

¿Está el futuro en la fusión?

Esta es la apuesta del Proyecto ITER, por unos 10 000 millones de euros.

por Mark Westra

La fusión - el proceso por el cual dos núcleos atómicos ligeros se unen para formar uno más pesado - es la fuente de energía del sol y las estrellas. El objetivo a largo plazo de las investigaciones sobre la fusión es aprovechar este proceso para contribuir a cubrir las futuras necesidades energéticas de la humanidad. Tiene el potencial de proporcionar energía en gran escala, sin riesgos y respetuosa con el medio ambiente, con un combustible abundante y ampliamente disponible.

Las investigaciones sobre la fusión, realizadas por científicos de todo el mundo, han avanzado enormemente en los últimos decenios. La comunidad correspondiente está preparada en la actualidad para dar el paso siguiente y ha diseñado el experimento internacional ITER, cuya finalidad es demostrar, por un lado, que la fusión se puede emplear para generar energía y, por otro, obtener los datos necesarios para diseñar y poner en funcionamiento la primera central eléctrica. Los participantes en el proyecto - las partes en el ITER - son la Unión Europea (comprendida Suiza y representada por Euratom), Japón, China, India, la República de Corea, la Federación de Rusia y los Estados Unidos.

Construir y poner en funcionamiento ITER es el paso esencial para determinar si la humanidad puede emplear la fusión para generar de forma rentable energía en gran escala.

Un primer comienzo

Aunque se han hecho avances significativos mediante grandes experimentos de fusión efectuados en todo el mundo, la mayoría de ellos en el decenio de 1980, enseguida se puso de manifiesto que se necesitaría un aparato más grande y más potente para crear las condiciones propias de un reactor de fusión y demostrar su viabilidad científica y técnica, de modo que, a principios del decenio de 1980, cada uno de los programas de fusión de todo el mundo empezó a hacer su propio diseño.

La idea del ITER surgió en la cumbre de superpotencias de Ginebra de noviembre de 1985, en la que el Jefe de Estado Gorbachov, a raíz de los debates mantenidos con el Presidente Mitterrand de Francia, propuso al Presidente Reagan la creación de un proyecto internacional para el desarrollo de

la energía de fusión con fines pacíficos. Así pues, el proyecto ITER empezó como una colaboración entre la antigua Unión Soviética, Estados Unidos, la Unión Europea y Japón.

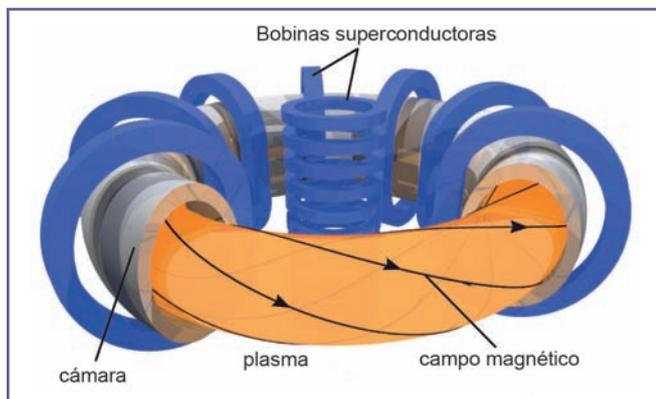
Desde su concepción, el ITER se ha desarrollado bajo los auspicios del OIEA, que actualmente es el depositario del Acuerdo para la Ejecución Conjunta del ITER. El OIEA ha proporcionado siempre ayuda activa, por ejemplo, organizando la Conferencia bienal sobre energía de fusión, y reuniones técnicas de coordinación con sesiones dedicadas al ITER, así como la publicación de la documentación del proyecto ITER y de un boletín mensual.



Desde que empezó el trabajo conceptual sobre el diseño de la máquina ITER en 1998, éste ha pasado por varias fases antes de llegar en 2001 al diseño que se muestra en la imagen.

Una figura humana al pie de la máquina permite apreciar sus proporciones.

(por cortesía de Eric Verdult, www.kennisinbeeld.nl)..



El principio del ITER: En una cámara toroidal se confina un plasma caliente (naranja) utilizando intensos campos magnéticos generados por bobinas superconductoras (azul).

Un aumento de la producción de energía

El objetivo del ITER es “demostrar la viabilidad científica y tecnológica de la energía de fusión con fines pacíficos”. Para ello, el ITER demostrará su mayor capacidad de producción de energía, las tecnologías esenciales para la energía de fusión en un sistema integrado y someterá a prueba los elementos clave necesarios para emplear la fusión como fuente práctica de energía.

Los científicos estudiarán los plasmas en condiciones similares a las de una central eléctrica de fusión. El ITER generará 500 MW de electricidad de fusión durante períodos de tiempo prolongados, diez veces más que la energía necesaria para mantener el plasma a la temperatura adecuada. El ITER será por tanto el primer experimento de fusión que producirá energía neta. También pondrá a prueba algunas tecnologías clave, entre ellas el calentamiento, el control, el diagnóstico y el mantenimiento a distancia, que serán necesarias para una verdadera central eléctrica de fusión. El ITER también probará y desarrollará conceptos para la producción de tritio a partir de litio dentro del manto que rodea el plasma.

Frente a los diseños conceptuales actuales de futuras centrales de energía de fusión, el ITER incluirá la mayor parte de la tecnología necesaria. Será de dimensiones ligeramente menores y operará aproximadamente a una sexta parte del nivel de producción de energía de esos diseños.

La máquina ITER

El ITER se basa en el concepto “tokamak” - una cámara en forma de rosca rodeada por bobinas que producen un intenso campo magnético - en el que se crean y mantienen las condiciones necesarias para la fusión. En el ITER, todas las bobinas magnéticas son superconductoras.

Se calienta una mezcla combustible de dos isótopos de hidrógeno, tritio y deuterio, hasta alcanzar una temperatura

superior a 100 millones de grados. La elevada temperatura provoca la fusión de algunas partículas de combustible, creando un átomo de helio y un neutrón en cada reacción. Los neutrones llevan la mayor parte de la energía producida por la reacción de fusión a la pared, dentro de la cual reaccionan con una capa “manto” que contiene átomos de litio para producir tritio combustible. El calor depositado por los neutrones a medida que se van deteniendo por las colisiones es extraído en un fluido refrigerante.

Para que el plasma confinado produzca más energía de la que se necesita para calentarlo, ha de estar suficientemente caliente, ser suficientemente denso y estar confinado el tiempo suficiente. Para cumplir sus objetivos, el tamaño de ITER será de dos veces el del tokamak más grande que existe, que es el Toro Europeo Común (JET, ubicado en el Reino Unido), y está previsto que su rendimiento de fusión sea muchas veces superior. Estas extrapolaciones en tamaño y rendimiento físico son las principales incertidumbres del diseño del ITER.

La Organización ITER

El proyecto ITER será realizado por una nueva organización internacional: la Organización ITER, con sede en Cadarache, en el sur de Francia. La Organización ITER se encargará de todos los aspectos del proyecto, como el procedimiento de obtención de permisos, las compras de equipo, la puesta en marcha, el funcionamiento y, por último, la desactivación del ITER al final de su ciclo de vida.

Esta Organización se creó en virtud del Acuerdo para la ejecución conjunta del ITER, firmado por las partes en el ITER el 21 de noviembre de 2006 y que será ratificado por los parlamentos de las partes participantes (cuando las leyes locales así lo requieran) en el curso de 2007.

Los miembros de la Organización sufragarán los costos del ITER. Los de construcción se estiman en 5 000 millones de euros repartidos en unos diez años. Una suma parecida está prevista para la fase de funcionamiento del ITER, que será de veinte años y seguirá al período de construcción. Durante la construcción del aparato ITER, 90% del valor de los componentes será aportado por la partes en especie, lo que significa que aportarán los propios componentes en vez de pagarlos. Europa aportará hasta la mitad de los costos de construcción en calidad de parte huésped, y las otras seis partes contribuirán cada una con 10%, quedando así 10% sobrante en la financiación actual para posibles contingencias.

Con el fin de administrar y aportar su contribución al proyecto ITER, cada una de las partes está en proceso de creación de su propio Organismo Nacional, que será responsable de que las partes entreguen al ITER los componentes que les correspondan.

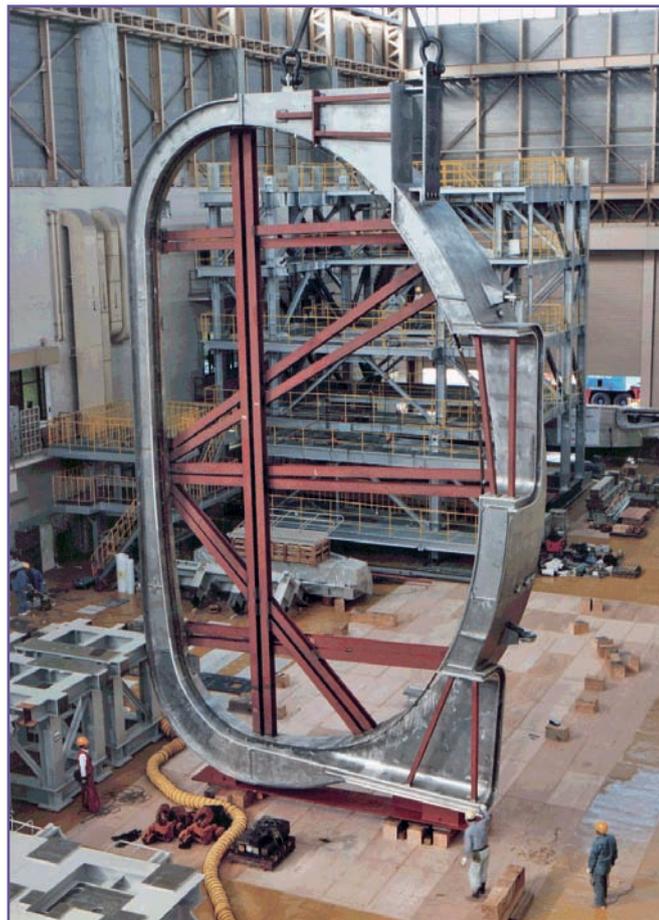
El proceso de selección de la sede para el ITER llevó mucho tiempo y al fin concluyó felizmente en 2005. El 28 de junio de 2005 se anunció oficialmente que el ITER se construiría en la Unión Europea, en el emplazamiento de Cadarache,

cerca de Aix-en-Provence, en el sur de Francia. El terreno de construcción en Cadarache tiene una superficie total de unas 180 hectáreas.

El equipo directivo del ITER está formado por el Director General del proyecto, Kaname Ikeda, antiguo Embajador de Japón en Croacia y Director de la Agencia Nacional de Desarrollo Espacial de Japón. El director de la Construcción del Proyecto es Norbert Holtkamp, alemán, ex director de sistemas de acelerador en el Spallation Neutron Source en Oak Ridge (Estados Unidos). El equipo administrativo principal de jefes de departamento se encuentra ya in situ y se está constituyendo rápidamente en Cadarache. Los otros sitios en los que se llevó a cabo el trabajo conjunto sobre el ITER - en Garching (Alemania) y Naka (Japón) - se cerraron a finales de 2006.

Calendario: en 2016, el primer plasma

Al término de unas fases cada vez más detalladas, en 2001 el diseño del ITER estuvo lo suficientemente completo para



Muchos componentes y técnicas necesarios para el ITER han sido ya sometidos a prueba por la industria, como esta sección de la cámara tokamak, producida en Japón. (Cortesía de JAERI).

que las posibles futuras Partes pudieran discutir el reparto de los costos de producción del equipo pesado. El diseño se está elaborando con más detalle para que su adquisición pueda iniciarse lo antes posible, ahora que la Organización ITER (que será la propietaria y construirá el ITER para las partes) ha empezado a funcionar de forma provisional. Está previsto que este proceso de revisión del diseño de lugar este año a un nuevo diseño de base del ITER.

Con la creación de la Organización ITER a finales de 2006 y la aplicación provisional del acuerdo pendiente de ratificación, el desmonte y la nivelación del sitio empezarán en 2007, y la solicitud del permiso de construcción se presentará a finales de 2007. En 2008, se efectuará una investigación oficial con miras a la obtención del permiso para construir hacia finales de 2008. Si se cumple este calendario, el proceso de construcción puede empezar en serio en 2009, con lo que la producción del primer plasma tendrá lugar en 2016. A esto seguirá una fase de entrada en servicio y funcionamiento, que durará unos 20 años, y una fase de desmantelamiento que durará cinco.

En la vía hacia la energía de fusión

El ITER no es un fin en sí mismo: es el puente hacia una primera central que demostrará la viabilidad de la producción de energía eléctrica en gran escala. El objetivo a largo plazo de la investigación y desarrollo de la fusión es crear prototipos de centrales eléctricas que garanticen la seguridad en su funcionamiento, la compatibilidad con el medio ambiente y la viabilidad económica. La estrategia para alcanzar este objetivo a largo plazo incluye una serie de distintos elementos: ante todo, la construcción de ITER, seguida por un reactor de demostración llamado DEMO.

Paralelamente a la realización del ITER, son necesarios un mayor desarrollo tecnológico y mejoras teóricas para construir un reactor generador de electricidad comercial. El progreso tecnológico resulta especialmente necesario en la calificación para uso nuclear de materiales estructurales de baja activación y alta temperatura que permitan la reutilización de los residuos radiactivos de un reactor de fusión en una escala temporal razonable. Está prevista su ejecución como parte de un “enfoque más amplio”, con varios elementos que incluyen el ITER, para poner la fusión en una vía lo más rápida posible de cara a su desarrollo como fuente de energía.

La etapa DEMO debe demostrar la producción de energía eléctrica en gran escala y la autosuficiencia del combustible de tritio. DEMO debería entrar en funcionamiento entre 30 y 35 años después del inicio de la construcción del ITER. Llevará la fusión a su era industrial y abrirá el camino a las primeras centrales comerciales de energía de fusión.

Mark Westra es Jefe interino de la División de Relaciones Públicas del ITER, Cadarache, Francia.

Correo-e: mark.westra@iter.org.

Para más información sobre el ITER, véase: www.iter.org