

PAPEL DEL EXPLOTADOR EN LA GESTION DE LA SEGURIDAD NUCLEAR

J. PALOMO

ANTECEDENTES

Recuerdo que hace casi treinta años, como becario post-graduado, aprendía sobre ingeniería nuclear en el curso del Instituto de Estudios Nucleares de la antigua Junta de Energía Nuclear (JEN), con profesores de primera magnitud, colaboradores e investigadores de la JEN. Se nos enseñaba que desde las etapas iniciales del proyecto de una central nuclear, la Seguridad Nuclear se incorporaba como un conjunto "técnico-normativo" de sistemas, procedimientos, análisis, estudios y ensayos, a lo largo de todas las fases del diseño, construcción, puesta en marcha y posteriormente durante la operación comercial de la central. El objetivo fundamentalmente es el de garantizar el funcionamiento en condiciones de seguridad de la central, esto es, sin riesgos indebidos para la población en general y los propios trabajadores de la central, bajo cualquier condición de operación normal o anormal de la misma.

Ya en aquellos tiempos el profesor A. Alonso, tras haber participado en el curso sobre "Análisis de Riesgos Nucleares" en la Escuela de Tecnología Nuclear del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (USA) a través del programa de "Átomos para la Paz", nos explicaba con claridad los conceptos de daño-riesgo-seguridad en el contexto nuclear.

En realidad, eran los primeros pasos para intentar evaluar de forma cuantitativa la probabilidad de ocurrencia de potenciales accidentes y el nivel de riesgos asociado, utilizando metodología probabilista y análisis de consecuencias. Este nuevo enfoque había sido propuesto y fuertemente apoyado por el profesor R. Farmer en Inglaterra, hacia finales de los

años 60, como una metodología más racional y refinada de realizar los análisis de seguridad, ante las limitaciones que presentaba el concepto determinista de "Máximo Accidente Creíble". Este concepto había sido desarrollado en los años 60, en base a la publicación del documento WASH-740 "An analysis of the consequences of a major accident at a nuclear power plant" (1957) que presentaba unos escenarios de forma extremadamente conservadora, debido a los resultados desorbitadamente pesimistas considerados por la muy improbable secuencia de sucesos y consecuencias establecidas en el informe⁽¹⁾.

El devenir de los años, con los conocimientos y resultados obtenidos de la importante labor investigadora realizada en el campo de la seguridad nuclear, nos ha enseñado que ni los análisis de tipo mecanicista e ingenieriles son la única herramienta válida ni los análisis probabilistas constituyen la panacea integral para medir la seguridad. Ambos métodos presentan ventajas y desventajas y es necesario utilizarlos conjuntamente de forma nivelada, complementaria y con sabiduría para la toma correcta de decisiones.

También recuerdo como en mi peregrinaje por el campo de la seguridad nuclear, al que le he dedicado, creo que con entusiasmo, casi toda mi vida profesional, lo más importante que he recogido ha sido el tener que trabajar con una actitud de continuo aprendizaje, de atención y mejora permanente. La seguridad de una central nuclear es tan compleja que requiere del esfuerzo de todos, comenzando por el propio equipo de dirección, que debe de dar ejemplo de calidad en su gestión y políticas bien fundadas de actuación, y terminando por el último tra-

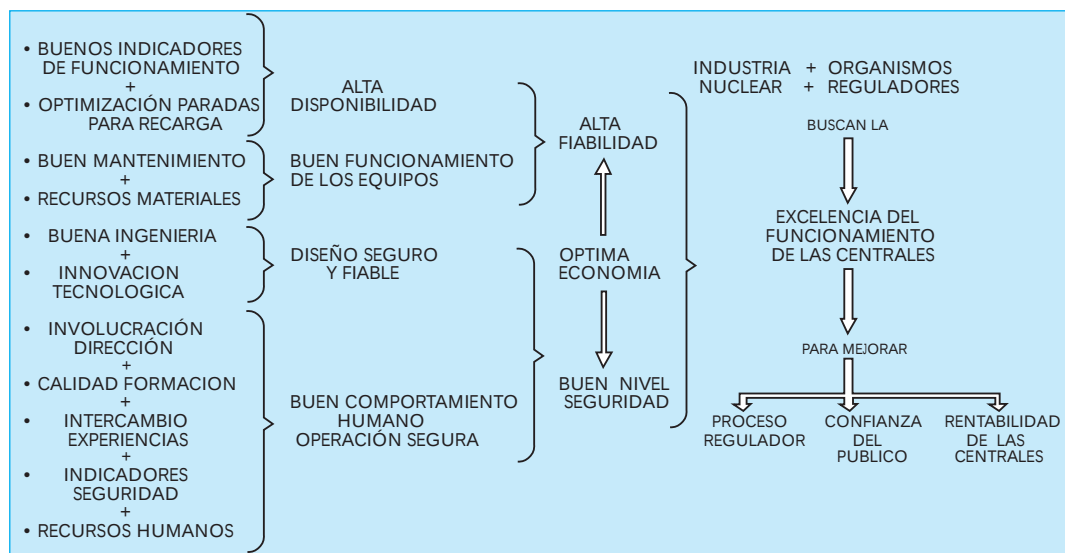
bajador de la central que debe comprender la significación de su trabajo y realizarlo día a día con profesionalidad.

He aprendido que el equipo humano en su comportamiento conforma el pilar más importante de nuestras centrales nucleares. Todos los especialistas en sociología, psicología y ciencias empresariales ya lo ponen continuamente de manifiesto, pero es en estas grandes instalaciones, en las que debe prevalecer la máxima seguridad, en donde el equipo humano se manifiesta de forma sobresaliente para la consecución de buenos resultados.

A mi modesto entender, he podido presenciar asimismo en el transcurso de las tres décadas 70's-80's-90's una evolución positiva en la forma de aplicar el claro concepto de la seguridad nuclear y sus principios de actuación, tanto por parte de los reguladores como de los explotadores.

Así, en los años 70 se concedía, por un lado, una primordial atención a los elementos de la garantía de calidad, depositándose una confianza, a mi juicio a veces desmedida, en los departamentos de garantía de calidad establecidos por normativa. Por otro lado, se desarrollaba un cuerpo normativo que daba pie a una "seguridad técnica" en un ambiente altamente prescriptivo.

Sin embargo, en esta década se implantaron unas bases sólidas: se desarrollaron guías reguladoras para obtener un buen diseño, se elaboraron procedimientos de ingeniería y operación requiriéndose su estricto cumplimiento, se establecieron líneas jerárquicas bien definidas, claras responsabilidades, sólidos programas de formación, inspecciones y auditorías periódicas de las actividades y procesos importantes, y se



CUADRO I: Energía Nuclear: Opción Viable

realizaron serios y completos procesos de evaluación acompañados de políticas de apoyo a la calidad y solución rápida de los problemas encontrados.

En los años 80, tras el accidente de TMI-2, las lecciones aprendidas condujeron a la necesaria consideración de temas adicionales⁽²⁾, al quedar de manifiesto en la explotación de las plantas nucleares que las operaciones son realmente complejas y fuertemente acopladas. Por tanto, además de poder mejorar en el campo del diseño, era preciso tener muy en cuenta al factor humano en su integración con la máquina. Los temas tales como medios de apoyo a los operadores, realimentación de la experiencia operativa, nuevos métodos de formación, análisis probabilistas de seguridad, técnicas ALARA, cultura de la organización y del equipo de dirección, etc., fueron fuertemente impulsados en un ambiente de prevención y reducción de errores humanos. Se creó el Instituto de Operadores Nucleares en USA (INPO) y se establecieron indicadores para vigilar la explotación en las plantas. El accidente de Chernobyl-4, como es sabido de todos, no constituyó una referencia de la que extraer lecciones aprendidas en las centrales occidentales debido a sus diferencias tanto en el diseño como en los criterios de seguridad operacional con los entonces establecidos en la antigua URSS.

No obstante, la creación por el Organismo Internacional de Energía Atómica del grupo de expertos denominado INSAG, aportó el concepto de "cultura de seguridad" y su desarrollo posterior, al que la comunidad nuclear internacional le está prestando una atención primordial⁽³⁾.

En esta década de los 90, hemos podido constatar que, además de los elementos básicos de garantía de calidad y de "seguridad técnica" de los 70, y de los resultados de las lecciones aprendidas de accidentes e incidentes significa-

tivos incorporados en los 80, hay que de nuevo humildemente reconsiderar el componente humano en sus actitudes y comportamientos, tanto a nivel de organización y de dirección como individual, y establecer políticas de auto-evaluación, autocritica y "cultura de seguridad". Es necesario fortalecer de forma continua las áreas relacionadas con la formación, conocimiento y competencia, con actitudes rigurosas y prudentes así como con la motivación, supervisión y auto-crítica, en una atmósfera de permanente aprendizaje, tomando crédito de la experiencia basada en la explotación y considerando la significación según el riesgo de los temas.

En todo este proceso evolutivo han permanecido, permanecen y permanecerán inamovibles tanto los principios de seguridad como los elementos de aplicación del concepto de "defensa-en-profundidad", que conforman la bien conocida "matriz de seguridad". Son los sistemas y procedimientos que los desarrollan y el propio cuerpo de normativa el que se va adaptando y mejorando según la experiencia adquirida aconseja.

INTRODUCCIÓN: OPCIÓN NUCLEAR VIABLE

Desde el momento en que un Compañía Eléctrica decide llevar a cabo un proyecto de una central nuclear, tiene bien presente que los cuatro requisitos más importantes que debe mantener "in mente", a lo largo de la realización del proyecto y durante la posterior operación de la central, son la seguridad, la fiabilidad, la disponibilidad y la economía, con el objetivo fundamental de conseguir una central que sea operacionalmente segura, con componentes fiables y sistemas que puedan ser operados con seguridad y flexibilidad y, por supuesto, económicamente rentable.

Igualmente, toda Compañía Eléctrica

con generación de origen nuclear reconoce que un proceso de mejora continua es conveniente para a su vez mejorar el nivel de seguridad y competitividad de sus centrales nucleares. Por tanto, las organizaciones nucleares deben de hacer frente a los retos existentes, de la mejor forma posible, satisfaciendo los requisitos de seguridad y protección radiológica vigentes y rentabilizando la inversión realizada. El crecimiento y renovación de la normativa

aplicable y el análisis de la experiencia operativa hacen que el proceso de mejora sea llevado a cabo de manera continua, llegando a ser parte no solo de la propia estrategia, sino del trabajo diario en las instalaciones.

La experiencia ha demostrado que focalizar la atención en un único aspecto no es efectivo, se necesita un programa de mejora "global" para llegar más allá de lo comúnmente aceptado como un adecuado nivel de resultados. Por otra parte, como es sabido, el escenario sobre la aceptación y uso pacífico de esta fuente de energía está condicionado a la obtención de buenos resultados y solución del tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos.

Los Organismos Reguladores y la Industria Nuclear están continuamente trabajando para que la operación de las centrales nucleares se realice en condiciones de buen nivel de seguridad y fiabilidad. Como consecuencia de este importante proceso y de la responsabilidad de las Compañías Eléctricas propietarias para operar y mantener las centrales en óptimas condiciones, va surgiendo un mejor ambiente regulador, una posible mayor aceptación social y una producción nuclear económicamente competitiva. En este sentido el buen comportamiento año tras año de las centrales nucleares españolas, medido por los indicadores de funcionamiento internacionalmente aceptados, mantiene la opción nuclear viable a través de los buenos niveles de seguridad y alta fiabilidad alcanzados y de los programas de optimización de los costes de operación y mantenimiento e inversiones realizadas.

Un buen nivel de seguridad va acompañado, por un lado, de un diseño de las centrales técnicamente fundado y con medidas de "defensa-en-profundidad", y, en el lado de la "cultura", por una operación segura y un buen comportamiento

FUNCIONES DE SEGURIDAD

- 1.- Control de la reactividad del núcleo del reactor.
- 2.- Control del inventario del refrigerante del reactor.
- 3.- Control de presión del circuito primario.
- 4.- Extracción del calor residual del núcleo.
- 5.- Extracción del calor del refrigerante primario.
- 6.- Aislamiento de contención primaria
- 7.- Control de la presión y temperatura de la contención primaria.
- 8.- Control de gases combustibles.
- 9.- Mantenimiento de los sistemas auxiliares vitales.
- 10.-Control de la liberación de radiactividad al exterior.

PROPÓSITO

- Parar el reactor para reducir la producción de calor.
- Mantener la refrigeración del núcleo.
- Mantener el refrigerante dentro del circuito.
- Transferencia del calor del núcleo al refrigerante.
- Transferencia del calor del refrigerante al Sumidero final.
- Confinamiento de los productos radiactivos dentro de la contención.
- Evitar daño a la contención y equipo dentro de ella.
- Extracción y redistribución del hidrógeno para prevenir combustiones y explosiones dentro de la contención primaria.
- Asegurar la operabilidad de los sistemas soporte de los sistemas de seguridad.
- Contención de la radiactividad almacenada dentro de la central para proteger al público.

CUADRO II: *Funciones de Seguridad*

en las actuaciones humanas. Mientras que, la alta fiabilidad se consigue por una alta disponibilidad de la planta y un buen comportamiento de sus sistemas, equipos y componentes.

La disponibilidad implica el seguimiento y control de los indicadores de funcionamiento y la optimización de las paradas para recarga. Por otro lado, el buen comportamiento de los equipos se centra en un buen mantenimiento e ingeniería de materiales. (Ver cuadro I).

Los niveles de seguridad y fiabilidad engloban los aspectos técnicos y culturales a los que debemos prestar atención, conjuntamente con la optimización de costes, para conseguir las más altas cotas de calidad, eficacia e innovación tecnológica en la búsqueda de la excelencia en la explotación.

No podemos olvidar que para la consecución del desarrollo de una opción de generación eléctrica de origen nuclear viable, debemos dar también una solución factible a la gestión y almacenamiento de los residuos radiactivos, tal y como está siendo realizada y programada por ENRESA a nivel nacional.

Adicionalmente, es necesario subrayar que los incidentes y operaciones anormales que acontezcan en las centrales deben mantenerse en número reducido y su severidad en un nivel 2 ó inferior a la Escala Internacional de Sucesos Nucleares, desarrollada por el Organismo Internacional de Energía Atómica⁽⁴⁾, a fin de demostrar la eficacia de las medidas de prevención y control de sucesos, como medida garante de la protección del personal de las centrales, del público en general y del medio ambiente.

NORMATIVA Y REQUISITOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN

La sociedad requiere que las centrales nucleares sean diseñadas y operadas con seguridad. A tal fin, en los países más desarrollados se han establecido "pirámides normativas" en las que se parte de las propias leyes aplicables a la energía nuclear, se incluyen los decretos o reglamentos que desarrollan la ley, órdenes ministeriales que detallan los aspectos más técnicos y, por último, numerosas guías de seguridad y normas industriales específicas

que prescriben las actividades relacionadas con el emplazamiento, el diseño, fabricación, montaje, explotación y desmantelamiento de las centrales nucleares.

La normativa del estado español de obligado cumplimiento, y la normativa de organismos internacionales a los que se ha adherido el gobierno español, suplementada con la normativa del país de origen del suministrador principal y la aplicación del concepto de "central de referencia", contemplado en la autorización previa de la central y consolidado en la autorización de construcción, conforman el conjunto normativo al que se debe ajustar el diseño y la explotación de la central nuclear española.

Por otro lado, los documentos de licencia: Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, Estudio Final de Seguridad, Reglamento de Funcionamiento y Plan de Emergencia Interior constituyen los documentos oficiales y preceptivos donde el titular de la instalación establece sus compromisos de requisitos y cumplimiento normativo encaminados a demostrar que la explotación de la central se realiza de forma operacionalmente segura. El permiso de Explotación Provisional, con sus límites y condiciones, completan el marco regulador con el que la central inicia la etapa de explotación.

Es de hacer notar, que el marco regulador evolucionó a lo largo de las décadas de los 60, 70 y 80 en que se desarrolló un cuerpo normativo y reglamentario con multitud de normas, guías reguladoras, requisitos y recomendaciones que establecieron las directrices y regularon las actividades de la industria nuclear. Dichos requisitos fueron establecidos desde un punto de vista determinista, estando basados normalmente en modelos de evaluación y procedimientos de actuación muy conservadores.

Asimismo, todos los accidentes e incidentes significativos ocurridos secuencialmente han dado también origen a una revisión continua de la reglamentación, normativa y requisitos operativos aplicables lo que ha constituido un notable incremento de las normas emitidas de manera determinista para su estricto cumplimiento por las centrales. Buena parte de tales requisitos habían sido veri-

ficados y validados y naturalmente suponían una mejora de la seguridad operacional y por tanto un incremento importante en la seguridad de las plantas. Sin embargo, igualmente se emitieron otros requisitos que hoy día podemos determinar que no han supuesto un aumento de la seguridad, o, lo que es lo mismo, de disminución del riesgo, de forma significativa.

Si a todo ello se suma la posible interpretación subjetiva de la normativa, que puede generar requisitos adicionales, nos encontramos ante una situación en la que las centrales han sentido el peso de la regulación teniendo que dedicar en ocasiones recursos significativos a actividades que no son importantes para la seguridad de las plantas, disminuyendo su rentabilidad y competitividad.

Hay que añadir que, como en cualquier actividad importante, la manera en que el ser humano actúa está condicionada por los requisitos establecidos jerárquicamente y por la normas de conducta que imperan en el ambiente en que se desarrolla la actividad. Tanto las prácticas y métodos que conforman la cultura de las empresas como la legislación, reglamentación y políticas establecidas a nivel de Gobierno y Organismos Reguladores crean la atmósfera de trabajo y condicionan las actividades y comportamiento humanos. No es menos cierto que las opiniones públicas expuestas también influyen en el marco expuesto antes y de manera especial en el campo de las centrales nucleares.

Debido a lo expuesto anteriormente, y desde el inicio de la presente década, se ha ido extendiendo en el mundo nuclear la opinión fundada sobre la necesidad de evolucionar en el campo reglamentario, desde regulaciones y normativas prescriptivas hacia reglamentaciones y requisitos reguladores basados en la importancia relativa respecto al riesgo y en los resultados operacionales para cumplir los objetivos de seguridad preestablecidos. Es decir, pasar de un proceso regulador de carácter rígido y prescriptivo a uno más eficaz y predecible, con el común objetivo de conseguir una operación de las centrales nucleares más segura y eficiente. Ello estimulará la propia iniciativa en la selección de la alternativa

óptima a llevar a cabo, con un resultado final positivo para la seguridad.

Este nuevo enfoque regulador, en realidad, a mi entender, ya se estaba llevando a cabo en los años 80 en algunos países, como p.e. Gran Bretaña, Suecia y Suiza, y se estaba comenzando a diseñar por los sistemas de dirección de la industria nuclear y organismo regulador de EE.UU. hacia finales de la pasada década. Se hacía visible la necesidad del cambio cultural en el que los requisitos reguladores sean congruentes con los avances tecnológicos y resultado de los procesos de I+D que se desarrollan y de la experiencia operativa de las centrales.

Se comprende que el proceso de desarrollo de nueva normativa y eliminación de aquella que actualmente se considera "marginal" respecto a la seguridad, constituye un proceso evolutivo necesario que se está abordando paso a paso. En los EE.UU., por ejemplo, se ha adoptado como principio fundamental que toda la reglamentación que suponga una carga para los licenciarios tiene que ser justificada y que su proceso regulador tiene que ser eficiente. La U.S.NRC ha institucionalizado un plan continuo de reducción de la normativa marginal respecto a la seguridad y que este análisis quede permanentemente integrado en el proceso regulador⁽⁵⁾.

En todo este contexto se ha desenvuelto la explotación nuclear que ha estado evolucionando de manera continua, según el estado del arte y cultura que el momento dictaba. El uso pacífico de la energía nuclear era una nueva tecnología en la que se establecía el dilema de la protección del público y bienes de los peligros que podría acarrear, y el asegurar que el desarrollo de la tecnología, con sus consecuentes beneficios para la sociedad, no era impedido por los requisitos excesivamente prescriptivos que podían llegar a ahogarlo.

Existen múltiples símiles que se utilizan para indicarnos como finalmente el progreso de la humanidad se desarrolla por cauces de racionalidad. Uno de los más utilizados por los británicos es el de la industria del automóvil ó del ferrocarril, que a finales del siglo pasado y principios del presente, debido a cierta presión social y temor existente en la época, se pretendía reglamentar que un hombre fuera por delante del coche con una bandera roja para avisar a los peatones del peligro potencial de que el coche que venía detrás los pudiera coger, obligando a éste a limitar su velocidad a 5 Km/h. Igualmente, se quería que los ferrocarriles circularan siempre dentro de un túnel para evitar que posibles descarrilamientos pudieran constituir un peligro para la población. Fue evidente que era más racional que los fabricantes de estos medios de loco-

moción diseñaran sistemas de señalización, alarmas audibles, frenos fiables etc. y que los conductores tuvieran la responsabilidad de conducirlos y mantenerlos en buen estado, limitándose la regulación a establecer los límites y normas mínimas necesarias para su control y vigilancia, permitiendo con flexibilidad al diseñador y usuario conseguir sus objetivos.

En nuestro mundo nuclear, la nueva cultura reguladora tiende pues hacia la modificación de aquella reglamentación, normativa y criterios susceptibles de mejora, mediante la aplicación combinada de metodologías deterministas y probabilistas de seguridad, teniendo también en cuenta el comportamiento histórico de las actuaciones humanas, y de los equipos y componentes de las centrales. La segunda parte de la renovación se está decantando por el propio concepto y atributos de la "cultura de seguridad" para una excelente gestión de la seguridad.

Es necesario subrayar que continuamente se está vigilando y verificando que las centrales nucleares están operándose en estricto cumplimiento con la reglamentación y normativa aplicable y siempre en funcionamiento dentro de las especificaciones técnicas licenciadas. Se dispone también de procedimientos de operación ante potenciales situaciones anormales y de emergencia a fin de mitigar las consecuencias de accidentes. Con ello se garantiza que la explotación de las centrales nucleares se realiza de forma segura y en cumplimiento de los principios de seguridad establecidos internacionalmente y la normativa aplicable.

Sin embargo, es conveniente insistir en que la experiencia adquirida durante los últimos 30 años y el grado de madurez alcanzado por la industria nuclear ponen de manifiesto que son necesarias consideraciones adicionales, en relación con el concepto "global" de seguridad nuclear, y su gestión, a ser tenidas en cuenta tanto por los Organismos Reguladores como por los Propietarios de las centrales nucleares.

EL EXPLOTADOR RESPONSABLE Y EL NIVEL DE SEGURIDAD NUCLEAR

La Ley 25/64 sobre Energía Nuclear establece, de forma explícita, la responsabilidad del explotador de la central nuclear sobre la seguridad de la instalación y señala las penas y sanciones administrativas en caso de negligencia o acciones intencionadas así como exige la suscripción de una póliza de seguros por daños a terceros. Dicha Ley ha sido modificada en cuanto a la definición de "residuo radiactivo", a la cobertura exigible de los riesgos que puedan producirse y a la reducción de las infracciones y sanciones

en materia nuclear por la ley 40/1994 de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.

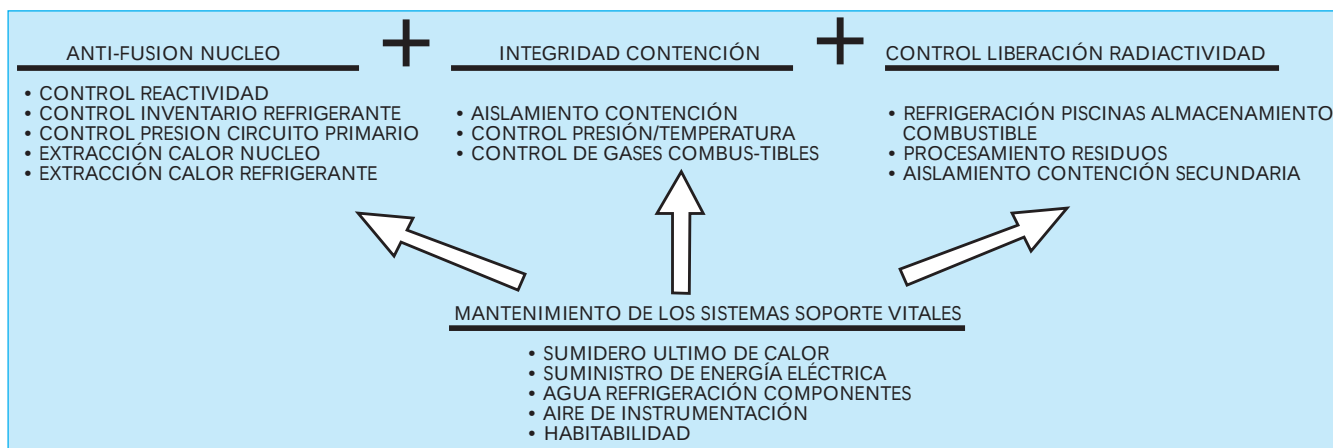
Como titulares pues de las autorizaciones de las instalaciones para su explotación comercial es responsabilidad de las empresas eléctricas propietarias de las mismas el mantener, actualizar, vigilar y garantizar sus condiciones de seguridad.

La seguridad constituye para las personas que trabajamos en las centrales nucleares una condición "sine qua non" para desarrollar la explotación nuclear. El Plan de Cultura de Seguridad y Excelencia Operacional de IBERDROLA⁽⁶⁾ establece como Misión que la generación de electricidad de origen nuclear sea realizada de manera segura, fiable y competitiva, satisfaciendo las demandas energéticas de la Empresa. Igualmente especifica que la gestión integrada de la seguridad en la explotación de las centrales, se realice de forma continua y sistemática, con prioridad esencial en el tratamiento de los temas relacionados con la seguridad, con la atención debida al factor humano como parte vital del proceso y teniendo en cuenta el entorno social y económico existente.

Siempre hemos entendido que el entorno en el que se desenvuelve nuestra actividad nuclear es fuertemente exigente, se multiplican las dificultades y retos que hay que vencer, y que es necesario dar respuesta a esta exigencia de forma activa y participativa, con profesionalidad y trabajo en equipo, apoyando la innovación tecnológica y en un ambiente abierto a la comunicación, colaboración e iniciativa. Tras la fase inicial de finalización y puesta en marcha de las centrales en construcción estamos inmersos en la etapa de madurez de su explotación que requiere establecer, por un lado, programas estratégicos claros, bien definidos y analizados, y por otro lado, tender constantemente hacia el logro de niveles óptimos en calidad y seguridad operacional en una organización dedicada a un proceso de continuo aprendizaje⁽⁷⁾.

Las centrales nucleares son seguras si se diseñaron y construyeron cumpliendo la normativa y condiciones de seguridad requeridas y si se las opera con seguridad. Como explotadores responsables tenemos que dedicar los recursos humanos y económicos necesarios para una correcta explotación, cumpliendo con las especificaciones de funcionamiento y demás documentos de licencia exigibles.

Conociendo que el capital humano es lo más importante, la productividad se basa en la creación, difusión y utilización del conocimiento, los explotadores están dedicando significativa cantidad de recursos a los programas de formación e intercambio de experiencia operativa. Los pasos dados han sido importantes



CUADRO III: Clases de Funciones de Seguridad

con la creación del centro español de adiestramiento en TECNATOM y el COMITÉ NUCLEAR DE UNESA para la concreción de mejoras internas, y, a nivel internacional, con la creación de organismos tales como INPO "Instituto para Operaciones Nucleares en USA" y WANO "Asociación Mundial de Operadores Nucleares" a los que se pertenece.

Ahora que en nuestra sociedad actual se ha puesto de moda hablar de ética, porque pudiera pensarse que se está modificando la escala de valores esenciales, pasando de conformar una ética heterodoxa a una endomonista, hemos de reconocer que en el mundo nuclear no ha dejado de ejercerse un intelectualismo ético, de valores y conocimientos, para que los técnicos nucleares incorporen, ante todo, en su ética profesional el respeto estricto a la persona y medio ambiente, y materializada con la generación de un kWh seguro, fiable y competitivo. Por ello, en el código de principios y valores que tienen que imperar en cualquier organización nuclear se encuentra en primer lugar la atención prioritaria a la seguridad seguida de aquellos que concretan el respeto a la persona, su integridad profesional y cualidades para su integración y trabajo en planta⁽⁸⁾.

Un alto nivel de seguridad que sea socialmente aceptado, es decir, que la sociedad acepte y "tolere" el funcionamiento de las centrales nucleares, dado el nivel de riesgos asumible que comportan y el beneficio que aportan a dicha sociedad, implica el cumplimiento estricto con los principios y objetivos de seguridad internacionalmente aceptados y el mantenimiento en todo momento de las funciones de seguridad inherentes a cada instalación, así como el establecimiento de procesos de información al público veraces y efectivos. Así pues, se asegura que con estas medidas se evitan riesgos no tolerables tanto a nivel individual como socialmente y daños irreparables a la propiedad y medio ambiente y se tiene debidamente informada a la opinión pública de las medidas adoptadas e incidencias acontecidas.

La comprobación del nivel de seguridad operacional alcanzado se puede realizar mediante la utilización de medios directos de comprobación basados, por un lado, en la evaluación de los diseños de las centrales, focalizando la atención en la protección de las barreras múltiples y en una operación segura y simplificada, y, por otra parte, en la respuesta eficaz y escalonada ante situaciones anormales y emergencia. Adicionalmente, se dispone de métodos indirectos de evaluación, que también son utilizados, como son los indicadores de funcionamiento de las centrales, el análisis de las incidencias ocurridas y, en especial, de aquellas que puedan considerarse precursoras de potenciales accidentes y los resultados del continuo proceso de inspección y evaluación de los sistemas de seguridad.

Como explotadores responsables, a través del desarrollo tecnológico propiciado por los resultados de I+D adquiridos a lo largo de los años, hemos prestado máxima atención a la aplicación de metodologías y medidas en los campos de:

- Fiabilidad de Sistemas y Componentes
- Apoyo Adicional a Operadores
- Filosofía ALARA en Protección Radiológica
- Análisis Probabilistas de Seguridad y Riesgos
- Modelos de Análisis de Experiencias Operativas
- Indicadores de Funcionamiento
- Calidad Total
- Nuevos Métodos de Formación
- Procedimientos de Emergencia
- Medidas de Control de la Configuración

Más aún, en el campo de mejora en el factor humano, tanto para el mantenimiento como para las acciones operacionales directas, se están acometiendo programas consistentes en el fortalecimiento de la cultura de eliminación de errores humanos y evitación de incidentes.

En este proceso evolutivo se han confirmado y fortalecido los principios básicos de la seguridad nuclear, se ha mejo-

rado la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia, se ha dado máxima importancia a los campos de protección radiológica, garantía de calidad, formación y entrenamiento, control de la configuración de las plantas y experiencia operacional y se está incrementando la concienciación y mentalización a nivel colectivo e individual sobre la calidad de la gestión, la auto-evaluación, la comunicación y la simplificación de los procesos como factores claves de una cultura de seguridad.

También hoy en día es universalmente aceptado que la optimización de los objetivos de seguridad puede hacerse compatible con los objetivos de rentabilidad del producto (kWh). En la publicación de la revista-técnica internacional de la SNE de Diciembre/95, nuestro presidente de IBERDROLA expresaba con claridad que los datos estadísticos muestran que las centrales que poseen mejores indicadores de funcionamiento son normalmente los que tiene los costes más bajos de O&M. Efectivamente, existe una correlación entre las organizaciones, los procesos de gestión y la seguridad nuclear, porque lo que en realidad subyace es la calidad de la gestión en la explotación con seguridad de nuestras centrales nucleares. Se pueden conjugar los binomios Seguridad-Disponibilidad y Eficacia-Innovación estableciéndose balances que conlleven a la operación segura, fiable y rentable de nuestras instalaciones. Se consigue un nivel superior de seguridad y calidad productiva lo cual redundará en una mayor rentabilidad y en mayor confianza de la opinión pública.

Es necesario subrayar pues que los parámetros EFICACIA-SEGURIDAD-RENTABILIDAD no constituyen aspectos antagónicos sino productos o atributos de una misma causa: la calidad operacional y de la gestión en la explotación⁽⁹⁾.

Los avances en seguridad operacional dependen por tanto de diversos factores de tipo institucional, organizativo, regulatorio, científico y económico que tienen que ser cuidadosamente considerados

en su conjunto para incrementar los niveles de seguridad e índices de funcionamiento.

Disponemos, pues, de niveles adecuados y aceptables de seguridad que debemos mantener e incluso mejorar a lo largo de la vida de las centrales evitando la autocomplacencia, dando sabia respuesta en cada momento a los retos planteados y abordando e implantando diseños y procedimientos más perfectos tendentes a eliminar errores humanos y fallos de equipos. Buscamos programáticamente procesos más flexibles, es decir, menos prescriptivos aún cumpliendo objetivos, y recursos optimizados, es decir dedicándolos a los temas realmente significativos respecto a la seguridad y disponibilidad de las centrales, e intentamos mantener los conocimientos del personal con claros programas tecnológicos a corto y largo plazo.

EL PAPEL DEL EXPLOTADOR EN LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD NUCLEAR

La búsqueda continua por mejorar los niveles conseguidos de seguridad y calidad operacional, y el reto existente de competitividad ha conducido a los Explotadores hacia la consideración integral de los aspectos técnicos y culturales para el logro de objetivos de seguridad basados en la excelencia operacional.

Se confirma que las causas últimas de una buena Gestión en la Seguridad hay que buscarlas en la Calidad de Organización y de Gestión, lo que detrás subyace en realidad es el factor humano que, según su nivel de profesionalidad, conocimientos, objetivos, autoevaluación, comunicación, etc. es el que organiza, diseña, construye y opera la instalación⁽²⁾.

Para compatibilizar los objetivos anteriormente expuestos, de calidad en el negocio nuclear, se precisa en primer lugar que las centrales operen con óptimas medidas de seguridad, es decir, se realice una extraordinaria gestión en su seguridad. Se hace pues imprescindible el cumplir con los "principios/objetivos/funciones de seguridad".

• Los "principios de seguridad" definen un conjunto completo de requisitos para conseguir las más altas cotas en seguridad. Así hay que:

- Mantener la exposición a la radiación del público en general y del personal de la instalación dentro de los "límites especificados", en todos los estados operativos de la central, así como dentro de "límites aceptables" en condiciones de accidente.

- Las instalaciones se emplazan, diseñan, construyen y operan dentro de un nivel de calidad tal que se minimice la probabilidad de fallo que pudiera conducir a un escape de "cantidades signifi-

cativas" de material radiactivo, informando al público de cualquier "suceso significativo" que se produzca en la instalación.

- Barreras físicas sucesivas de protección actuarán de contención para evitar el escape de material radiactivo.

- Considerar todo suceso iniciador "postulable" que pudiera dejar alguna de las barreras anteriores inefectivas.

- Identificar, para cada suceso iniciador, las provisiones del diseño y acciones de operación necesarias para mantener intactas las barreras que evitan el escape de material radiactivo y mitigar las consecuencias del fallo potencial de cualquiera de ellas.

- Desarrollar un plan de protección del público ante potenciales emergencias estableciendo medios organizativos, técnicos, humanos y económicos para minimizar los riesgos y compensar por los daños producidos.

• Implícitamente en los principios de seguridad se contemplan unos objetivos de seguridad que implican un riesgo asociado mínimo y dan respuesta al término "protección adecuada". Lo que realmente se pretende es limitar la proliferación injustificada de normativa o interpretaciones de la misma incorrectas junto con una racionalización de las decisiones sobre seguridad y licenciamiento que se adoptan. Se trata de definir lo que es un riesgo aceptable en comparación con otros riesgos habituales a los que está expuesta la población por actividades industriales comúnmente aceptadas. Aunque, como todo riesgo, pueda dar lugar a desgracias personales, ello no significa que la pérdida de una vida humana sea aceptable.

También con dichos objetivos se pretende constituir el marco dentro del que debería situarse la gestión de la seguridad. Esto es, tratar de desarrollar y adoptar determinadas medidas que hagan reducir los niveles de riesgos asociados a la explotación mediante el cumplimiento con unos objetivos de seguridad predefinidos.

El informe INSAG-03 del OIEA⁽¹⁾ proporciona el marco al que nos referimos para una comprensión racional y delimitación clara de principios y objetivos de seguridad, desde el mayor hasta el menor nivel de riesgo en la operación de las centrales nucleares.

En mi modesta opinión, son los Organismos Reguladores los que establecen los objetivos de seguridad y fiabilidad, al mas alto nivel, relacionados con las operaciones y actividades que conlleven significación para el riesgo y el cumplimiento de las denominadas "funciones de seguridad". Por otro lado, los Licenciarios son los que debieran de llevar a cabo las evaluaciones sistemáti-

cas del funcionamiento de las estructuras, sistemas y componentes y establecer unos indicadores de referencia para cumplir los objetivos de disponibilidad y funcionamiento establecidos por los Propietarios.

• Las "funciones de seguridad" constituyen a su vez un grupo de estados de planta y acciones encaminadas a evitar situaciones de degradación con posible daño al núcleo y minimizar las liberaciones de material radiactivo al exterior. Dichas "funciones" son de ayuda fundamental tanto al diseñador como principalmente al operador de la instalación, a fin de seguir un enfoque sistemático para hacer frente a cualquier suceso significativo, basándose en que se dispone de un buen diseño que permite cumplir con tales "funciones" y en una serie de acciones operativas de protección jerárquicamente especificadas.

Las "funciones de seguridad" pueden dividirse en cuatro clases:

1. Funciones relacionadas con el reactor nuclear.

2. Funciones relacionadas con la integridad de la contención

3. Funciones relacionadas con la liberación indirecta de materiales radiactivos al exterior

4. Mantenimiento de los sistemas auxiliares esenciales para el soporte de las funciones de seguridad anteriores.

Todas las acciones necesarias para controlar y mitigar un suceso, se pueden considerar separadamente dentro de las diez "funciones específicas" que se detallan en el Cuadro II.

La relación que existe entre estas "funciones" se muestra en el Cuadro III. Las flechas indican que los sistemas auxiliares son necesarios para el cumplimiento de las funciones de seguridad. El signo "más" significa que es necesario prevenir la fusión del núcleo, mantener la integridad de la contención y controlar las liberaciones indirectas de radiactividad para proteger al público en general.

El control necesario para cumplir con la función de seguridad asociada, se lleva a cabo mediante las acciones automáticas o manuales de los sistemas de protección y de salvaguardias tecnológicas ó mediante las capacidades o mecanismos naturales pasivos que la central comporta en su diseño.

Los sistemas listados en la figura para el control de liberación de reactividad al exterior y sistemas soporte vitales no constituyen un listado completo, sino, antes bien, son proporcionados como una indicación de los sistemas que deben ser considerados.

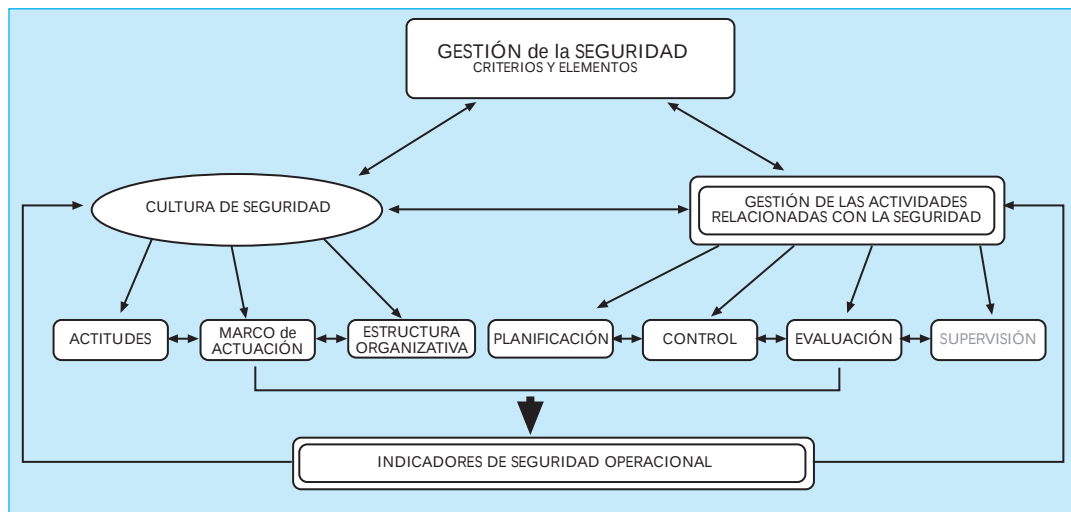
Las centrales nucleares están diseñadas tal que existen dos ó más caminos para poder cumplir con las funciones de seguridad que pueden considerarse como

caminos de éxito. Los procedimientos de emergencia deben distinguir y distinguir los caminos principales de éxito frente a los secundarios, que solo deben ser utilizados en caso de fallo del camino principal. Generalmente, la efectividad de un camino de éxito para cumplir con la "función de seguridad" correspondiente depende de qué sistemas están operables en la central y de que los parámetros de las variables de proceso se encuentren o no dentro del rango de operación de los sistemas involucrados. Es decir, ello depende del estado de la central y del momento en que la función tiene ser ejecutada y cumplida, esto es, depende de cómo se encuentren afectadas las condiciones de la central por el propio evento iniciador y por las acciones del operador y de los propios sistemas.

Por todo lo anteriormente expuesto, se entiende que el operador no necesita conocer qué suceso originó el accidente sino qué funciones de seguridad pueden estar comprometidas, qué condiciones de la planta existen en cada momento y qué caminos de éxito son posibles. Esto es lo que se ha perseguido y se consigue con el desarrollo y aplicación de los procedimientos generales de operación ante emergencia.

Se entiende con claridad que el papel que desempeñan los operadores en todos los estados operacionales de la central y, sobre todo, durante sucesos importantes es esencial. Para que sea realizado correctamente se requiere, en primer lugar, la presentación adecuada de la información relacionada con el estado de la planta, con las actividades que deben de acometer y con los controles necesarios para su realización, en segundo lugar, el establecimiento de procedimientos y métodos basados en guías de operación durante emergencias y, en tercer lugar, de un entrenamiento profundo para tener un conocimiento rápido de la situación, evaluarla y tomar las acciones debidas en cada momento.

En resumen, el operador tiene que disponer de los elementos básicos para poder realizar una buena gestión de la seguridad en la central y, para ello, debe de adquirir un buen nivel de "cultura de seguridad" y de realizar las actividades relacionadas con la seguridad de forma planificada, controlada, procedimentada



CUADRO IV: Gestión de la Seguridad

y evaluada para hacerlas con calidad es decir, bien y a la primera. Los elementos de una buena gestión de la seguridad por parte del Explotador-Responsable se pueden concretar, a mi entender, en los aspectos fundamentales presentados en el Cuadro IV.

La cultura de seguridad

Uno de los temas más significativos y de especial relevancia no solo estratégica sino para la explotación con seguridad de las instalaciones es el de la denominada "cultura de seguridad" tanto de la propia Organización como a nivel de cada persona que participa en cualquier actividad nuclear importante para la operación de la central.

La evaluación realizada de incidentes y accidentes ocurridos pone una vez más de manifiesto la importancia de los aspectos organizativos y de gestión, apareciendo factores culturales que entroncan con modelos de conducta y de conocimiento, que pasan a formar parte de la manera de actuar y que influyen directamente en la operación y el mantenimiento de las instalaciones. Existe pues una adquisición de cultura para la eliminación de errores humanos y evitación de sucesos que va conformando la "cultura de seguridad" en la organización, tanto a nivel colectivo como individual, hacia una mejor gestión de la seguridad nuclear.

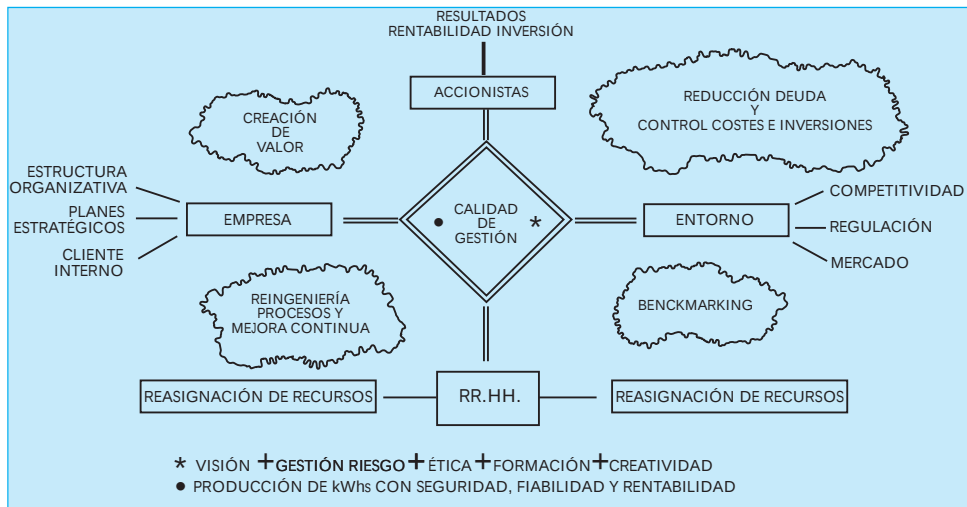
Es bien conocido de todos el documento INSAG-04 del OIEA⁽¹²⁾ en el que se explicita la definición del término y se detalla el contenido de una buena "cultura de seguridad".

Si se me permite expresarla de una forma sencilla, diría que la "cultura de seguridad" es la forma en que la organización y las personas que la componen gestiona la seguridad de la central.

No solo es aplicable al Explotador-

Responsable sino igualmente a los Organismos Reguladores. Estos también pueden afectar de forma positiva o negativa en la cultura de seguridad de los operadores. Más allá del cumplimiento de los procedimientos establecidos, los operadores y reguladores deben actuar de acuerdo con una cultura de seguridad que de la importancia "real" y atención pronta a los temas que lo requieren, que evite el error humano y se beneficie de los aspectos positivos de la actuación humana. En esencia se trata de potenciar el entorno para conseguir una atención estrecha hacia la seguridad por parte de todos. Es un sistema que lleva a concienciar a los técnicos nucleares sobre la evaluación y vigilancia continua de los temas significativos para la seguridad, en orden a su importancia, y, como tal, constituye uno de los pilares básicos más modernamente establecidos, conjuntamente con los análisis probabilistas de seguridad, la retroalimentación de la experiencia operativa y la calidad total.

La U.S.NRC (Dr. Murley) definía la "cultura de seguridad" de forma concisa como un estado mental en el que prevalece la atención a la gestión de la seguridad y su mejora; a una realización de las operaciones con disciplina, conocimiento y estricto cuidado; a una toma de decisiones y acciones técnicamente fundada y a un riguroso proceso de auto-evaluación. El Consejo de Seguridad Nuclear ha considerado como un elemento esencial, de seguridad de la experiencia operativa, la evolución de la "Cultura de Seguridad" de las centrales nucleares españolas⁽¹³⁾. Estas están abordando el fortalecimiento de su nivel de "cultura de seguridad" mediante procesos que requieren cursos de formación, para el entendimiento claro y difusión del término a todos los niveles, conocimiento específico de la organización para determinar los factores claves



CUADRO IV: Gestión de la Seguridad

para su potenciación y, ante todo, de un fuerte liderazgo que apoye, dirija y guíe el fortalecimiento de la cultura de seguridad, que tiene que comenzar por la propia cultura del equipo de dirección y la participación efectiva del personal de explotación como componente esencial para mejorar su propia cultura.

Se están analizando metodologías y mecanismos para poder evaluar y seguir la tendencia en el nivel de "cultura de seguridad" en las organizaciones nucleares⁽¹⁴⁾. Está quedando constancia de que en esta característica todos y cada una de las personas de la organización somos a la vez aprendices y actores permanentemente. En efecto, somos aprendices porque muchos de nuestros actos diarios están relacionados con la cultura de seguridad y siempre estamos en situación de poder mejorarlos y porque hablando de actitudes, hábitos, psicología, comportamiento e inteligencia emocional el proceso de madurez no acaba nunca. Por otro lado, somos actores cuando: planificamos el mantenimiento para aumentar la fiabilidad de los sistemas minimizando su indisponibilidad; nos comunicamos correctamente, en lazo cerrado; hacemos auto-verificaciones; damos prioridad a un tema de seguridad sobre otros; adoptamos decisiones prudentes; y, en definitiva, cada vez que actuamos con ética nuclear.

La gestión de las actividades relacionadas con la seguridad

En cuanto al segundo tema relacionado con la gestión de las actividades relacionadas con la seguridad, su planificación, control, evaluación y supervisión creo que hemos de tener presente que, una vez más sobresale el apartado del profesionalismo: competencia, conocimiento, formación, capacidad de auto-

crítica, trabajo en equipo, cumplimiento de objetivos de seguridad, seguimiento estricto de procedimientos y capacidad de análisis y resolución de problemas. Asimismo, de singular relevancia es la planificación cuidadosa y asignación de recursos necesarios para la selección, priorización, evaluación y acciones de mejora de las actividades y procesos relacionados con la seguridad, haciendo especial hincapié en la ingeniería de materiales y envejecimiento, su significación respecto al riesgo involucrado y análisis coste-beneficio, preparación ante potenciales emergencias mediante simulacros y ejercicios y uso de los procedimientos de actuación ante emergencias.

No hemos de olvidar que debemos de tener claras y recopiladas las bases de diseño y de licenciamiento así como una estructura organizativa adaptada a los nuevos retos con un soporte técnico de calidad. Adicionalmente, hemos de realizar las actividades nucleares acordes con el programa ALARA establecido y llevar a cabo análisis independientes, tanto internos de forma continua y periódica (Revisiones Periódicas de Seguridad), como externos (OSART, WANO "Peer Review") de forma periódica.

Igualmente, otra área de vital importancia está relacionada con las metodologías de análisis de "causa-raíz" y de aplicabilidad en la evaluación de las experiencias operativas propias y ajenas respectivamente, así como, el análisis funcional de los sistemas de seguridad y las acciones correctoras a implantar consiguientes.

Por último, merece especial atención la "auto-evaluación" de la seguridad operacional como un conjunto de procesos bien estructurado, objetivo y visible por el que la organización puede evaluar la efectividad de su gestión y comportamiento en temas y acciones relacionados con la seguridad.

Toda comparación, con crítica-constructiva, en relación a unos objetivos predeterminados, de las actividades, métodos, procedimientos, actuaciones y procesos presentes, supone en realidad una tarea de autoevaluación. Es pues conveniente identificar cualquier tema o actividad que pudiera contribuir a disminuir la seguridad y la calidad en la explotación y, tras analizarlo, tomar las acciones oportunas para evitar su ocurrencia o para su pronta corrección si llegara a acontecer. Ello conduce a una buena gestión de la seguridad y es inherente a una buena "cultura de seguridad".

Una política de "auto-evaluación" y "auto-verificación" tiene

que penetrar hasta el último técnico u operario que realiza funciones relacionadas con la seguridad y eficiencia de la instalación. Por tanto, cualquier programa de mejora continua en el que la mayoría del personal de la central participa en el auto-análisis de tareas y procesos, seleccionados por la dirección y/o por los propios técnicos del equipo de mejora, con el objetivo de conseguir un nivel superior de calidad y optimización en dichas actividades, constituye un elemento esencial de buena gestión⁽¹⁵⁾.

Una herramienta más a utilizar en la política de "auto-evaluación" es el propio conjunto de indicadores para vigilar el funcionamiento de la instalación en relación a la seguridad operacional. C.N. Cofrentes está participando como central piloto en el programa del OIEA⁽¹⁶⁾ para el desarrollo de un conjunto coherente y completo de estos indicadores que abarcan áreas desde el funcionamiento normal de la central, estado de las estructuras, sistemas y componentes y significación de los sucesos, hasta los niveles de riesgo en operación a potencia y durante paradas, con consideraciones de tipo determinista y probabilista, y, por último, las actitudes y comportamiento de la organización e individuos hacia la seguridad y programas de mejora.

El establecimiento de programas específicos en cada central dentro de los campos anteriormente descritos, que lógicamente variarán en contenido y alcance de unas centrales a otras según su propio análisis en cada momento, deben de contribuir a conformar las líneas maestras de una buena gestión de la seguridad de la instalación.

CONCLUSIONES

- El Explotador-Responsable tiene que conseguir que la gestión integrada de la seguridad en la operación de sus centrales

nucleares se realice de forma continua y sistemática, con prioridad esencial en el tratamiento de los temas relacionados con la seguridad, con la debida atención al factor humano y teniendo en cuenta el entorno social y económico existente.

- En la nueva etapa en que nos encontramos de la competitividad y desregulación económica del sector eléctrico, existe la convicción sobre la necesidad de emprender un cambio cultural en el que la visión, gestión del riesgo, ética profesional, capacitación y creatividad pasen a formar parte integral de la calidad operacional y de gestión en la explotación.

- La calidad en la gestión pasa por el cumplimiento de la regulación, por satisfacer los criterios y planes estratégicos empresariales y por prestar atención preferente a la política de recursos humanos, para mediante la producción de un kWh nuclear seguro, fiable y competitivo, hacer frente a los retos actuales y poder conseguir la mayor eficacia y rentabilidad de la inversión, proporcionando seguridad y bienestar a nuestra sociedad y satisfacción a nuestros clientes, (Cuadro V).

- Se reconoce que a fin de alcanzar más altas cotas en seguridad, calidad y productividad, se necesitan procesos de dinámica de esfuerzo continuo para establecer programas de mejora en la gestión y en las actividades de la explotación de las instalaciones, y, asimismo, evitar caer en la monotonía y autocomplacencia.

- La "cultura de seguridad" está presente en las centrales nucleares españolas. Su nivel depende principalmente de la forma y principios con que a nivel colectivo e individual se gestionan y se realizan las actividades relacionadas con la seguridad de la central. La cultura de la organización comienza con la cultura del equipo de dirección. Se puede dar respuesta a los retos planteados sin menoscabo de la seguridad y mantener viva dicha cultura realizando periódicamente procesos de auto-evaluación y análisis de tendencias.

- Así como las normas son fáciles de establecer y en muchas ocasiones difíciles de observar, las actitudes son difíciles de adoptar pero fáciles de mantener. Hemos de ser persistentes en el mantenimiento del conocimiento, capacidades y habilidades, al mismo tiempo que infundimos la satisfacción por el trabajo bien hecho para la eliminación de errores humanos. La efectividad de la organización no depende necesariamente de su tamaño sino de

la profesionalidad y competencia de los colectivos que la componen.

- Las centrales nucleares españolas han operado durante muchos años con altos índices de funcionamiento, difícilmente mejorables. Sin embargo, el nivel de madurez alcanzado no significa ni que debamos permanecer estancados ni tampoco garantiza estabilidad en el futuro. Hay que establecer y aplicar diferentes procesos de "auto-evaluación", totalmente apoyados por el equipo de dirección, para propiciar el esfuerzo de mejora en seguridad y eficacia de la explotación.

- Hay que continuar trabajando hacia un "ambiente" de mayor entendimiento y respeto entre reguladores y explotadores, ejerciendo cada parte sus funciones de acuerdo con sus respectivas responsabilidades, en comunicación y discusión abierta en reuniones de expertos de los temas "significativos" para la seguridad. Es conveniente reconsiderar el cuerpo normativo vigente y el proceso de establecimiento de requisitos a fin de optimizar los recursos disponibles para dedicarlos a los temas "realmente" significativos para la seguridad en orden a su importancia. Los análisis probabilistas de seguridad conjuntamente con los deterministas y juicios de expertos deben ser tenidos en cuenta en este proceso de renovación.

- El desarrollo de indicadores de seguridad operacional, las certificaciones conforme a las normas ISO 9000 y 14000, y los resultados de las auditorías e inspecciones de las tareas, procesos y áreas importantes desde el punto de vista de riesgo, así como la actitud de participación activa en la mejora de esas actividades, constituyen mecanismos y funciones claves para no solo mantener sino mejorar el nivel de seguridad en las instalaciones en base a datos y no a intuiciones o sensaciones.

- Por último, y quizás sea lo más importante, las organizaciones e individuos, que trabajamos en el campo nuclear, no solo los explotadores sino igualmente las ingenierías, compañías de servicio y suministradores, tenemos el deber de mantener y mejorar el alto nivel de funcionamiento con seguridad alcanzado en las centrales nucleares españolas. Para conseguirlo, hemos de trabajar en equipo y sobre todo con humildad, reconociendo que como humanos podemos cometer errores y tenemos la obligación de eliminarlos y que siempre podemos aprender de los demás. Debemos de tener siempre presente, y en el horizonte, el balance seguridad-calidad-costes en donde la seguridad es lo primero.

REFERENCIAS

- (1) J. Leclercq. "The Nuclear Age". 1986
- (2) Informe Rogovin, NUREG/CR-1250 "TMI A report to the Commissioners and to the Public" Ene-1980
- (3) International Topical Meeting on "Safety culture" in Nuclear Installations. Conference Proceedings. ANS-ALS&AEN-NEA. Abril-1995.
- (4) IAEA & NEA /OECD. INES: "The International nuclear Event Scale". User's Manual. 1992.
- (5) Grupo S&L-UNESA "Reconsideración de Requisitos Reguladores en Temas Marginales para la Seguridad". SNE-Jun.1993.
- (6) IBERDROLA. Generación Nuclear. Plan de Cultura de Seguridad y Excelencia Operacional. Rev. 3 Jun.1995.
- (7) Anibal Martín. "La Calidad en la Operación Nuclear". XVIII Conferencia Anual SNE-Oct-1992.
- (8) Agustín Alonso. "Ética y Energía Nuclear". SNE-Ene-1995
- (9) Javier de Pinedo. "Calidad de Gestión y Cultura de Seguridad". XIX Reunión Anual SNE - Oct. 1993.
- (10) Anibal Martín. "Organización y Seguridad Nuclear: Cultura de Seguridad". Aula Club SNE-Ene.1996.
- (11) IAEA-Safety Series: N° 75-INSAG-03 "Basic Safety Principles for NPPs".
- (12) IAEA-Safety Series: N° 75-INSAG-04 "Safety Culture".
- (13) CSN. "La Seguridad de las Centrales Nucleares Españolas". Mayo 1992.
- (14) IBERDROLA. C.N. COFRENTES: "Curso de Cultura de Seguridad". Marzo 1998.
- (15) IAEA TECDOC-954 "Procedures for Self-Assessment of Operational Safety".
- (16) IAEA-J4-CT-2883 "Indicators to Monitor NPP Operational Safety Performance" Jan. 1999.



José PALOMO es Jefe de la Unidad de Seguridad Independiente y Licenciamiento de IBERDROLA