

a los gastos de instalación y de explotación correspondientes a las distintas capacidades posibles de las plantas de reelaboración, así como los correspondientes a los gastos de instalación y de explotación de las instalaciones de almacenamiento provisional. El modelo de optimización determina seguidamente la estrategia que entraña el costo más bajo para el almacenamiento y la reelaboración del combustible agotado, habida cuenta de la compensación que supone el valor del uranio y plutonio recuperados.

El método de optimización actualmente empleado es del tipo de "programación dinámica regresiva". Este método ofrece la posibilidad de seleccionar el calendario óptimo de ampliación de una planta de reelaboración a lo largo del período de tiempo proyectado, examinando un número finito de situaciones factibles, o "estados" que pueden plantearse en cada año del período considerado. Un "estado" del sistema se caracteriza por una capacidad discreta de reelaboración y por una cantidad discreta de combustible agotado almacenado como reserva. El método de programación dinámica determina aquel calendario de la capacidad de reelaboración y aquellos niveles de la reserva almacenada que conducen a los costos más bajos.

## CONCLUSIONES

Los modelos de optimización y de simulación pueden utilizarse ventajosamente en forma iterativa para efectuar un análisis detallado de las distintas estrategias en la gestión del combustible agotado. El modelo de programación dinámica permite determinar el calendario de reelaboración que ofrece el costo aproximadamente más bajo, si bien no proporciona detalles completos sobre todas las partidas de gastos o elementos del costo. El calendario así obtenido puede utilizarse como información de entrada para el modelo de simulación, el cual efectuará un análisis más detallado de las diferentes etapas de la gestión del combustible agotado. El modelo de simulación puede servir también para intentar una optimización mayor aún de los costos mediante el examen de cuestiones de detalle que no pueden incluirse en la programación dinámica. De esta forma, la combinación de las posibilidades que ofrecen ambos modelos deben poder permitir a un planificado del ciclo del combustible analizar una amplia gama de posibles estrategias en la gestión del combustible agotado.

# Códigos y guías de seguridad para su aplicación a centrales nucleares

por Enzo Iansiti\*

Los códigos prácticos y guías de seguridad que prepara para su publicación el Organismo Internacional de Energía Atómica versan sobre cinco temas principales: organizaciones nacionales, emplazamiento, diseño, explotación y garantía de calidad. En cada una de esas esferas, un secretario científico está encargado de la redacción inicial de los textos, que cinco Comités de Revisión Técnica, integrados por 10 o 12 expertos de distintos Estados Miembros, examinan en distintas etapas. Un Grupo Asesor Superior supervisa todo el programa y examina finalmente cada documento. La coordinación del programa con otras secciones del OIEA y con otras organizaciones internacionales corre a cargo de un funcionario científico.

El Sr. Iansiti es miembro de la Sección de Seguridad Nuclear, División de Seguridad Nuclear y Protección del Medio Ambiente.

### Cuadro 1: Calendario para la preparación de cada documento

Meses a partir del comienzo de las operaciones	Se acopian informaciones sobre el tema
5	Se ordenan las informaciones recogidas y se presenta un informe sobre el particular al Grupo Asesor Superior
7	El Grupo de trabajo prepara un anteproyecto
10	El Comité de Revisión Técnica examina el anteproyecto Se traduce el documento
14	El Grupo Asesor Superior examina el proyecto
18	Se envía el proyecto a los Estados Miembros
20	Se reúne el Comité de Revisión Técnica para incorporar las observaciones de los Estados Miembros en el proyecto
22	El Grupo Asesor Superior efectúa la revisión definitiva del proyecto Se traduce el texto revisado
25	Se publica el documento

Para preparar un documento (Cuadro 1), después de recogerse informaciones sobre las prácticas seguidas por los Estados Miembros, se reúne un grupo de expertos para redactar un proyecto preliminar basado en dichas informaciones, proyecto que es a continuación examinado por el Comité de Revisión Técnica al que corresponde el tema. El texto, una vez traducido a varios idiomas, es examinado por el Grupo Asesor Superior y enviado a los Estados Miembros para que formulen sus observaciones. Después de recibidas éstas, se reúnen de nuevo sucesivamente el Comité de Revisión Técnica y el Grupo Asesor Superior para proceder al examen definitivo del documento.

En la actualidad se encuentran en distintas etapas de su redacción unos 25 proyectos, enumerados en el Cuadro 2. La preparación de un documento en su forma definitiva necesita unos dos años. Este programa se inició en 1975, y hasta la fecha la mayoría de los códigos y varias guías de seguridad se han enviado ya a los Estados Miembros para que formulen observaciones. Todos esos documentos quedarán completados a principios de 1977.

Los Grupos Asesores Superiores y los Comités de Revisión Técnica celebran por término medio cuatro reuniones anuales, de una semana de duración cada una. Hasta ahora esas reuniones se han ocupado, sobre todo, de la redacción de nuevos documentos o de las etapas previas al envío de los proyectos a los Estados Miembros para recibir sus comentarios. En las próximas reuniones se realizarán las revisiones necesarias para incorporar las observaciones formuladas por los Estados Miembros.

Conviene señalar algunas características de este programa:

1. La preparación de los textos sobre cada uno de los temas exige el acopio de gran volumen de información. Dicha información incluye no solo datos ya publicados sino también las respuestas de los expertos de diferentes Estados Miembros a los cuestionarios preparados por el Organismo. Además, el OIEA tiene en cuenta para la preparación de cada proyecto de documento otros textos inéditos que recibe.
2. Los proyectos se redactan por grupos internacionales de expertos y son revisados por especialistas de más de diez países. A continuación se pide a los Estados Miembros que presenten sus observaciones. Mediante este procedimiento de elaboración de los textos se busca que su redacción definitiva refleje totalmente las prácticas seguidas por los Estados Miembros.

3. Los documentos así preparados contienen material original altamente técnico. Los análisis críticos realizados por los Grupos Asesores Superiores, los Comités de Revisión Técnica y los Estados Miembros garantizan un texto definitivo completo y de alta calidad.

La labor realizada por los expertos de los Estados Miembros en la Sede del Organismo asciende anualmente a unas 150 semanas-hombre. Además, los expertos realizan en sus propios países numerosos trabajos. El intercambio de informaciones sobre temas concretos así conseguido ha servido para aumentar considerablemente el conocimiento mutuo de las medidas de seguridad aplicadas en diferentes Estados Miembros; los códigos prácticos y las guías de seguridad que resulten de tales labores constituirán normas internacionalmente aceptadas para la explotación sin riesgos de las centrales nucleares.

## **Cuadro 2.**

---

### **ORGANIZACIONES NACIONALES**

(Textos ya preparados)

#### **Código de seguridad**

Organizaciones nacionales para la reglamentación de las centrales nucleares

#### **Guías de seguridad**

- SG—G1 Cualificaciones y capacitación del personal del órgano reglamentador
- SG—G2 Información que ha de presentarse en apoyo de las solicitudes de licencia
- SG—G3 Directrices para el examen y evaluación de las solicitudes de licencia por parte del órgano reglamentador
- SG—G4 Funciones de inspección y vigilancia del cumplimiento de las normas que corresponden al órgano reglamentador

(Textos en preparación)

#### **Guías de seguridad**

- SG—G6 Medidas en previsión de casos de emergencia a adoptar dentro y fuera del emplazamiento
- SG—G7 Establecimiento y mantenimiento de un programa de información pública por parte del órgano reglamentador
- SG—G8 Preparación de licencias para centrales nucleares (forma, contenido, condiciones)

---

### **DISEÑO**

(Textos ya preparados)

#### **Código de seguridad**

Diseño de centrales nucleares

#### **Guías de seguridad**

- SG—D1 Funciones de seguridad y clasificación de componentes en el caso de los reactores de agua en ebullición, los de agua a presión y los de tubos de presión
- SG—D2 Protección contra incendios en centrales nucleares
- SG—SD3 Sistemas de protección en centrales nucleares
- SG—SD4 Protección contra objetos violentamente proyectados y sus efectos secundarios

(Textos en preparación)

#### **Guías de seguridad**

- SG—SD6 Sumidero final de calor
- SG—D7 Sistemas eléctricos de emergencia
- SG—D8 Instrumentación y control
- SG—D9 La protección radiológica en el diseño

---

## **EMPLAZAMIENTO**

(Textos ya preparados)

### **Código de seguridad**

Emplazamiento de centrales nucleares

### **Guías de seguridad**

- SG-S1 Los terremotos y cuestiones conexas en el emplazamiento de centrales nucleares
  - SG-S3a La meteorología en el emplazamiento de centrales nucleares
    - A. Climatología, difusión y transporte
  - SG-S3a La meteorología en el emplazamiento de centrales nucleares
    - B. Condiciones meteorológicas extremas
  - SG-S4 La distribución de la población alrededor de los emplazamientos de centrales nucleares
  - SG-S5 Sucesos imputables al hombre relacionados con el emplazamiento de centrales nucleares
- 

## **GARANTIA DE CALIDAD**

(Textos ya preparados)

### **Código de seguridad**

Normas de garantía de calidad para centrales nucleares

### **Guías de seguridad**

- SG-QA1 Programa de garantía de calidad para centrales nucleares
- SG-QA2 Sistema de documentación sobre garantía de calidad
- SG-QA3 La garantía de calidad en la adquisición de equipo y servicios para centrales nucleares

(Textos en preparación)

### **Guías de seguridad**

- SG-QA4 La garantía de calidad en la construcción de centrales nucleares
  - SG-QA5 La garantía de calidad en la explotación de centrales nucleares
  - SG-QA8 La garantía de calidad en la fabricación de equipo de centrales nucleares
  - SG-QA10 Auditoría de garantía de calidad para centrales nucleares
- 

## **EXPLOTACION**

(Textos ya preparados)

### **Código de seguridad**

Explotación de centrales nucleares

### **Guías de seguridad**

- SG-01 Plantilla, contratación, capacitación y autorización del personal de explotación
- SG-02 Inspección durante el servicio
- SG-03 Límites y condiciones operacionales
- SG-04 Procedimientos de puesta en servicio

(Textos en preparación)

### **Guías de seguridad**

- SG-05 Aspectos operacionales de la protección radiológica
  - SG-06 Medidas de la entidad explotadora para casos de emergencia
  - SG-07 Mantenimiento de centrales nucleares
-