

# Electricidad, salud y medio ambiente: El proyecto DECADES

*Actualización de un proyecto entre organismos que sirve de marco para la evaluación comparativa de las opciones y estrategias de generación de electricidad*

por  
Evelyne Bertel

Los efectos de los diferentes sistemas energéticos en el medio ambiente y la salud, incluidos los asociados a la generación de electricidad, se han convertido en problemas nacionales y mundiales importantes. En la actualidad, por ejemplo, los debates se centran en los efectos de la contaminación en la salud, el daño al medio ambiente ocasionado por la acidificación de bosques y lagos, la seguridad de las centrales nucleares y la gestión de desechos radiactivos, y los posibles riesgos de un cambio climático mundial provocado por las crecientes concentraciones en la atmósfera de dióxido de carbono y otros gases de efecto de invernadero.

Todas las cadenas de combustible que intervienen en el sistema de generación de electricidad entrañan algunos riesgos para la salud y producen algunos efectos en el medio ambiente. Este hecho —junto con la necesidad que tienen muchos países de definir sus programas energéticos y eléctricos para los próximos decenios— explica el interés creciente en la aplicación de datos, instrumentos y técnicas más completos para la evaluación comparativa de las diferentes opciones de generación de electricidad, en particular, desde los puntos de vista del medio ambiente y la salud.

A nivel internacional, en las principales reuniones mundiales celebradas durante el decenio de 1990, se hizo hincapié en la necesidad de concebir y aplicar estrategias sostenibles en el sector de la electricidad, como ocurrió en 1991 en el Simposio de Expertos Superiores sobre electricidad y medio ambiente, celebrado en Helsinki; y en 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), que tuvo lugar en Río de Janeiro; y en la 15ª Conferencia del Consejo Mundial de la Energía, celebrada en Madrid. En el Programa 21, adoptado por la CNUMAD, se subraya que las preocupaciones sobre el medio ambiente y el desarrollo deben integrarse al proceso de adopción de decisiones. En el Segundo Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre cambios climáticos (IPCC), preparado en 1993 y 1994, se destaca que deben evaluarse de manera integral las opciones para atenuar los riesgos de un cambio climático mundial, y que deben aplicarse políticas adecuadas para promover las tecnologías

más eficientes a fin de reducir las emisiones de gases causantes del efecto de invernadero.

En el sector eléctrico, el objetivo principal de las estrategias sostenibles es suministrar los servicios energéticos que se requieren para apoyar el crecimiento económico y mejorar la calidad de la vida, especialmente en los países en desarrollo, y a la vez minimizar los efectos de las actividades humanas en la salud y el medio ambiente.

A mediados de 1992, el OIEA y varias otras organizaciones pusieron en marcha un proyecto conjunto entre organismos sobre bases de datos y metodologías para la evaluación comparativa de diferentes fuentes de energía (para la producción de electricidad), conocido como DECADES, cuyo objetivo es aumentar las capacidades para incorporar las cuestiones sanitarias y medioambientales a las evaluaciones comparativas de diferentes cadenas y estrategias para la generación de electricidad en el proceso de planificación y adopción de decisiones en materia de energía.

El proyecto es ejecutado conjuntamente por el OIEA, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF/Banco Mundial), la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP), la Comisión Europea (EC), el Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIAAS), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Otras organizaciones internacionales, entre ellas la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), contribuyen al proyecto dentro de sus esferas de especialización. La Secretaría del Proyecto, integrada por representantes de las cuatro organizaciones con sede en Viena (IIAAS, OIEA, ONUDI y OPEP), coordina las actividades dentro del ámbito y los objetivos definidos por el Comité Directivo Mixto (JSC) del proyecto.

En el presente artículo se examinan los principales elementos del proyecto DECADES y se reseñan algunas actividades seleccionadas y los resultados obtenidos hasta la fecha. También se analizan acontecimientos futuros, incluida la conferencia internacional de octubre de 1995, en la cual se presentarán y examinarán más ampliamente los resultados.

La Sra. Bertel es funcionaria de la Sección de Estudios Económicos y Planificación de la División de Energía Nuclear del OIEA, y oficial del proyecto DECADES.





### Principales elementos de DECADES

El proyecto DECADES aborda solo algunas de las cuestiones que intervienen en las evaluaciones comparativas de las diferentes opciones y estrategias de generación de electricidad. El proyecto aspira principalmente a suministrar amplia información acerca de las diferentes cadenas energéticas para la generación de electricidad —es decir, los combustibles fósiles, la energía nucleoelectrica y las fuentes renovables— y los instrumentos cómodos para el usuario para obtener, manipular y procesar la información clave que se requiere para la planificación y la adopción de decisiones.

La primera fase del proyecto, que se extiende de mediados de 1992 hasta mediados de 1995, se concentra en el desarrollo de bases de datos e instrumentos analíticos para realizar estudios sobre la planificación de sistemas eléctricos y de apoyo a la adopción de decisiones, y su aplicación concreta en estudios de caso nacionales. Al culminar esta primera fase, se espera que las organizaciones participantes consideren la factibilidad de emprender conjuntamente otras actividades en esta esfera, para abordar determinadas cuestiones con mayor amplitud. También se espera que se amplíen los estudios de caso nacionales exploratorios con la finalidad de comprobar y demostrar plenamente el uso de los instrumentos de DECADES en la planificación y la adopción de decisiones en el sector eléctrico.

Los principales componentes del proyecto son:

- el establecimiento de bases de datos, en particular de un inventario de tecnología amplio, que suministren las características de las cadenas energéticas para la generación de electricidad, desde la

extracción del combustible hasta la gestión de los desechos, y que abarquen los aspectos técnicos, económicos, sanitarios y medioambientales;

- el desarrollo de un sistema de información (programas de computadora) para que los usuarios tengan acceso a bases de datos electrónicas, que permitan la recuperación, presentación y manipulación de los datos;
- el desarrollo de un lote de programas de computadora que integre los aspectos técnicos, económicos, medioambientales y sanitarios en el análisis de los sistemas eléctricos y la planificación de la ampliación;
- la compilación y examen de las metodologías, los modelos analíticos y los instrumentos de computadora para la evaluación comparativa, haciendo hincapié en aquellos instrumentos que puedan emplearse en el proceso de planificación y adopción de decisiones en el sector eléctrico;
- la realización de algunos estudios de caso sobre cuestiones nacionales o regionales específicas, con el objetivo primordial de ilustrar la aplicabilidad de las bases de datos y los instrumentos de computadora al proceso de planificación y adopción de decisiones.

**Central nuclear de Cruas en Francia.** (Cortesía: EDF, Henri Cazin)

### Productos DECADES

Los productos desarrollados dentro del marco del proyecto —o sea, instrumentos de computadora, incluidas bases de datos y publicaciones— están destinados a los analistas y los planificadores de la energía en los institutos nacionales, en particular, de los países en desarrollo y las organizaciones interna-



cionales. Sin embargo, también podrán ser utilizados por un público más amplio de personas y grupos interesados en los aspectos técnicos, económicos, sanitarios y medioambientales de las opciones de generación de electricidad. En este sentido, se ha puesto especial énfasis en el diseño de los productos para asegurar la coherencia, correlación y transparencia de los datos y los instrumentos.

Como los productos DECADES son desarrollados y mantenidos por organizaciones internacionales, se distribuirán previa solicitud a organizaciones internacionales no lucrativas y a institutos nacionales. Se organizarán cursos prácticos y seminarios para propiciar el intercambio de información y experiencia entre los usuarios y entre éstos y los creadores de las bases de datos y los instrumentos de computadora.

Se prevé que estos productos serán particularmente útiles para la planificación y ejecución de estrategias de ampliación de sistemas eléctricos en los países en desarrollo. Estos países, donde se están registrando las tasas más elevadas de crecimiento de la demanda de electricidad y un rápido incremento de los problemas medioambientales, necesitan contar con información fiable e instrumentos de fácil empleo para formular y poner en práctica estrategias económicamente competitivas y ecológicamente racionales para el suministro de electricidad. Los datos genéricos que proporciona el proyecto DECADES, así como la estructura de computadora para acopiar, almacenar y procesar datos nacionales específicos, serán útiles en el proceso de crear un marco para la planificación de la electricidad de un país determinado. Las metodologías que se estudiarán y demostrarán también podrían servir de base para enfoques amplios y coherentes que podrían adaptarse a cada contexto nacional específico.

En el caso de las organizaciones internacionales, los productos pueden ser instrumentos útiles, por cuanto reflejan un amplio consenso acerca de los datos de referencia y los enfoques metodológicos que podrían usarse para el análisis y los estudios en distintos países y regiones. Los instrumentos podrían utilizarse dentro del marco de sus programas de asistencia técnica a los países en desarrollo.

La transparencia y la comodidad para el usuario de los productos DECADES son aspectos esenciales de su diseño. Estas características deben facilitar su uso por los analistas y ejecutivos de categoría superior de los sistemas energéticos y eléctricos y por un público más amplio menos familiarizado con las cuestiones técnicas. A este respecto, la difusión de las bases de datos y los informes tienen el propósito de lograr una mejor comprensión de las repercusiones que puedan tener las opciones y las políticas de generación de electricidad.

Los productos desarrollados hasta abril de 1995 ya distribuidos a varios usuarios seleccionados son:

- un sistema de gestión de la base de datos (DBMS), que se distribuye en formato electrónico para usar en computadoras personales (PC), junto con un manual para el usuario. El lote comprende: una base de datos de referencia tecnológica (RTDB) que contiene información sobre diferentes cadenas energéticas para la generación de electricidad, incluidos sus parámetros técnicos y económicos, emisiones y otros residuos en cada

nivel de cadenas; una estructura de computadora para crear una base de datos específica por usuario y país; una interfaz gráfica de usuario para obtener, presentar y manipular la información contenida en las bases de datos;

- un lote de programas de computadora (DECPAC Fase I) para la planificación de sistemas eléctricos, que se suministra como código ejecutable con un manual para el usuario. El lote se usa en computadoras personales e incluye las bases de datos auxiliares desarrolladas dentro del marco del proyecto, por ejemplo, la RTDB y las bases de datos por país (CSDB) cuando hayan sido establecidas por grupos científicos nacionales;
- un documento sobre instrumentos de computadora para la evaluación comparativa de las opciones y estrategias de generación de electricidad. Proporciona información sobre instrumentos de computadora seleccionados para computadoras personales ya disponibles o que lo estarán en un futuro cercano;
- informes provisionales sobre estudios de caso en ejecución para evaluar y comparar estrategias alternativas en el sector eléctrico, teniendo en cuenta sus aspectos técnicos, económicos, sanitarios y medioambientales. En los estudios se explica el uso, en el proceso de planificación y adopción de decisiones, de las bases de datos y los instrumentos de computadora desarrollados y estudiados en el marco del proyecto DECADES.

### Bases de datos DECADES

Las bases de datos del proyecto DECADES no sólo abarcan las tecnologías disponibles actualmente, sino también otras tecnologías avanzadas que se prevé que estarán comercialmente disponibles en los próximos dos o tres decenios. Están concebidas para computadoras personales y cuentan con un sistema de gestión de bases de datos.

**Bases de datos de referencia tecnológica.** Las bases de datos con inventario tecnológico contienen información sobre todos los niveles de diferentes cadenas energéticas, o sea, combustibles fósiles, energía nucleoelectrónica y fuentes renovables de energía, para la producción de electricidad. Además se incluyen datos sobre las características de los combustibles y las tecnologías para la reducción de la contaminación. La primera fase del proyecto no abarca la transmisión y el uso final de la electricidad, pero la estructura y el sistema de gestión de la base de datos son suficientemente flexibles para permitir la incorporación de estos niveles en una etapa posterior.

**Bases de datos por país (CSDB).** Las bases de datos por país están siendo elaboradas por institutos nacionales, principalmente en virtud de contratos de investigaciones o técnicos con el OIEA. Los datos sobre las tecnologías de generación de electricidad de un país o región determinados son acopiados por grupos de expertos nacionales y almacenados en una estructura de computadora idéntica a la de la RTDB. El OIEA proporciona apoyo técnico y orientación sobre el uso de los DBMS para crear bases de datos por país. Además, la información que contiene la



RTDB puede usarse para complementar y comprobar la coherencia de los datos existentes en el país.

**Base de datos sobre proveedores.** Como parte del inventario tecnológico DECADES para los usuarios sería muy útil la información general que ofrecen los fabricantes sobre las instalaciones más modernas de la cadena para la generación de electricidad. Reconociendo esta necesidad, el JSC recomendó crear una base de datos ampliada por proveedor que proporcione información cuantitativa y cualitativa sobre el equipo y los servicios comerciales que suministran los proveedores. Su creación se considerará durante la segunda fase del proyecto DECADES.

**Base de datos de toxicología.** Para evaluar los efectos que las emisiones provocan en la salud, es preciso contar con datos sobre los perfiles toxicológicos de los contaminantes liberados en los diferentes niveles de las cadenas energéticas para la generación de electricidad. Aunque la primera fase del proyecto no abordará ampliamente las cuestiones relacionadas con la evaluación de los efectos sobre la salud, el JSC recomendó reunir y estructurar en una etapa temprana del proyecto los datos que se necesitarán para este fin. El prototipo de la base de datos de toxicología (TOXDB) se fundamenta en gran medida en la creada por el PNUMA y la OMS, y comprende la mayoría de los productos químicos que se emiten a todos los niveles de las cadenas energéticas de generación de electricidad. Se ha reunido información sobre la toxicidad de los productos radioquímicos para complementar los datos ya existentes y para incluir las relaciones dosis-efecto de todos los contaminantes importantes. La TOXDB también contendrá información textual relacionada con los perfiles toxicológicos, así como las normas y los reglamentos de diferentes países para los límites de las emisiones.

**Base de datos sobre la salud y el medio ambiente.** También se creará una base de datos sobre las Repercusiones en la salud y el medio ambiente de los sistemas energéticos para la generación de electricidad (HEIES), que se usará para almacenar los resultados de estudios y mediciones seleccionados sobre los efectos en la salud y el medio ambiente de los diferentes sistemas e instalaciones de las cadenas de generación de electricidad.

### Instrumentos analíticos

Aunque existen o se están desarrollando varios modelos, metodologías e instrumentos para la evaluación comparativa de las opciones y estrategias de suministro de electricidad/energía, ningún modelo, metodología ni instrumento individual incorpora todos los elementos que son necesarios para realizar un enfoque amplio. Por tanto, los posibles usuarios necesitan información sobre los diversos enfoques y sobre sus posibilidades y limitaciones. En el marco del proyecto DECADES, se llevó a cabo un examen de las metodologías y los modelos para hacer la evaluación comparativa de los instrumentos analíticos en computadoras personales, disponibles a bajo costo o gratuitamente. Se ha preparado un documento detallado en el que se catalogan los instrumentos

### Productos y documentos de computadora del proyecto DECADES

*Los documentos terminados, en preparación y planificados en el marco del proyecto DECADES son:*

- Proyecto DECADES — Bosquejo y reseña general
- Instrumentos de computadora para la evaluación comparativa de la generación de electricidad: opciones y estrategias
- Bases de datos DECADES: Reseña y descripción generales (en preparación)
- Base de datos de referencia tecnológica (RTDB) Vol. 1: Reseña y descripción generales (documento de trabajo)
- Base de datos de referencia tecnológica (RTDB) Vol. 2: Manual para el usuario (en preparación)
- Base de datos de referencia tecnológica (RTDB) Vol. 3: Descripción de la estructura de computadora y del Sistema de gestión de datos (documento de trabajo destinado a expertos en gestión de datos)
- Lote de programas DECADES (DECPAC) Vol. 1: Reseña y descripción generales del diseño y las funciones de los programas
- Lote de programas DECADES (DECPAC) Vol. 2: Manual para el usuario
- Estudios de caso sobre la evaluación comparativa de las opciones de generación de electricidad: Vol. 1: Resumen ejecutivo (documento de trabajo)
- Estudios de caso sobre la evaluación comparativa de las opciones de generación de electricidad: Vol. 2: Informes detallados sobre estudios por país (documento de trabajo)
- Libro de referencia sobre la incorporación de aspectos económicos, sociales, sanitarios y medioambientales a la adopción de políticas para el sector energético (en preparación)
- Electricidad, salud y medio ambiente: evaluación comparativa en apoyo de la adopción de decisiones. Actas de un simposio que se celebrará en octubre de 1995 (publicación ulterior por el OIEA)

#### *Bases de datos electrónicas y soporte lógico:*

- Base de datos de referencia tecnológica y sistema de gestión de las bases de datos (publicada)
- Lote de programas DECADES (DECPAC) Fase 1 (publicado)
- Base de datos de toxicología (en preparación)
- Base de datos sobre las repercusiones en la salud y el medio ambiente de los sistemas energéticos de generación de electricidad (en preparación)

disponibles. Además, un grupo de expertos internacionales del OIEA y el Banco Mundial está preparando un libro de referencia que se centra en la incorporación de aspectos económicos, sociales, sanitarios y medioambientales a la adopción de decisiones del sector eléctrico.

Dentro del proyecto DECADES se elaboró un soporte lógico (software) que constituye un instrumento integrado para la evaluación comparativa de las opciones y estrategias eléctricas en la planificación de la ampliación de sistemas. El lote de programas (DECPAC Fase 1), aplicado en la primera fase del proyecto, sirve de instrumento de selección para la evaluación y selección preliminares de opciones que podrían investigarse ulteriormente. Consta, además, de módulos de análisis para sistemas eléctricos, el suministro de energía primaria y el medio ambiente, derivados de enfoques metodológicos y códigos de computadora desarrollados por el OIEA en colaboración con el Argonne National Laboratory de los Estados Unidos de América. Entre ellos se cuentan el modelo del Lote de programas Wien para la planificación de sistemas automática (WASP) y el lote de



Programas de evaluación eléctrica y energética (ENPEP).

### Estudios de caso

En el marco de DECADES, el alcance y el objetivo de los estudios de caso fueron definidos por grupos científicos nacionales, que se están centrando en cuestiones concretas que deben ser abordadas por los analistas y los planificadores para apoyar el proceso de adopción de decisiones.

El OIEA ha creado dos programas coordinados de investigación (PCI), que proporcionan un marco de organización y apoyo a los institutos nacionales de los Estados Miembros que desean realizar estudios de caso en sus respectivos países. Otros estudios son apoyados por el OIEA por medio de otros mecanismos, mientras que algunos son llevados a cabo por otras organizaciones que participan en el proyecto DECADES, por ejemplo, la CESPAP, el BIRF y la ONUDI. Estos estudios también serán una aportación al conjunto general de estudios de caso del proyecto DECADES.

Los dos PCI fueron puestos en marcha durante los dos últimos años. El primero, iniciado en diciembre de 1993, se centra en estudios de caso que evalúan y comparan el posible papel de la energía nucleoelectrica y otras opciones en la reducción de las emisiones y los residuos procedentes de la generación de electricidad. Se han suscrito contratos y acuerdos de investigación con 19 Estados Miembros. El segundo PCI, iniciado en abril de 1994, está orientado hacia los riesgos comparativos sanitarios y medioambientales de los sistemas nucleoelectricos y otros sistemas energéticos. En estas investigaciones participan once grupos de especialistas. Los grupos nacionales prepararán informes sobre cada estudio de caso, que serán publicados en la Colección de Documentos del Proyecto DECADES.

### Acontecimientos importantes y direcciones futuras

En octubre de 1995, el OIEA y sus asociados del proyecto DECADES convocarán el Simposio Internacional sobre electricidad, salud y medio ambiente: Evaluación comparativa en apoyo de la adopción de decisiones. Esta reunión marca un hito importante en el proyecto DECADES. En las reuniones técnicas y de grupos de expertos sobre diversos temas se examinarán los resultados del proyecto DECADES, y de otros estudios internacionales y nacionales. También se harán demostraciones con los instrumentos de computadora que están a disposición de los dirigentes para llevar a cabo estudios de evaluación comparativa. Por consiguiente, el simposio promete proporcionar una base valiosa de información integral sobre cuestiones relacionadas con la evaluación de las opciones eléctricas.

Hasta el momento, los resultados obtenidos en el proyecto DECADES son alentadores. Muchos expertos, en particular de los países en desarrollo, se han interesado en el proyecto. Más de 15 institutos nacionales ya están usando la estructura de computadora RTDB. Además, muchos de estos mismos

países han solicitado adiestramiento en el uso del DECPAC.

En los planes de trabajo de 1995 se hace hincapié en el mantenimiento, mejoramiento y difusión de los productos e instrumentos DECADES. El trabajo incluye un examen sistemático por expertos de los datos que contiene la RTDB y la preparación de una información numérica, en textos y gráfica más amplia. Asimismo, se están organizando más cursos prácticos para ayudar a los grupos de expertos nacionales a crear bases de datos por países. También se trabaja en el diseño definitivo y la aplicación de las bases de datos que contienen información toxicológica, sanitaria y medioambiental, y en el perfeccionamiento ulterior del soporte lógico de DECADES para la planificación de sistemas eléctricos, DECPAC.

La mayoría de las tareas del proyecto DECADES giran en torno a programas que ejecutan las organizaciones que participan en el proyecto. A este respecto, en los próximos años, el OIEA tiene previsto seguir haciendo hincapié en las actividades relacionadas con DECADES mediante su programa para la evaluación comparativa de la energía nucleoelectrica y otras opciones. Son componentes importantes del programa los proyectos de cooperación técnica nacionales y regionales destinados a ayudar a los países en la aplicación de instrumentos y modelos de computadora para analizar sus necesidades de electricidad y evaluar con eficacia los riesgos y los beneficios de tecnologías específicas.