

# Organización y Seguridad Nuclear: Cultura de Seguridad

---

Conferencia pronunciada por Anibal Martín Marquínez,  
Vicepresidente del Consejo de Seguridad Nuclear

# CSN

Colección  
Otros Documentos  
1.1996

# **Organización y Seguridad Nuclear: Cultura de Seguridad**

---

Conferencia pronunciada por  
Aníbal Martín Marquínez, Vicepresidente del CSN  
en el Aula Club, Sociedad Nuclear Española,  
18 de enero de 1996

Colección  
**Otros Documentos CSN**  
**1.1996**

Referencia: ODP0101

© CSN, 1996

Edita: Consejo de Seguridad Nuclear  
Justo Dorado, 11  
28040 - Madrid - España

Imprime: Ibersaf Industrial, S. L.  
Depósito Legal: M-41524-1996  
Impreso en papel reciclado.

---

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 5  |
| I. Correlación entre seguridad, organización y calidad de gestión .....   | 7  |
| I.1. Conceptos pre TMI-2, la respuesta inmediata y los análisis<br>posteriores .....  | 9  |
| I.2. Las acciones post TMI-2 .....  | 10 |
| I.3. Las lecciones aprendidas del accidente de Chernóbil .....  | 12 |
| I.4. La experiencia de explotación .....  | 14 |
| I.5. La seguridad como atributo inseparable de una gestión excelente .....  | 16 |
| II. Naturaleza y características de la relación entre calidad<br>de gestión y seguridad .....   | 21 |
| II.1. La complejidad de las organizaciones nucleares - Fiabilidad de<br>la gestión en actividades de riesgo - Lección de los accidentes<br>- El factor multiplicador del riesgo ..... | 23 |
| II.2. El entorno regulador .....  | 28 |
| II.3. El entorno de la explotación .....  | 34 |
| II.4. El entorno de la investigación .....  | 35 |
| II.5. Aplicabilidad de los resultados y la necesidad de la cuantificación .....   | 39 |
| III. La cultura de seguridad .....  | 41 |
| IV. Conclusiones .....  | 45 |
| Índice de siglas .....  | 49 |
| Referencias .....   | 51 |

---

---

## Introducción

Agradezco la oportunidad que me brinda la Sociedad Nuclear Española para hablar de Cultura de Seguridad.

Lo voy a hacer desde una perspectiva que intento sea innovadora y que recoja los aspectos que de carácter sistemático y científico relacionan en un sentido amplio el comportamiento humano de las organizaciones y la seguridad de las instalaciones nucleares.

Creo que estas relaciones constituyen materia de interés relevante para investigadores, explotadores y reguladores y en este momento, en el ámbito nacional e internacional, hay una actividad significativa previéndose produzca conclusiones tangibles a pesar de las dificultades del tema. Yo pretendo, a propósito de lo que he considerado como unas referencias representativas, aportar elementos que sirvan de base para generar interés y planteamientos concretos sobre este destacable aspecto, que permitan actuaciones más sistemáticas.

El concepto de Cultura de Seguridad, que ya con su denominación puede entrañar elementos importantes de imprecisión, hay que contemplarlo en sus vertientes concretas, a la luz de los contenidos de estas relaciones. De esta forma, los conceptos y su valoración se podrán puntualizar cada vez mejor en beneficio de la seguridad, de la mayor eficacia reguladora y de la explotación en su conjunto.

**Aníbal Martín Marquínez**  
Vicepresidente CSN  
Dr. Ingeniero Industrial

Correlación entre Seguridad, Organización  
y Calidad de Gestión

## 1.1. Conceptos pre TMI-2, la respuesta inmediata y los análisis posteriores

La Ley de Energía Nuclear 25/1964 establece el concepto de Explotador al que asigna la responsabilidad de posibles daños nucleares. Esta responsabilidad es objetiva y sus límites están establecidos por la Ley. Este concepto de Explotador Responsable, que es un concepto universalmente extendido, constituye uno de los pilares del ordenamiento jurídico y de la utilización civil de la energía nuclear.

La forma de entender en la práctica esta responsabilidad en la industria nuclear, ha dependido según lo casos y ha variado en el tiempo. En la etapa anterior a 1979, año de TMI-2 y en cierta correspondencia con los extensos programas de construcción emprendidos en el mundo, el énfasis estaba sobre las fórmulas eficaces de gestión de grandes proyectos de construcción. El accidente de Three Mile Island 2 ocurrió, como es sabido, en marzo de 1979 y puso de manifiesto el distanciamiento entre el propietario, el titular de la autorización y responsable y el gestor. Las diferentes fórmulas de gestión de proyecto adoptadas no proporcionaron una respuesta uniforme a los retos que una explotación de la instalación requería. Los esfuerzos no acababan con la construcción y puesta en marcha, después era preciso explotar las instalaciones con enorme atención y rigor.

Las acciones adoptadas inmediatamente después del accidente para prevenir sucesos de consecuencias potencialmente catastróficas, se concentraron fundamentalmente en aspectos tecnológicos y de la interfase hombre-máquina. También es conocido el crecimiento que se generó de los requisitos y de la normativa. Pero los análisis más reposados que se llevaron a cabo sobre las causas del accidente pusieron de manifiesto la influencia de otros aspectos, fundamentalmente asociados al comportamiento humano, al de las organizaciones y al de las instituciones. Se pensó que estos aspectos podían tener un impacto significativo sobre la seguridad, y quizás más profundo que el de los fallos de equipos y sistemas, a la hora de disminuir el riesgo de fallo y garantizar la calidad operacional.

## 1.2. Las acciones post TMI-2

Con independencia de las acciones inmediatas adoptadas, fundamentalmente recogidas en los documentos de la USNRC, NUREG-0578 de julio 1979, "Short Term Recommendations" (Ref. 1) y NUREG-0585 de octubre 1979, "Lessons Learned Task Force Final Report" (Ref. 2), el Presidente de los EE.UU. encargó un informe a una comisión dirigida por J.G. Kemeny titulado "The Accident at Three Mile Island. The Need for Change: the Legacy of TMI" de octubre de 1979 (Ref. 3), y la propia NRC encargó también a un grupo especial de revisión dirigido por M. Rogovin, el informe titulado "Three Mile Island - A Report to the Commissionners and to the Public" (NUREG/CR-1250) de enero de 1980 (Ref. 4). En ambos se profundizó más en las causas del accidente y las condiciones que en su entorno lo propiciaron y es conveniente, por su vigencia, recoger algunas citas de estos documentos:

### a) Informe Kemeny

Algunas de las recomendaciones que en este informe se detallan, se refieren precisamente a la importancia que tiene la gestión del explotador con el fin de garantizar la operación segura de las instalaciones. Por este motivo recomendó que la industria debía establecer y exigir sus propios estándares de excelencia para asegurar la gestión efectiva y segura de sus plantas.

De entre las recomendaciones concretas que se apuntan en dicho informe relativas a la industria y sus suministradores, se pueden resaltar las siguientes:

*"La industria debería definir programas que especificaran niveles de seguridad apropiados, incluyendo aspectos tales como la gestión, garantía de calidad y procedimientos y prácticas de operación."*

*"Quedó claro que los problemas fundamentales están relacionados con las personas y no con los equipos."*

*"Debe existir una integración de la responsabilidad de los gestores a todos los niveles de una forma consistente."*

*"Hay problemas estructurales en las organizaciones, hay deficiencias en los procesos y existe una falta de comunicación entre individuos clave y grupos."*

Además de las recomendaciones generales emitidas por la Comisión, los distintos miembros expresaron sus opiniones particulares en el informe. Se mencionan aquí por su interés algunas de las expresadas por el Sr. B. Babbitt:

*“Existen grandes diferencias en la calidad de la gestión de las diversas compañías eléctricas existentes.”*

*“De las investigaciones realizadas sobre el accidente se desprende una lista de fallos y actuaciones erróneas que van desde el mantenimiento hasta la gestión, desde el entrenamiento de los operadores, hasta la carencia de los expertos adecuados en los más altos niveles de gestión.”*

b) Informe Rogovin

Del mismo modo, en el informe Rogovin se identifican los factores humanos y los aspectos organizativos y de gestión como aspectos básicos en la disminución del riesgo de fallos y en la mejora de la calidad operacional.

Se destacan las siguientes referencias más significativas:

*“El tipo de cambios necesarios para afrontar los problemas aparecidos son de tipo institucional, organizativo y de gestión.”*

*“Es necesario la adopción de medidas contundentes que refuercen la capacidad técnica y de gestión de las compañías eléctricas in situ.”*

*“Deberían desarrollarse nuevos programas para seguimiento y evaluación de la gestión y capacidad técnica de los titulares.”*

*“Las principales deficiencias en la seguridad de los reactores de hoy no están en el –hardware– sino en la gestión.”*

*“Creemos que hubo un gran número de factores importantes, fuera del control de los operadores, que provocaron el fallo humano. Estos factores incluyen: inadecuada formación, procedimientos pobres, falta de capacidad de diagnóstico, etc.”*

*“Los individuos que operan y gestionan las plantas constituyen un importante sistema de seguridad”.*

### 1.3. Las lecciones aprendidas del accidente de Chernóbil

Cuando en abril de 1986 ocurrió el accidente de Chernóbil, la comunidad occidental hacía tiempo que había asimilado y trabajaba sobre las bases mejoradas después de TMI-2. Es un hecho conocido los análisis y evaluaciones que se realizaron en términos absolutos y comparativos entre los reactores RBMK de tecnología soviética con la tecnología occidental. Estos trabajos confirmaron las lecciones aprendidas con TMI-2 y de lo mucho que se ha publicado puede ser representativo el resumen que el Dr. A. Birkhoffer, Director del GRS alemán, utilizó en su conferencia sobre Defensa en Profundidad en el curso anual de Seguridad en el MIT en 1995:

*“El accidente de Chernóbil-4 ha subrayado todavía más la importancia de los aspectos organizativos tales como la necesidad de un sistema regulador y de cultura de seguridad eficaces.”*

A pesar de las notables diferencias tecnológicas, los estudios y análisis realizados trataron de obtener lecciones de aplicación general. Se potenciaron actuaciones concretas, se impulsaron los programas sobre accidentes severos y se trabajó en todos aquellos aspectos que podrían suponer mejoras, muchos de estos programas aún continúan.

El conjunto de aspectos que va más allá de la tecnología y que jugaron un papel relevante en el accidente fueron también considerados. Concretamente, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), apuntó la necesidad de una normativa internacionalmente aceptada de seguridad y el International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG) creado en su seno, a este fin, editó una serie de documentos, de los cuales se destacan aquí los siguientes:

INSAG 03 - Principios básicos de seguridad para centrales nucleares,  
editado en 1989.

INSAG 04 - Cultura de Seguridad, editado en 1991.

El OIEA expresa el concepto de Cultura de Seguridad como:

*“Conjunto de características y actitudes en las Organizaciones y en los individuos, que aseguren que, con prioridad esencial, las cuestiones de seguridad en la central nuclear reciben la atención que merecen en razón de su importancia.”*

Este concepto abarca no sólo al explotador sino también al regulador, a las instituciones y a las relaciones de interfase entre las mismas. El accidente podía así ser caracterizado por la diferente e inadecuada Cultura de Seguridad.

Se apuntó que las deficiencias en Cultura de Seguridad influyen decisivamente en la evolución negativa de fenómenos desencadenados por fallos de estructuras o sistemas o componentes con posibilidad de manifestarse como la causa raíz.

Posteriormente, también el OIEA ha publicado las guías ASCOT de ayuda para el equipo evaluador de la Cultura de Seguridad en Organizaciones. Se refiere a las Organizaciones Gubernamentales, a los Organismos Reguladores, a las Organizaciones Operativas y a los Organismos de Investigación.

Según INSAG-4, la Cultura de Seguridad tiene dos componentes principales: el marco determinado por la política de la organización y sus formas de gestión y la respuesta de los individuos al trabajar en ese marco y sacar provecho de él.

Igualmente, ha sido en el inicio de la década pasada, de los años 80, cuando en Occidente la industria nuclear comenzó a tratar el tema de la “Excelencia Operacional”, término acuñado tras el accidente de TMI-2 por el INPO de EE.UU.

Consecuencia de los conceptos establecidos es que el marco de una buena organización debe incluir entre sus características las siguientes:

- *Directrices veraces y claras, fuertemente articuladas y asumidas por la alta dirección.*
- *Una organización altamente competente y motivada con niveles directivos que conocen, entienden y apoyan la política de cultura de seguridad, potenciando el entrenamiento y la cualificación del personal.*
- *Líneas de autoridad definidas, con instrucciones claras y comprendidas, hasta el último eslabón de la cadena de mando.*
- *Conjunto de procedimientos claramente establecidos cuyo cumplimiento se exige.*
- *Autoevaluación crítica que facilite los análisis en profundidad.*
- *Un clima de comunicación que propicie que el personal entienda cada vez mejor la importancia de sus actividades, donde la información de seguridad se comunique agilmente y sin barreras, incluyendo el que los errores, por mínimos que sean, puedan ser admitidos cada vez más en beneficio de todos para evitar su repetición.*

#### 1.4. La experiencia de explotación

Tanto TMI-2 como Chernobil suponen hechos singulares y relevantes, fuente de estudios de los que se han extraído conocimiento y numerosas conclusiones, como ya se ha mencionado. Por otro lado, el parque de centrales en explotación, que en estos momentos representa 432 unidades, 340.347 MWe de potencia y por encima de 5.000 años-reactor constituyen evidentemente la fuente básica de conocimiento experimental. Es por lo tanto preciso referirse a la información que sobre este aspecto concreto de las relaciones entre la organización y la seguridad se va extrayendo de esta experiencia.

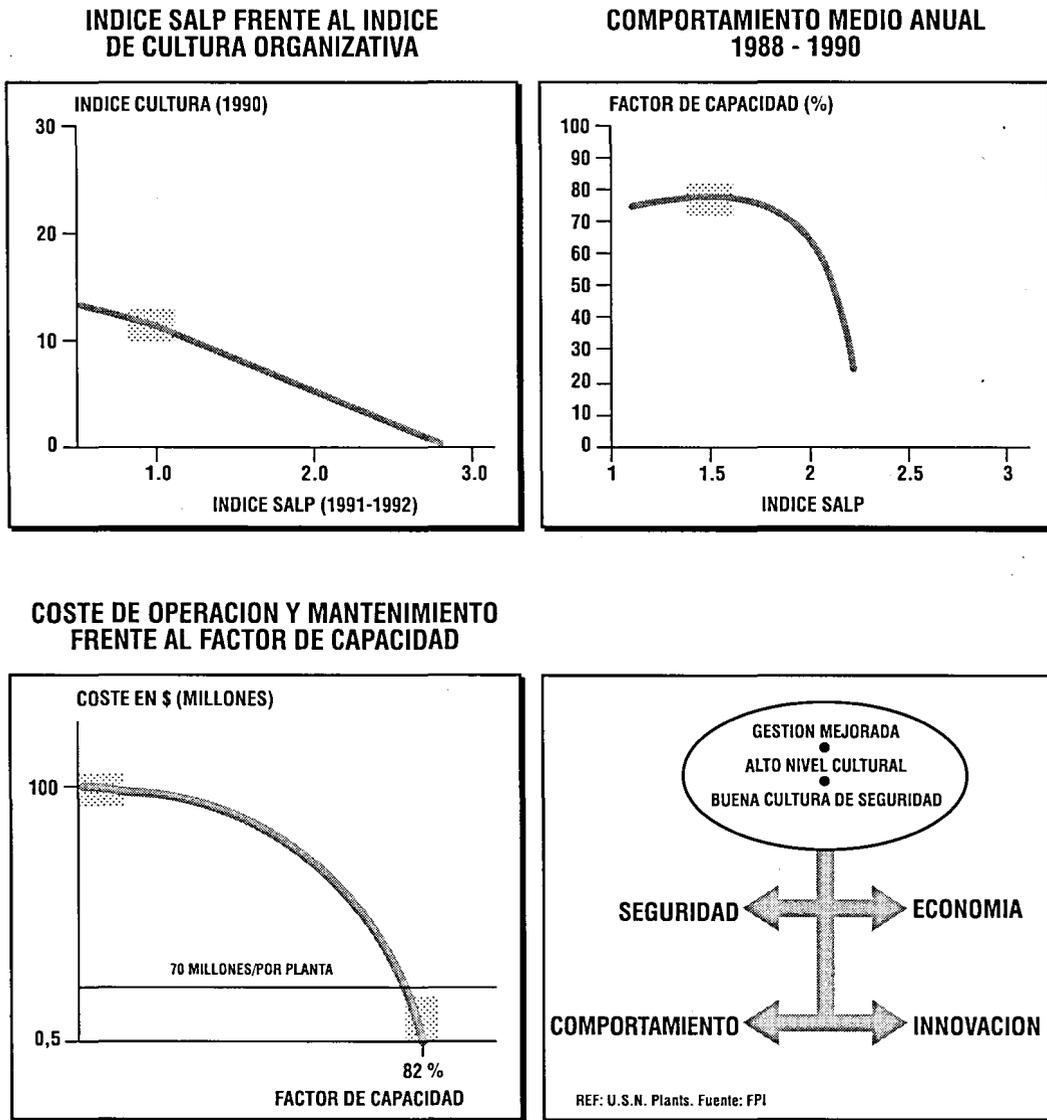
Existe información abundante en las publicaciones en todo el ámbito de la industria nuclear. La industria americana ofrece numerosos datos contrastados y la ventaja de un parque extenso y variado en sus formas de gestión, con posibilidad de obtención de conclusiones estadísticas válidas.

En este sentido, una referencia significativa, que resume la experiencia adquirida, fue aportada en la sesión inaugural de la reunión anual de la SNE en 1992, por el Dr. Chiu, de Southern California Edison, quien presentó resultados de su programa de investigación del comportamiento de un número relevante de plantas en EE.UU (Ref. 5). Correlacionaba indicadores conocidos, como el SALP (Systematic Assessment on Licensee Performance) empleado por la NRC, para evaluar el nivel de seguridad operacional, el factor de capacidad y el coste de operación y mantenimiento. También utilizaba un indicador desarrollado por él mismo con la intención de cuantificar el nivel de calidad de la gestión o Índice de Cultura organizativa. Este Índice lo obtenía ponderando calificaciones otorgadas a conceptos asociados a los siguientes capítulos:

- *Nivel de definición objetiva de Misión, Objetivos y Responsabilidad en la Organización.*
- *Ausencia de barreras a la comunicación horizontal.*
- *Grado de simplicidad de los procesos.*
- *Conocimiento y adiestramiento del personal.*
- *Capacidad estructural de autoevaluación y aprendizaje con la experiencia.*

Los resultados, muy resumidamente, se presentan en la figura 1 donde se aprecia la relación entre los distintos parámetros considerados.

Figura 1 Relaciones Estadísticas



### 1.5. La seguridad como atributo inseparable de una gestión excelente

Lo anteriormente expuesto conduce a la conclusión estadística de la existencia de una relación entre la calidad de la gestión, los niveles de seguridad y la eficacia operacional. Todo ello necesariamente lleva implícita la capacidad de adaptación a los cambios del entorno y a la innovación.

Evidentemente, hasta aquí la correlación tal como se presenta es de naturaleza estadística. Caben desviaciones de estas tendencias como de hecho se pueden encontrar en las referencias; no obstante, son estas tendencias las que se pretenden esclarecer.

Se ha utilizado la referencia de los trabajos del Dr. Chiu pero hay información importante disponible que confirma plenamente estas conclusiones, como el análisis de los resultados que proporciona el programa SALP de la NRC.

En este sentido constituye un ejemplo muy significativo de la relación seguridad-calidad de gestión (costes, eficiencia, etc.) el caso de Callaway (Union Electric Co.) que ha recibido recientemente la categoría 1 (máxima) en todas las áreas funcionales del programa SALP. Sobre esta planta, el Sr. J. Martín, NRC Region III Administrator, ha dicho lo siguiente:

*“El comportamiento del titular ha estado caracterizado por una gestión orientada a la seguridad y un equipo de mantenimiento eficaz, una ingeniería potente y una actitud de autocrítica ante la identificación y resolución de problemas.”*

También la industria americana, a través del INPO, ha presentado resultados concurrentes (ver figuras 2 y 3), que relacionan los tres parámetros siguientes: Puntuación media SALP, Factor de Capacidad y los Costes.

Del mismo modo la figura 4, obtenida a partir de los datos facilitados por “McGraw Hill’s Utility Data Institute” de la Federal Energy Regulatory Commission (FERC), muestra resultados muy ilustrativos.

Como se ve, el análisis de estas figuras confirman, una vez más, la relación directa existente entre la calidad de gestión, en este caso reflejada en el factor de capacidad y los costes, y la seguridad, evaluada a través del programa SALP.

En consecuencia se puede afirmar que las causas últimas de la buena Seguridad hay que buscarlas en la calidad de Organización y de Gestión. Es un hecho reconocido que la Eficacia de la Explotación, la Economía, la Capacidad Innovadora y la

Figura 2 O & M Costs (mills/kWh) vs INPO PI Index

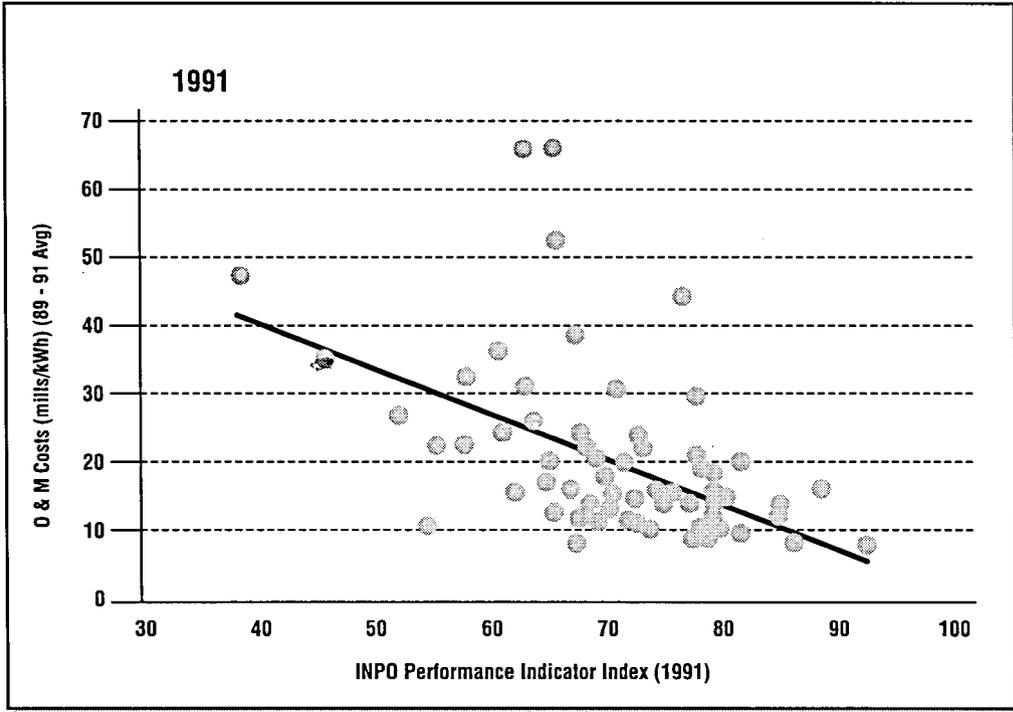


Figura 3 O & M (mills/kWh) vs NRC SALP Rating

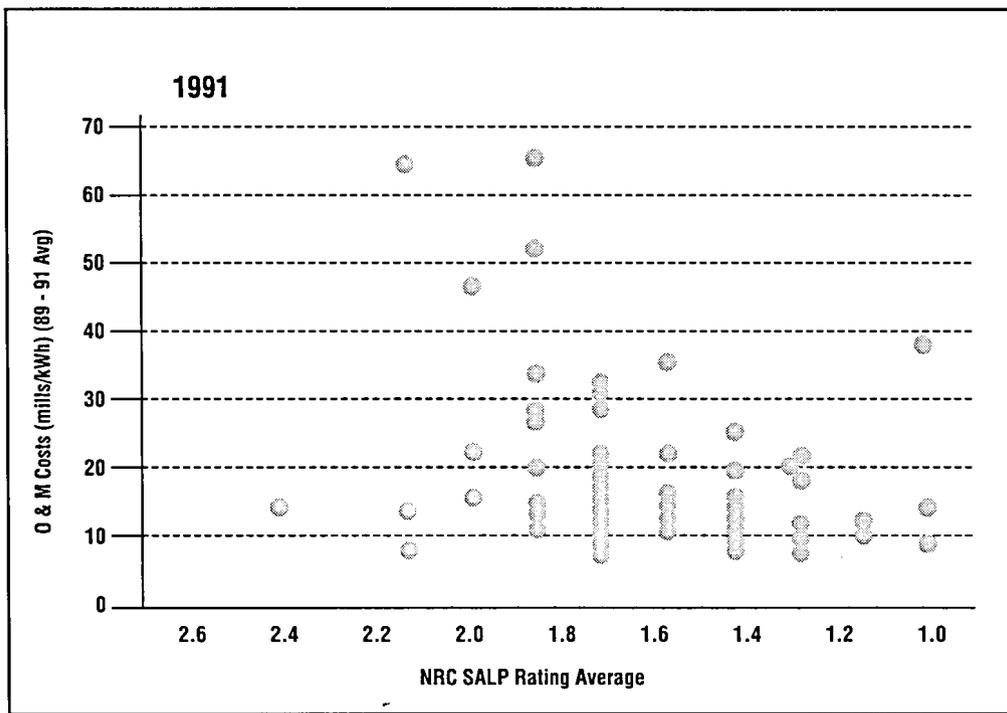
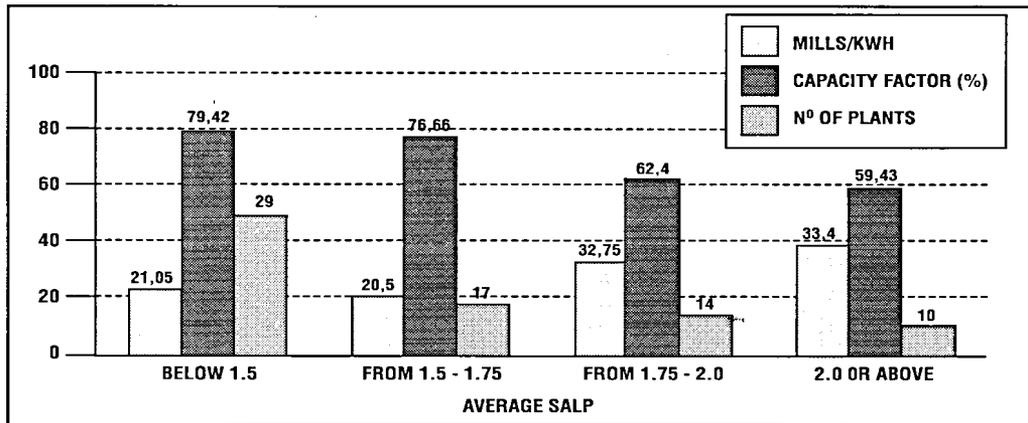
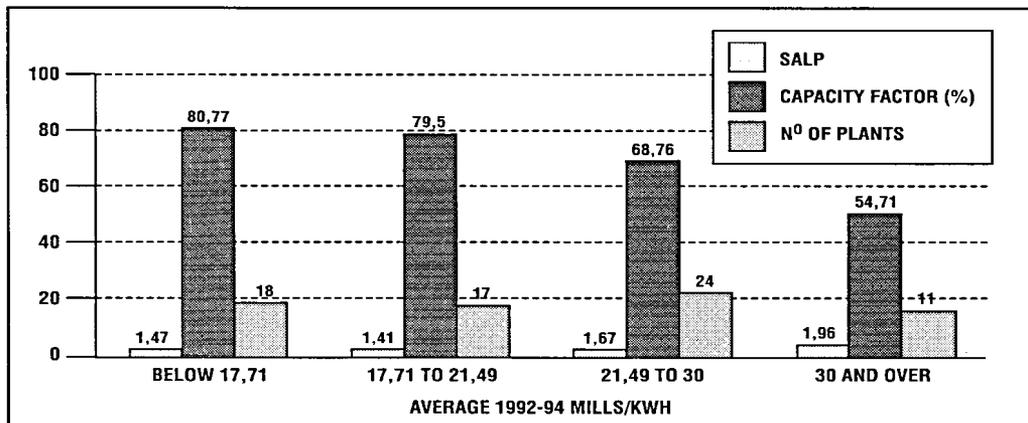


Figura 4

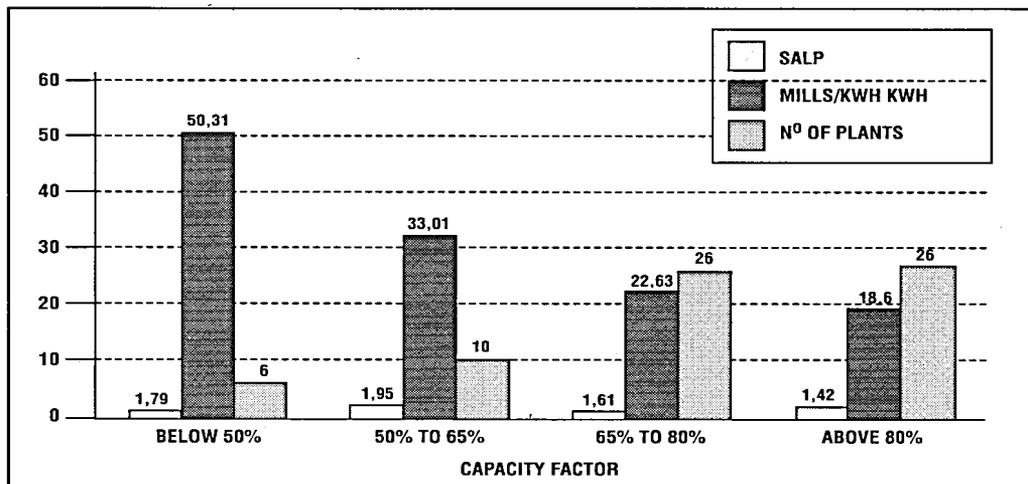
**Average salp by spending and capacity factor**



**Spending by salp and capacity factor**



**Capacity factor by salp and spending**



SOURCES: UTILITY DATA INSTITUTE, FERC FROM 1, DOE/EIA FORM 412 (INSIDE N.R.C. - JUNE 1995)

Seguridad Operacional son aspectos o atributos de una misma causa que es la Calidad de Gestión y de Organización. Este concepto es básicamente idéntico al de una Cultura de Seguridad de Calidad.

Esta síntesis acaba con los viejos dilemas que ponen en antagonismo la seguridad con la economía o con la eficacia. Estos falsos dilemas evidencian, por lo tanto, una falta de rigor genérico.

Este concepto de la Seguridad y de la Calidad pone, a su vez, de manifiesto una visión optimizadora global de la explotación de instalaciones nucleares y la imposibilidad de alcanzar resultados satisfactorios a largo plazo en alguno de los atributos por separado, sin la mejora global. La mejora de conjunto sólo se alcanza a través de la mejora constante de la gestión o lo que equivale a la mejora constante en la Cultura de Seguridad.

Sin abandonar por el momento la referencia americana y completando lo expuesto, se considera interesante citar una intervención del actual Commissioner Kenneth C. Rogers en su intervención "Trends in Nuclear Safety Regulation" en el curso anual de Seguridad del MIT de 1995 (Ref. 6):

*"Quizá son las áreas de fiabilidad humana y comportamiento de la organización las que tienen el mayor potencial para mejora de la seguridad de los reactores."*

En el mismo sentido conviene destacar la existencia en la NRC del "Human Performance Plan" cuyo objetivo es el de asegurar que se trata adecuadamente la contribución del comportamiento humano a la seguridad de las instalaciones. Para ello se ha creado un comité ad-hoc formado por personal del propio Organismo y está dirigido por la oficina de Nuclear Reactor Regulation (NRR). Las actividades de este comité se fundamentan en el hecho estadístico de que más del 50% de los incidentes ocurridos tienen como causa-raíz el comportamiento humano. Entre las actividades de alta prioridad del "Human Performance Plan" destaca la siguiente:

*"Evaluar los aspectos organizacionales y de gestión relacionados con el comportamiento del titular como parte de las revisiones de incidentes in situ."*

Se tendrá oportunidad de presentar más adelante referencias concurrentes de otros países.

La intención hasta aquí ha sido proporcionar argumentos que prueban la relación entre la organización, la gestión y la seguridad.

---

## II

Naturaleza y características de la relación entre  
calidad de gestión y seguridad

---

*Ante la evidencia de la relación entre calidad de gestión y seguridad, surge la cuestión del conocimiento de la naturaleza de esta relación y sus consecuencias.*

## II.1. La complejidad de las organizaciones nucleares - Fiabilidad de la gestión en actividades de riesgo - Lección de los accidentes - El factor multiplicador del riesgo

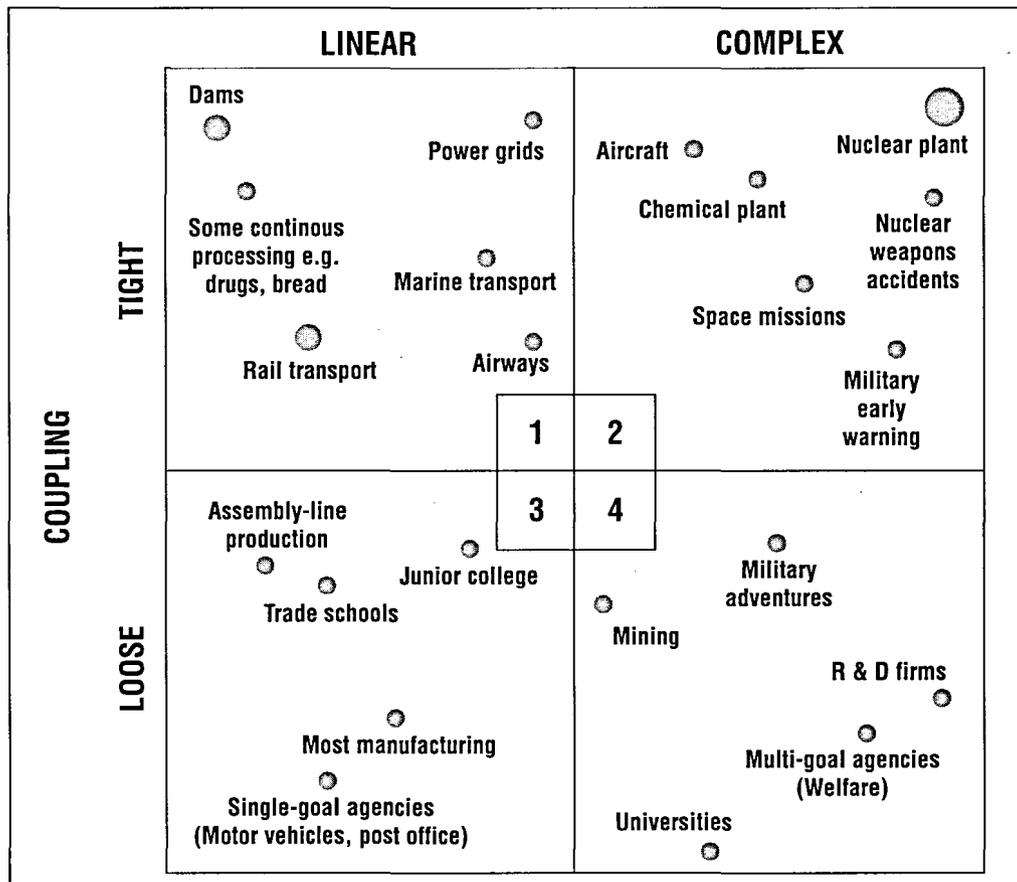
Motivado por la envergadura técnica y la naturaleza del riesgo, en una central nuclear se da una organización de gran volumen en la cual sus procesos están fuertemente acoplados entre sí y en la que se producen interacciones complejas. Utilizando la figura de A. Perrow (figura 5), se observa de una manera directa cómo se compara la naturaleza de la complejidad de la organización en las centrales nucleares con las otras actividades industriales o sociales. Puede ser este dato un buen punto de partida para una reflexión y un análisis dirigido a las interacciones con la seguridad. En pocas actividades humanas se dan combinaciones de complejidad, volumen y riesgo a este nivel. Por otro lado, permite pensar que los conocimientos obtenidos pueden ser muy útiles y de aplicación general a industrias que requieren alta fiabilidad.

Sobre todos estos aspectos se viene trabajando en mayor o menor medida como lo prueba la abundante bibliografía al respecto. El avance constante de las ciencias del comportamiento humano, la sociología y la ciencia de la organización no es ninguna novedad. Tampoco es ninguna novedad cómo los distintos modelos y técnicas de gestión están evolucionando en el mundo de las organizaciones, tanto empresariales como de todo tipo. La cuestión que se plantea es clara, cómo se puede aprovechar este conocimiento específico para mejorar el conocimiento de las relaciones entre la organización y la gestión y la seguridad y, en definitiva, cómo se puede mejorar la seguridad.

En cualquier caso, ya se ve que el planteamiento supera el aspecto estricto de la interfase hombre-máquina o el de factores humanos. Lo que sigue a continuación no representa un análisis sistemático de los trabajos realizados, que ciertamente merece atención, sino señalar aspectos relevantes a propósito de una revisión de referencias concretas realizadas por el autor de este trabajo. Ninguna de ellas tiene la característica de informe final, aunque suponen contribuciones destacables e indican cómo se va avanzando en este campo del conocimiento y de la aplicación.

- a) La primera se refiere al programa de cinco años del Instituto de Tecnología de Massachusetts -The MIT International Program for Enhanced Nuclear Power Plant Safety- 1991/1995. El informe "Organizing and Managing for Safe

Figura 5



SOURCE: CHARLES PERROW, COMPLEX ORGANIZATIONS, MCGRAW-HILL (1986)

Production: New Frameworks, New Questions, New Actions” del profesor John S. Carroll et al. (Ref. 7), es el informe del grupo de estudio sobre organización y gestión dirigido a la investigación de cómo las plantas nucleares pueden organizar y gestionar sus recursos tecnológicos y humanos para maximizar la seguridad y la eficacia de sus operaciones. De este estudio es destacable aquí sus objetivos globales.

1. Ayudar a la dirección de la planta y de la empresa propietaria para alcanzar un conocimiento más profundo de las formas en las cuales los sistemas de gestión y organización pueden reforzar la seguridad manteniendo el equilibrio con la eficacia y la rentabilidad.
2. Identificar los procesos de aprendizaje de la organización y los métodos de auto-mejora que son esenciales para un funcionamiento seguro.

3. Ayudar a los organismos públicos a evaluar cómo sus políticas y prácticas que afectan a la organización y la gestión funcionan a favor o en contra del interés público tanto en seguridad como en la satisfacción del servicio público de suministro eléctrico que se presta.
  4. Contribuir a la teoría y aportar datos a la ciencia de la seguridad y del riesgo en organizaciones de alta fiabilidad, en general complementando la comprensión de los fenómenos que las organizaciones abordan actualmente mediante empíricas aproximaciones sucesivas.
- b) La segunda se refiere al esfuerzo integrado para definir y medir factores organizativos relacionados con la seguridad de las plantas nucleares. A título de ejemplo, dos investigadores de Estados Unidos, Rick Jacobs, del Departamento de Psicología del Centro para las Ciencias Aplicadas del Comportamiento de la Universidad Penn State y Sonja Haber, del Departamento de Tecnología Avanzada, Factores humanos y Análisis de Funcionamiento del Laboratorio Nacional de Brookhaven, han descrito sus investigaciones (Ref. 8), que comenzaron por una revisión de trabajos relacionados con la explotación de centrales nucleares e instalaciones de alta fiabilidad buscando parámetros o dimensiones de su funcionamiento que caracterizaran o estuvieran relacionadas con la seguridad. Los autores establecieron una lista de 20 parámetros o dimensiones y el trabajo consistió en definirlos plenamente y desarrollar métodos para su evaluación. La metodología de trabajo requirió entrevistas a los empleados de las instalaciones y está descrita en la referencia citada. Se recogen a continuación y por su interés los parámetros caracterizados:

**Culturales**

Cultura de la organización.  
Sentido de propiedad (vinculación).  
Cultura de Seguridad.  
Prioridades (urgencias).

**Comunicaciones**

Exterior.  
Interdepartamentales.

**Proceso de Decisión**

Centralización.  
Definición de objetivos.  
Estructura de aprendizaje.  
Identificación de problemas.  
Asignación de recursos.

**Conocimientos administrativo**

Coordinación del trabajo.  
Formalización.  
Conocimiento organizativo.  
Papeles/Responsabilidades.

**Administración de recursos humanos**

Evaluación del comportamiento  
Selección de personal.  
Conocimientos técnicos.  
Entrenamiento.



- *La razón principal por la cual algunas centrales nucleares funcionan mejor que otras es porque la dirección inspira a los técnicos a desarrollar un trabajo excelente. No sólo mejora el funcionamiento, la responsabilización clara de los individuos, sino también la constitución de equipos de trabajo y su participación en los procesos de toma de decisiones. Estos procesos implican un volumen relevante de comunicación.*
- *Se destaca, como una buena práctica, el concentrarse más en la corrección y eliminación de errores que en la práctica de buscar individuos o equipos responsables de los mismos.*
- *Potenciación de una fuerte cultura de seguridad basada en los principios del INSAG-4.*

– El Dr. Björn Wahlström, del Centro de Investigaciones Científicas de Finlandia, autor del trabajo “Organizational Factors in Nuclear Safety” (NRWG, DGXII) (Ref. 11), se refiere a diferentes aspectos organizativos y su influencia en la seguridad nuclear desde un punto de vista teórico y se plantea cuestiones relevantes como:

- *¿Es posible identificar de antemano una buena o mala actuación?*
- *¿Cómo puede cambiarse una organización determinada?*
- *¿Cómo deben ser formados y entrenados los componentes de una organización de alta fiabilidad /seguridad?*

– El Forschungsstelle Systemsicherheit del Instituto de Psicología de la Universidad Técnica de Berlín y el TÜV de Renania, están desarrollando varios proyectos de investigación como parte de un amplio programa del B.M.U. (Ministerio Federal de Medio Ambiente) y en colaboración con la industria nuclear en el campo de factores humanos. El objetivo de esos proyectos es describir y mejorar la actuación humana en favor de la seguridad operacional. A largo plazo esto implica el incremento de la eficacia de la acción humana a través de la optimización de los sistemas de aprendizaje adaptativos de la organización. Dirigen la atención sobre la mejora de los sistemas de información de los incidentes incluyendo no sólo los aspectos de factores humanos sino los análisis causales del error humano, ya que ambos aspectos se considera son elementos importantes, que constituyen el Sistema de Aprendizaje de la Organización. El análisis causal incluye el análisis de los factores organizativos, sociales e individuales que contribuyen a los errores de modo común que se identifiquen.

## II.2. El entorno regulador

Se presentan a continuación muestras concretas del interés que este aspecto suscita ante los organismos reguladores e instituciones competentes en materia de seguridad nuclear.

### a) US.NRC

El organismo regulador de Estados Unidos presta atención a este aspecto.

En el documento NRC Research: A 10 year vision, 1994 (Ref. 12) el Dr. Eric S. Beckjord anterior Director de la Oficina de Investigación, pasa revista a las cuestiones más relevantes a ser objeto del programa de investigación del organismo. En el apartado relativo a Organización y Gestión destacan las siguientes afirmaciones:

*“La experiencia muestra una fuerte correlación entre un funcionamiento pobre y deficiencias en gestión y organización. Más aún, plantas que son conocidas por su gestión eficaz raramente han mantenido o recaído en un funcionamiento pobre. Esto sugiere que un estudio sistemático para desarrollar medidas objetivas de organización y gestión podrá ser muy útil a los fines de mejorar la economía al igual que la seguridad y el funcionamiento de las plantas, también será útil a la NRC.*

*Aunque la idea es controvertida, no obstante tiene el potencial de ser el gasto en investigación de seguridad más rentable.”*

El documento plantea las dificultades de esta tarea de investigación y se refiere al hecho de que aunque las empresas eléctricas individualmente han expresado su interés, tanto el INPO como el NEI han expresado reticencias ante las iniciativas de la NRC.

La investigación sobre estos aspectos debería proporcionar métodos que puedan predecir y advertir sobre funcionamientos deficientes y reforzar la confianza sobre las plantas, que bien gestionadas, tienen riesgo de degradar su buen nivel.

Otro objetivo de la investigación es la búsqueda de una medida fiable y repetible del efecto de la organización y la gestión sobre la seguridad operacional de la central. El documento recuerda un interés anterior de la NRC de desarrollar un factor que se aplique al valor del FDN (frecuencia de daño al núcleo) del APS. Un factor inferior a uno indicaría que la gestión de la planta hace que sea más improbable ese acciden-

te. Todo lo anterior suponiendo un tratamiento correcto de los aspectos de Factores Humanos según se tiene en cuenta actualmente. La NRC ha encargado diversos estudios y realizado intentos, no todos ellos satisfactorios en esta tarea, que conceptualmente es clara y en la que manifiesta su intención de perseverar, animando a la industria a encontrar vías que no supongan interferencias con sus prerrogativas como explotadores responsables y que contribuyan a mejorar el funcionamiento de las plantas y a estrechar la varianza existente en torno a los mejores.

Es destacable también entre otras referencias de la NRC el NUREG CR/5437 "Organization and Safety in Nuclear Power Plants" (Ref. 13) preparado por un grupo de investigadores de la Universidad de Minnesota y que explora distintos aspectos de la organización relacionados con la seguridad.

A pesar de la evolución de los últimos años, el documento es de 1990, se reflejan a continuación las siguientes proposiciones por su vigencia:

I) Proposiciones que relacionan la gestión y organización con la eficiencia en la asignación de recursos:

- *Cuanto más eficaz es la estructura de aprendizaje, mayor es la eficiencia en la asignación de recursos y mayor en la seguridad de la planta.*
- *Cuanto más eficaz es la comunicación vertical y horizontal, mayor es la eficiencia en la asignación de recursos y mayor la seguridad de la planta.*
- *Cuanto mayor es la motivación/moral de las personas, mayor es la efectividad en la asignación de recursos y mayor es la seguridad de la planta.*
- *Cuanto mayor es la coordinación funcional, mayor es la eficiencia en la asignación de recursos y mayor es la seguridad de la planta.*

II) Proposiciones que relacionan la gestión y organización con el comportamiento humano:

- *Cuanto mayor sea la eficiencia en la asignación de recursos, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*
- *A mejor estructura de aprendizaje, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*

- *Cuanto más precisos y completos sean los procedimientos, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*
- *Cuanto mayor sea el nivel de supervisión, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*
- *Cuanto más relacionados estén las recompensas y sanciones con el comportamiento, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*
- *Cuanto más específica sea la asignación de responsabilidades, mejor comportamiento humano y mayor seguridad de la planta.*
- *Cuanto mayor es la motivación/moral de las personas, más dirigible es el comportamiento humano y mayor la seguridad de la planta.*

III) Proposiciones que relacionan la gestión y organización con el comportamiento del “hardware”:

- *Cuanto mejor sea el comportamiento humano, mejor será el comportamiento del “hardware” y mayor la seguridad de la planta.*
- *Cuanto más eficaz sea la asignación de recursos, mejor será el comportamiento del “hardware” y mayor la seguridad de la planta.*
- *Cuanto más eficaz sea la estructura de aprendizaje, mejor será el comportamiento del “hardware” y mayor la seguridad de la planta.*

IV) Proposiciones que relacionan la gestión y organización con la estructura de aprendizaje:

- *A mayor flujo de información, mejor capacidad de resolución de problemas y aprendizaje y mayor seguridad de la planta.*
- *A mejor coordinación de las funciones y actividades de la planta, mejor capacidad de resolución de problemas y aprendizaje y mayor seguridad de la planta.*
- *A mayor motivación y moral del personal, mejor capacidad de resolución de problemas y aprendizaje y mayor la seguridad de la planta.*

## b) Autorregulación

También la estructuración y el comportamiento institucional pueden condicionar la seguridad. Buena referencia se encuentra en el libro "Hostages of each-other" (Ref. 14), donde se reflexiona y se evalúa sobre el papel de autorreguladores que desarrolla en Estados Unidos el INPO (Institute of Nuclear Power Operations). La actividad no regulada de INPO, organización de la industria y reconocida por la NRC, constituye una clave para la calidad de la explotación de las centrales nucleares norteamericanas y de su seguridad.

Por otra parte, ya se ha mencionado el International Program for Enhanced Nuclear Power Plant Safety del MIT. Dentro del apartado de aspecto institucional del mismo, se han desarrollado modelos para simular la influencia de los factores sociopolíticos en los distintos aspectos del funcionamiento de una planta nuclear incluida la regulación y la seguridad (Ref. 15). Los modelos incorporan la representación de acciones y decisiones internas de la empresa según se ven afectadas por factores externos, tales como la opinión pública, previsiones sociopolíticas, regulaciones de seguridad o económicas y previsiones financieras.

## c) NEA

La NEA es la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE. Agrupa a los gobiernos y reguladores de los distintos países miembros para continuar con el desarrollo de la energía nuclear como una alternativa energética segura, aceptable ambientalmente y económica.

Concretamente, dentro de la NEA, un grupo de expertos de los países miembros conocido como SESAR (Senior Group of Experts on Safety Research) elaboró, en 1993, un informe titulado "Nuclear Safety Research in OECD Countries". Recientemente el CSNI (Committee on Safety of Nuclear Installations) invitó a un grupo de expertos a revisar el citado informe. En lo relativo a temas de organización y gestión, dentro de las áreas de investigación analizadas, está la de operaciones que incluye a su vez a la de factores humanos que, a su vez, incluye dos áreas relevantes:

- "Caracterización y análisis del comportamiento de los individuos, equipos y organizaciones"

Se considera como un área de especial importancia *"la caracterización del buen comportamiento organizacional"*, indicando que *se requiere un análisis más profundo para poder con-*

*cluir que un comportamiento organizacional es bueno y determinar el modo en que puede ser medido y cuantificado”.*

- “Gestión de seguridad total”

Se considera como áreas de especial importancia “*el desarrollo de una cultura de seguridad, concepto que abarca las actividades de investigación, indicadores de seguridad operacional y procesos de decisión. Se dice que se deben abordar con carácter prioritario los estudios organizacionales y de indicadores de seguridad operacional*”.

A pesar de lo indicado, determinar qué se puede hacer por un organismo regulador es sin embargo difícil.

Es un tema en el que pensar en una regulación detallada, sobre cómo organizar y gestionar una central más allá de lo que es la existencia de un programa de garantía de calidad y la existencia de unos ciertos procesos clave, es actualmente poco realista. En el pasado, se trató de identificar características que debían reunir las organizaciones de las centrales, pero luego se vio que centrales que cumplían perfectamente dichos requisitos podían tener resultados prácticos en términos de seguridad operacional completamente opuestos.

En primer lugar, cualquier actuación del organismo regulador debe evitar desmotivar al explotador en su objetivo de operar la central de forma segura. Una excesiva ingerencia del organismo regulador llevaría al explotador a operar la instalación al dictado del organismo regulador que no tiene tanta experiencia, ni el conocimiento detallado de los problemas organizativos de un explotador.

El organismo regulador debe hacer que el explotador se sienta plenamente responsable y, por tanto, debe centrar su trabajo en identificar metas a alcanzar o reconocer problemas para poder indicarle al explotador en qué medida está asumiendo su responsabilidad de manera razonable.

Un mecanismo de actuación del organismo regulador puede, por lo tanto, consistir en:

- La identificación de unas metas razonables en términos de resultados que ha de alcanzar el explotador.

- La comprobación continua o periódica de que dichas metas se alcanzan requiriendo al explotador planes de actuación concretos para corregir degradaciones encontradas y planes de medida de la eficacia de las acciones correctivas.

El mecanismo citado, orientado a los resultados, es coherente con todas las tendencias actuales basadas en resultados (“performance based”), pero dada la importancia para la seguridad de estos aspectos se considera que no debe limitarse la supervisión de un organismo regulador al establecimiento de metas y medida de resultados.

En línea con lo anterior, otro mecanismo de actuación es la supervisión de los procesos que llevan al explotador a alcanzar los resultados. Una identificación de deficiencias en los procesos es un adelanto en la identificación de degradaciones de los resultados. Este mecanismo supone:

- Entender cuáles son los procesos fundamentales que ha de implantar el explotador. Por ejemplo, existen estudios sobre la distribución del trabajo y mecanismos de coordinación que son más apropiados para una organización que tiene que operar una instalación compleja con un riesgo potencial alto (Mintzberg) (Ref. 16). También existen estudios sobre un proceso que se considera esencial: el proceso de aprendizaje (Ref. 17).
- Analizar en qué medida es esperable que los procesos establecidos por el explotador den lugar a los resultados esperados, identificando situaciones que requieran acciones correctivas.

En ambos casos, las acciones correctivas correspondería identificarlas al explotador, para que se sienta absolutamente responsable de sus efectos, y tendría que demostrar al organismo regulador que, en base a resultados posteriores, son efectivas.

Es pues preciso trabajar en la línea de aumentar el conocimiento del impacto de los procesos sobre la seguridad, manteniendo una línea reguladora que potencie la responsabilidad del explotador, y sin caer en el riesgo de intervenir indebidamente en su actividad, lo que a su vez, puede representar un impacto negativo y no buscado para la seguridad.

### II.3. El entorno de la explotación

Hasta aquí se han recogido opiniones, testimonios y análisis preferentemente del ámbito de la investigación, de la consultoría y del regulador, en algunos casos en colaboración con la propia industria. En el ámbito de la industria, de los titulares de las autorizaciones, de los explotadores de las instalaciones y en consecuencia de los más directamente implicados, se anotan actuaciones sustanciales en este aspecto. La creación de INPO, WANO (World Association of Nuclear Operators) y los movimientos hacia la calidad total proporcionan hechos constatables en el terreno de la mejora de la seguridad operacional. Aquí se trata de profundizar en el aspecto de la relación entre la organización y la gestión y la seguridad, el mayor conocimiento de las relaciones existentes entre ambas y los planteamientos y actuaciones que se derivan de este conocimiento. Planteadas así las cosas o en los términos en que el Dr. Andrew C. Kadak CEO y Director de Yankee Atomic Electric recogía en un reciente artículo en Nuclear News (Ref. 18) *¿Es suficiente con la tecnología?, ¿qué hay sobre la gestión?* Refiriéndose el Dr. Kadak a los datos presentados por el Dr. Zack T. Pate, Director del INPO, comenta que *“es típico encontrar que una central nuclear en Estados Unidos, que comenzó la explotación en el mismo año que otras de iguales características, costó hasta tres veces más y se explota con una plantilla dos o tres veces superior y las variaciones en sus evaluaciones respectivas SALP son notables”*. Concluye el Dr. Kadak, *“las razones de las diferencias no son tecnológicas. Y si la tecnología no es el problema, ¿cuál es el problema?”*. Y se dirige a los participantes en la actividad nuclear con la pregunta *“¿qué valor añadido yo personalmente y qué contribuyo yo a la seguridad, economía, y mejora del funcionamiento?”*.

Entre sus recomendaciones está la de revisar con detalle los procesos reforzando la autoridad, la responsabilidad, la objetivización del cumplimiento y la realización de ejercicios de comparación (benchmarking) dentro de la propia industria y fuera de la misma. Destaca citando al Dr. Ivan Selin anterior Presidente de la NRC, que es preciso una innovación dando pasos más largos que los que se han venido dando, e incita a mirar fuera de la propia industria nuclear para la búsqueda de fórmulas nuevas de gestionar.

Con referencia a los planteamientos estratégicos de la industria nuclear occidental y concretamente a la española, figuran importantes consideraciones a los programas de mejora continua, calidad total y cultura de seguridad. El conocimiento de la tecnología es condición imprescindible para asegurar no sólo la seguridad sino la explotación eficiente en su conjunto y aquí es preciso introducir un comentario en relación con un conjunto de países como Finlandia, Bélgica, Suiza y España que no desarrolla-

ron sus propias líneas de tecnología básica y que obtienen unos resultados de explotación que consistentemente figuran entre los mejores internacionalmente. Este hecho puede ser debido a la atención especializada que cada planta concreta recibe, creando una cultura de calidad focalizada a la explotación correcta. Una vez más se encuentra una prueba de la tesis de que la tecnología no lo es todo sino que la calidad de los factores humanos, de la gestión, del comportamiento, de la organización, del entorno regulador y de la estructura institucional tienen una gran influencia en los niveles de calidad obtenidos.

El reto concreto que se plantea en toda la industria y en el ámbito de la regulación es el de profundizar en el conocimiento de estas relaciones, que implican el uso de las metodologías y herramientas que desarrollan las ciencias del comportamiento humano y de las organizaciones, y más allá del alcance que de una forma típica tienen planteados los esfuerzos actuales en factores humanos, en el sentido estricto de la interacción hombre-máquina y su entorno próximo.

Este reto tiene particular importancia cuando las tendencias actuales son las de ir a un sistema regulador progresivamente más racionalizado, en base al riesgo y a la experiencia operativa y en el que la componente de autorregulación reciba cada vez un crédito mayor.

#### II.4. El entorno de la investigación

Durante años se han dedicado esfuerzos significativos de investigación a identificar, definir y evaluar los factores organizacionales importantes para la seguridad de las instalaciones de alto riesgo. Se trataba de entender los mecanismos por los que dichos factores organizacionales influían en la seguridad de las instalaciones y de desarrollar modelos que simulasen esos mecanismos. Inicialmente se consideraba que toda ganancia en seguridad imponía un costo directo o en forma de pérdida de producción. Posteriormente se comprobó que generalmente las instalaciones más seguras eran a su vez las más rentables (lo opuesto no es necesariamente cierto).

En la realización de los trabajos anteriormente citados se han utilizado diferentes aproximaciones entre las que pueden citarse:

- El uso de diferentes teorías organizacionales, como por ejemplo, la teoría sociológica de las organizaciones de H. Mintzberg, para definir los elemen-

tos organizacionales con impacto en la seguridad y los mecanismos de interacción.

- La realización de estudios empíricos para investigar la relación entre organización y seguridad.
- La definición de dimensiones organizativas y el uso de técnicas para la medida de las mismas (entrevistas estructuradas, listas de chequeo de comportamientos, escalas de valoración basadas en comportamientos, etc.).
- El uso de técnicas de investigación de accidentes e incidentes relevantes capaces de identificar las causas de los mismos relacionadas con la organización y dirección.

Sobre la base de esos trabajos se han elaborado múltiples modelos cualitativos para representar las interacciones entre los factores organizacionales y la operación segura de las instalaciones. Pero dichos modelos adolecen de la imposibilidad de identificar el impacto relativo de los diferentes factores. Para superar ese problema se han desarrollado modelos cuantitativos que tratan de simular el efecto de los distintos factores organizacionales sobre la seguridad, entre dichos modelos cuantitativos desarrollados en Estados Unidos se pueden citar a título de ejemplo:

- MACHINE (Model of Accident Causation using Hierarchical Influence Network)
- WPAM (Work Process Analysis Model)

Este último es especialmente interesante dado que está orientado a poder incluir en los Análisis Probabilísticos de Seguridad (APS) el tratamiento cuantitativo de los factores organizacionales. Esta inclusión resolvería un problema de los actuales APS en los que las dependencias organizacionales entre fallos de sistemas y/o entre errores humanos no se modelan de forma explícita.

Los riesgos de un accidente grave en instalaciones de una determinada industria están dominados por los de aquellas instalaciones con peores sistemas de organización y dirección. Las mejores instalaciones generalmente dispondrán de mecanismos de organización y dirección adecuados. Por todo lo anterior, si se llegara a disponer de herramientas que permitieran a las instalaciones con mayor riesgo mejorar sus prácticas de organización y dirección, se conseguirían aumentos significativos en el nivel de

seguridad operacional de toda la industria y además, dichas herramientas no impondrían nuevos esfuerzos sobre aquellas instalaciones que ya tienen un buen nivel. Estas actuaciones se prevé, por tanto, que tengan una excelente relación beneficio/coste.

Dado su interés, existen múltiples trabajos relacionados con el tema. Muchos organismos reguladores han realizado o financiado investigaciones, especialmente la Nuclear Regulatory Commission (NRC) de los Estados Unidos. También la industria nuclear americana ha financiado actividades. Sólo en los Estados Unidos existen múltiples universidades y laboratorios nacionales con trabajos importantes en el tema. A continuación, sin ánimo de exhaustividad, se listan algunos:

- *Battelle Human Affairs Research Center. Seattle. WA.*
- *University of Maryland, MD.*
- *Pennsylvania State University's Center for Applied Behavioral Sciences PN.*
- *Brookhaven National Laboratory's Human Factors and Performance Analysis Group. NY.*
- *School of Engineering and Applied Science, University of California, LA.*
- *Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology, MA.*
- *Stanford University. Department of Industrial Engineering and Engineering Management. Stanford. CA.*
- *University of California, CA.*

Algunos de ellos, como el del MIT y Penn State, ya han sido comentados anteriormente. También se ha comentado el interés en muchos otros países y se encuentran trabajos relevantes como los mencionados del Technical Research Centre de Finlandia (VTT), de la Lund University de Suecia, y de la Technische Universität de Berlín en Alemania.

Múltiples organizaciones internacionales han dedicado también considerables esfuerzos al tema. Son bien conocidos los trabajos relacionados con Cultura de Seguridad de la International Atomic Energy Agency (IAEA) como el de "*Management for Excellence in a Power Plant Performance. A manual. Technical Reports Series n.º 369. IAEA 1994*" de la División de Energía Nuclear de la misma IAEA (Ref. 19). El International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA) con sede en Austria también ha llevado a cabo trabajos en el tema.

Existen también trabajos de sociedades de profesionales de ámbito mundial como son la Society of Risk Analysis y la Human Factors Society.

Como puede apreciarse de lo anterior, el tema del impacto de la organización y dirección en la seguridad de las instalaciones no se ha limitado sólo al sector de la energía nuclear, siendo especialmente destacables algunos trabajos relativos al sector espacial, al sector defensa y al de las plataformas petrolíferas marinas.

El hecho de que, a pesar de todos esos esfuerzos, no exista todavía una metodología generalmente aceptada, da una idea de la complejidad del tema. La mera asimilación de los trabajos desarrollados en este campo tan complejo requiere de un programa propio que parta de un análisis del estado del arte actual.

En España, el CIEMAT tiene grupos como el de Análisis de Riesgos Industriales y el de Factores Humanos con una visión no limitada al sector nuclear. Y el Consejo de Seguridad Nuclear contempla la posibilidad de promover un proyecto moderno de I+D en este campo.

De una manera muy preliminar el proyecto consideraría tres objetivos básicos:

- 1) Revisar la bibliografía existente sobre el impacto de la organización y dirección en la seguridad de las centrales nucleares y de otras organizaciones con características similares. Cubriendo todo el espectro, incluyendo modelos organizativos básicos, procesos de aprendizaje, herramientas de identificación de problemas de organización y dirección, y modelos que permitan la incorporación del impacto de la organización/dirección a los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS).
- 2) Identificar las organizaciones que en los países más representativos con centrales nucleares participan en programas de I+D relacionados con el impacto de la organización y dirección en la seguridad de las centrales. Identificar las organizaciones que, en España, pudieran contribuir a las actividades necesarias para la delimitación y uso de las herramientas adecuadas.
- 3) La elaboración de un programa de investigación y desarrollo, para unos tres a cinco años, que permita una asimilación correcta de las tecnologías disponibles para la evaluación del impacto de la organización en la seguridad y que incluya, si fuera preciso, actividades de investigación orientadas al análisis de aspectos específicos de carácter nacional. Una actividad a considerar en el programa sería la conveniencia de obtención de financiación del V Programa Marco de la CE y, por tanto, debería contar con el establecimien-

to de acuerdos con organizaciones relevantes de otros países de la CE. Es importante resaltar que este objetivo sería fundamental en este trabajo.

## II.5. Aplicabilidad de los resultados y la necesidad de la cuantificación

Esta materia implica directamente las relaciones entre regulador y propietario o entre propietario y operadores y, por lo tanto, es condición de cualquier actividad a desarrollar proceder en adecuada consideración a estas relaciones.

De una manera muy preliminar puede decirse que el conocimiento obtenido de la experiencia operativa no se pretende que constituya requisitos adicionales. A priori se trata de establecer metodologías que permitan identificar puntos débiles en la organización, que puedan conducir a fallos del equipo de trabajo, de tal forma que los propios gestores dispongan de herramientas que les permitan tomar de manera preventiva acciones correctoras, como ya se ha comentado, en relación con el interés de los organismos reguladores.

Identificar y disponer de parámetros cuantificables es la mejor manera de objetivizar y sistematizar el conocimiento y mejorar no sólo las herramientas preventivas/correctivas sino las metodológicas de evaluación. La identificación de parámetros representativos y medibles así como su metodología de cuantificación asociada constituyen una indudable dificultad y un reto que exigirán el esfuerzo necesario y siempre caracterizarán el objetivo final de una investigación completa.

---

III

La cultura de Seguridad

---

### III. La Cultura de Seguridad

Lo expuesto en apartados anteriores enriquece el concepto de Cultura de Seguridad y ayuda a profundizar en sus aspectos de aplicación.

Retomando la definición de INSAG-4 del OIEA, *como conjunto de características y actitudes en las organizaciones y en los individuos, que aseguran que con prioridad esencial las cuestiones de seguridad en la central nuclear reciban la atención que merecen en razón de su importancia.* Es precisamente en el campo de las “*características y actitudes... que aseguran*” donde es preciso obtener un conocimiento cada vez más objetivizado y científico para poder aplicarlo de una manera más rigurosa y sistemática, lo cual permitirá a su vez evaluar y medir el nivel de cultura alcanzado por una determinada organización y conocer si este nivel se mantiene o por el contrario sufre un deterioro con el tiempo. El no disponer de esta posibilidad debilita el concepto de Cultura de Seguridad. En paralelo, es evidente que el concepto es rico en contenido y una buena cultura constituye una exigencia clara para una explotación segura y eficaz.

Algunas conclusiones concretas, no obstante, se considera que es conveniente referenciar:

Distinción entre buenas y malas prácticas.

Ya en 1992 el Dr. T. Murley entonces director de la NRR de NRC hacía referencia a lo que es buena o mala Cultura de Seguridad.

#### Ejemplos de dos culturas diferentes

| Planta A   | Planta B   |
|--|--|
| Personal bien entrenado.                               | Personal mal entrenado.  |
| Seguimiento riguroso de procedimientos.                | No uso de procedimientos.                                      |
| Plantilla completa.                                    | Elevado número de vacantes.                                    |
| Cumplimiento de plazos.                                | Incumplimiento reiterado de plazos.                            |
| Cultura de la ética en la energía nuclear.             | Cultura de instalación convencional.                           |
| Profesionalidad en Sala de Control.                    | Indisciplina en Sala de Control.                               |
| Reducido número de disparos.                           | Frecuentes disparos.   |
| Buen mantenimiento preventivo.                         | Utilización de equipos hasta su fallo.                         |
| Reparación de sistemas de seguridad con planta parada. | Entrada rutinaria en condiciones límites de operación (ETF's). |

|  |  |
|--|--|
| Bajo número de fallos después de mantenimiento.<br>Correctivo inmediato. | Elevado número de reparaciones después de mantenimiento.<br>Tiempo elevado de equipos fuera de servicio. |
| Áreas radiológicamente limpias.  | Muchas áreas con elevado nivel de radiación  |
| Apoyo de ingeniería en planta.   | No presencia de apoyo de ingeniería en planta.   |

- Las metodologías y técnicas asociadas a la obtención de una gestión de calidad o, en términos al uso, búsqueda de la excelencia, calidad total, etc., proporcionan caso por caso prácticas recomendables, mejora de comunicación y de motivación, trabajo en equipo, mejora de los procesos de aprendizaje, reingeniería de procesos, buenas prácticas, “benchmarking”, etc., son excelentes herramientas que, convenientemente usadas, proporcionan mejoras en los niveles de seguridad y de eficacia operacional.
- En cualquier caso, la tensión por la mejora continua proporciona un entorno favorable a una seguridad creciente y constituye un elemento esencial en cualquier esquema de gestión moderno. Tal como se indicó en la Conferencia Internacional sobre Avances en la Seguridad Operacional de las Centrales Nucleares, celebrada en Viena del 4 al 8 de septiembre de 1994:

*“No existen atajos para alcanzar la perfección en la gestión y regulación de la seguridad, pero si nunca pensamos que la hemos alcanzado, existe la esperanza de que nos aproximemos a ella.”*

Y, naturalmente, hay que subrayar lo importante de un comportamiento ético firmemente asentado desde los principios de las formulaciones estratégicas y aplicado y vigilado con rigor en las operaciones nucleares (Ref. 20: “Pour une éthique de l’énergie nucléaire” y Ref. 21: “Ética y Energía Nuclear” por el profesor Agustín Alonso Santos). Este comportamiento ético debe estar siempre en el fondo y debiendo servir de fundamento a toda operación de responsabilidad como la explotación nuclear y siendo contemplado desde la óptica personal y de la organización.

---

IV

Conclusiones

---

#### IV. Conclusiones

Se puede intentar concluir lo anteriormente expuesto de la siguiente forma:

1. La complejidad creciente de los sistemas técnicos requiere una complejidad creciente de las organizaciones. Las organizaciones de explotación de las instalaciones nucleares son complejas y sus procesos fuertemente imbricados.
2. Plantas con diseños similares construidas en parecidas circunstancias pueden presentar considerables diferencias en cuanto a su seguridad. La experiencia operativa demuestra que la gestión y la organización influyen de manera directa en la Seguridad Nuclear. Se sabe estadísticamente que una buena seguridad operacional responde a una calidad de gestión alta y lleva aparejada buenos resultados económicos y de eficacia operativa.
3. Es necesario profundizar en el conocimiento de la relación entre Gestión, Organización y Seguridad y los procesos y actuaciones críticas con ellos relacionados. A este conocimiento pueden contribuir decisivamente las ciencias y metodologías del comportamiento humano y de las organizaciones.
4. El conocimiento adquirido puede emplearse en anticipación o prevención de situaciones o prácticas de riesgo y en conseguir mejorar las actuaciones "menos satisfactorias". Al tratarse de actuaciones humanas es previsible que el conocimiento derive más bien hacia recomendaciones que hacia medidas de tipo prescriptivo. Por otro lado, el conocimiento adquirido puede servir a una más precisa modelización en los análisis de riesgo y a la cuantificación.
5. El conocimiento permitirá precisar más los conceptos que componen una sólida Cultura de Seguridad. No obstante, con la formulación actual del concepto, los explotadores deben impulsar la mejora constante de su nivel. En esta mejora existen unas consideraciones ampliamente aceptadas sobre el uso de:
  - Buenas prácticas
  - Metodologías y Herramientas de Calidad Total
  - Estrategias de Mejora Continua

6. En cualquier caso, no hay sustituto para un comportamiento y actuación individual o colectiva basados en principios éticos, cuya importancia debe estar eficazmente tomada en cuenta en todo momento y explícitamente en las formulaciones estratégicas de la organización. Sólo es posible bajo esta premisa la utilización de tecnologías avanzadas que suponen riesgo, para dar un servicio a la sociedad.

---

## Índice de siglas

|        |  |
|--------|--|
| APS    | Análisis Probabilístico de Seguridad                                   |
| ASCOT  | Assessment of Safety Culture in Organizations Teams                    |
| BMU    | Ministerio Federal de Medio Ambiente. Alemania                         |
| CE     | Comunidad Europea  |
| CIEMAT | Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas |
| CSNI   | Committee on the Safety of Nuclear Installations                       |
| GRS    | Sociedad Alemana para la Seguridad de los Reactores                    |
| IIASA  | International Institute of Applied Systems Analysis                    |
| INPO   | Institute of Nuclear Power Operations                                  |
| INSAG  | International Nuclear Safety Advisory Group                            |
| MIT    | Massachusetts Institute of Technology                                  |
| NEA    | Nuclear Energy Agency  |
| NEI    | Nuclear Electric Institute   |
| NRC    | Nuclear Regulatory Commission. EE.UU.                                  |
| NRR    | Nuclear Reactor Regulation. EE.UU.                                     |
| OCDE   | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico             |
| OIEA   | Organismo Internacional de Energía Atómica                             |
| SALP   | Systematic Assessment on Licensee Performance                          |
| SESAR  | Senior Group of Experts on Safety Research                             |
| SNE    | Sociedad Nuclear Española  |
| TMI    | Three Mile Island  |
| TÜV    | Agencia de Inspección Técnica de Alemania                              |
| VTT    | Technical Research Centre de Finlandia                                 |
| WANO   | World Association of Nuclear Operators                                 |

---

## Referencias

1. NUREG-0578. "Short Term Recomendations". Julio 1979.
2. NUREG-0595. "Lessons Learned Task Force Final Report". Octubre 1979.
3. Informe Kemeny. "The Accident at Three Mile Island. The need for change the legacy of TMI". Octubre 1979.
4. NUREG/CR-1250. Informe Rogovin. "Three Mile Island - A report to the Commissioners and to the Public". Enero 1980.
5. Reunión Anual S.N.E., 1992: "Root Cause Analysis and Corrective Actions for Power Plants". C. Chiu. 1992.
6. MIT 1995: "Current Regulatory Issues. Trends in Reactor Safety Regulation". K. C. Rogers. Julio 1995.
7. MIT International Program for Enhanced Nuclear Power Plant Safety (1991-95). "Organizing and Managing for Safe Production: New Frameworks, New Questions, New Actions". J. S. Carroll and C. Perin. Junio 1995.
8. R. Jacobs and S. Haber: "Organizational Processes and Nuclear Power Plant Safety". 1994.
9. C. Chiu: "A Comprehensive Course in Prevention and Reduction of Organizational and Programatic Failures". Octubre 1992.
10. Nuclear Power Safety Royal Institute of Technology Stockholm. B. R. Sehgal: "International Comparison of the Operational Performance of Nuclear Power Plant Safety". Marzo 1995.
11. Technical Research Centre of Finland. B. Wahlström: "Organizational Factors in Nuclear Safety". 1995.
12. Nuclear Regulatory Commission. E. S. Beckjord: "NRC Research: A 10-year Vision". 1994.
13. NUREG/CR-5437: "Organization and Safety in Nuclear Power Plants". Mayo 1990.
14. INPO. The University Chicago Press. "Hostages of each-other".
15. MIT Program for Enhanced Nuclear Power Plant Safety. K. F. Hansen, M. G. Tusek, C. K. Enbanks: "System Dynamics Modeling of Social/Political Factors in Nuclear Power Plant Operations". 1995.
16. H. Mintzberg: "Structure in Fives. Designing Effective Organizations". 1983.

17. J. Olson: "Learning in Nuclear Power Plants". 1991.
18. A. C. Kadak: "Is Technology enough? What about Management?". Nuclear News. Febrero 1994.
19. "Management for Excellence in Nuclear Power Plant Performance. A manual. Technical Reports Series n.º 369". IAEA. 1994.
20. U. C. Lyon y E. d. F.: "Pour une éthique de l'énergie nucléaire". Septiembre 1990.
21. A. Alonso. "Ética y Energía Nuclear". SNE. Enero 1995.

**Organización y Seguridad Nuclear:  
Cultura de Seguridad**

Colección  
Otros Documentos CSN

**CSN**



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR