal con López, tristemente fallecido en 2001. Entre una cosa y otra, se puede decir que la Planta

Eólica Experimental de Tarifa no llegó a estar completamente operativa hasta 1985. En 1988 el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), organismo del que había pasado a depender, dio por concluido el periodo para el que fue creado el proyecto y cerró la planta.

Atrás quedaban unos años de serio trabajo y una base documental muy importante. Se trató de que las instalaciones no murieran, sin más, y entre los destinos barajados cobró fuerza su cesión a la Universidad de Cádiz para que sirviera como laboratorio de experimentación a la Escuela Politécnica Superior de Algeciras. Pero tres millones de pesetas anuales de presupuesto fueron el problema insalvable. *“Hoy no hubiera ocurrido, porque seguro que hubiéramos dispuesto de esa cantidad”*, afirma con nostalgia el profesor Ramiro.

Las instalaciones que marcaron el comienzo de una tecnología y un aprovechamiento del que España es, casi 30 años después, uno de los países más desarrollados, cayeron en el olvido. Abandonadas,

---

***Casi 30 años después,  
España es uno de los países  
del mundo con mayor  
potencia eólica instalada***

---

el edificio de control fue varias veces saqueado. Hasta mediados de 2007 la zona estuvo ocupada por un almacén de botellas de butano y la vieja máquina aún podía verse, oxidada, junto a las palas en un rincón de la parcela. Probablemente, su destino final fue un almacén de chatarra. Como en muchas otras ocasiones perdidas, a los políticos locales les faltó imaginación para convertir el sitio en un lugar de homenaje al viento, un fenómeno que a la postre ha sido y es uno de los principales elementos de desarrollo turístico e industrial del municipio de Tarifa.

En la actualidad, se ha construido en el lugar un complejo de observación de aves, con cafetería y observatorio, a iniciativa de la Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar. Y es que el monte “Cazalla”, como lo bautizó el colectivo ornitológico Cigüeña Negra, con sede en Tarifa, es también uno de los mejores lugares de Europa para el avistamiento de aves en sus viajes post y prenupciales por el estrecho de Gibraltar. ■

**Bibliografía:**

PLANTA EÓLICA DE TARIFA. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 1981.