

## **AUTOEVALUACION INDEPENDIENTE DE UN PROGRAMA DE PROTECCION RADIOLOGICA OPERATIVA**

*Medrano L. Marco A., Rodríguez C. Carlos C., Linares R. Daniel,  
Zarate M. Norma, Zempoalteca B. Rocío.  
Gerencia Subsele Sureste  
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México  
maam@nuclear.inin.mx*

### **RESUMEN**

El programa de protección radiológica operativa de una central nuclear consta de múltiples procedimientos y tareas asociadas que tienen como finalidad la protección radiológica de los trabajadores de la central. Es por esto que la evaluación constante del programa resulta una herramienta importante en la identificación de sus debilidades (y fortalezas), de modo que se puedan atender oportunamente. En este trabajo se describen los elementos principales del programa de autoevaluación independiente del programa de protección radiológica operativa de la Central Laguna Verde, que ha sido desarrollado e implementado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La operación de una central nuclear de generación de electricidad requiere contar con un grupo de protección radiológica que brinde protección y control a todos los trabajadores que realizan actividades relacionadas con la operación y mantenimiento de las instalaciones de la central en todos sus modos de operación. Esto implica que el programa de protección radiológica debe ser capaz de identificar y controlar el riesgo que enfrentan los trabajadores al realizar actividades en áreas contaminadas, en áreas con diferentes niveles de radiación, en áreas con contaminación radiactiva en el aire, o en áreas con combinaciones de las condiciones anteriores. Todo esto lleva a la elaboración de procedimientos complejos y con instrucciones y criterios múltiples, los cuales deberán tomarse en cuenta siempre que se realice un trabajo dentro de las instalaciones de la central. Es por esto que la implantación de métodos de evaluación de la efectividad de los procedimientos y del programa mismo son de suma utilidad para garantizar la protección de los trabajadores.

Debido a esto la Jefatura de protección radiológica de la Central Laguna Verde solicitó al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares el desarrollo e implementación de un programa de evaluación independiente de los resultados del programa de protección radiológica operativa de las dos unidades de la Central Laguna Verde.

### **2. QUE ES EVALUAR [1]**

Una evaluación se define normalmente como un *juicio sistemático sobre el valor o mérito de algo*, por "algo" se puede entender un proceso, una tecnología, un programa, etc.. En nuestro

caso, este “algo” es un programa de protección radiológica complejo. A la definición anterior debería añadirse el hecho de que evaluar tiene siempre un propósito práctico, que es la mejora del programa que evaluamos. En efecto, una evaluación no es en modo alguno un ejercicio académico sino una herramienta para la mejora de las actividades o etapas del programa, proceso o tecnología.

Existen muchos tipos de evaluaciones, entre las que se destaca la **evaluación de resultados** en donde el interés se centra en el producto final de un proceso, programa o tecnología. Mientras que la **evaluación formativa** se centra en entender la manera en que un programa es aplicado y por tanto en cuestiones como la formulación del programa, la manera en que es puesto en marcha, los procedimientos de acceso a la información, la suficiencia y adecuación de los recursos humanos, materiales y financieros.

El éxito de un programa de evaluación depende de diversos factores entre los que se encuentran: la definición de objetivos, la identificación de los destinatarios y de los ámbitos a evaluar, la determinación del método de evaluación y los métodos para manejar y difundir la información obtenida. Así como las fuentes y métodos de recolección y manejo de la información obtenida.

En este sentido un programa de evaluación debe asegurar que los resultados del programa se difundan en los niveles adecuados para lograr la retroalimentación de información, a fin de que puedan identificarse y corregirse las deficiencias encontradas.

### **3. EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERATIVA DE UNA CENTRAL NUCLEAR [2]**

Un programa de protección radiológica esta formado por diversas actividades para el control de trabajos en áreas con material radiactivo, una de las formas de control consiste en:

1. El seguimiento y control de los trabajos y de los trabajadores y
2. El conocimiento y control del estado radiológico dentro de las áreas restringidas.

Por estado radiológico se entiende la identificación de los niveles de radiación y contaminación, así como el tipo y forma física de las fuentes de material radiactivo en un área determinada. El control del estado radiológico de una central nuclear comprende la identificación y control de múltiples variables (temas), entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: el establecimiento, control y señalización de áreas con radiación, de áreas con alta radiación y de áreas contaminadas; el control y almacenamiento provisional de equipos y materiales contaminados dentro de las áreas restringidas; el uso y control de instrumentos portátiles; etc.

El proyecto de autoevaluación independiente del programa de protección radiológica operativa de la Central Laguna Verde fue encomendado al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares por la Jefatura de Protección radiológica de la Central para contar con una opinión independiente del estado radiológico dentro de las dos unidades de la Central durante periodos de operación normal.

En las secciones que siguen los conceptos y valores que se presentan tienen la finalidad de ilustrar los conceptos de este trabajo y de ninguna manera corresponden a los resultados reales obtenidos en las instalaciones de la Central Laguna Verde.

### 3.1 Lista de Temas y Grados de Importancia

La selección de temas de un programa de evaluación es una parte fundamental del proceso de evaluación, ya que a partir de ellos se puede diagnosticar correcta o erróneamente el funcionamiento del programa o proceso a evaluar. Esta selección puede provenir de requerimientos regulatorios, de evaluaciones previas, de recomendaciones de expertos o del análisis de los componentes del proceso o programa, o puede originarse como una combinación de las fuentes mencionadas.

Debido a que una deficiencia en el control de un área de alta radiación puede ser mucho más significativa que una relacionada con el almacenamiento provisional de una bolsa con herramientas contaminadas, resulta conveniente priorizar por *grado de importancia* (GI) los diferentes temas, es decir, se pueden asignar factores de peso mayores a los temas más sensibles del programa, de modo que durante el análisis de los resultados de la evaluación se resalten las deficiencias en los temas más sensibles. En la tabla I se muestra una lista de temas que pueden incluirse en la evaluación de un programa de protección radiológica operacional de una central nuclear:

**Tabla I Lista de temas y grados de importancia para la evaluación de un programa de protección radiológica operacional de una central nuclear**

TEMA	ACTIVIDAD	GI
1	Señalización de áreas.	26
2	Establecimiento de puntos de control	18
3	Acordonamientos	15
4	Ropa, herramientas y materiales	10
5	Temporalidades aseguradas	13
6	Bolsas sin identificación	13
7	UPV y aspiradoras	13
8	Control de áreas con alta radiación	42
9	Puertas abiertas al exterior	23
10	Áreas contaminadas en accesos	15
11	Derrames de aceites o líquidos	17
12	Contenedores de materiales Peligrosos.	17
13	Instrumentos portátiles.	23
14	Estaciones de automonitoreo	20
15	Conexiones eléctricas deficientes	23
16	Control de puntos calientes	23
17	Accesorios ALARA	13
18	Inspecciones radiológicas	28
19	Monitoreo de aire	23
20	Materiales en alberca de combustible gastado	30
21	Control de paños y zonas de acopio	15
22	Control de cajas de herramientas y materiales	15

### 3.2 Descripción de Temas

Cada uno de los temas del programa debe ser descrito en forma más clara de modo que el error de apreciación del evaluador se minimice, para lograr esto se puede elaborar un manual con la descripción detallada de cada uno de los temas, su definición, la identificación de algunos ejemplos de deficiencia y alguna información útil que puede provenir de los procedimientos que gobiernan la actividad. Como un ejemplo, en el cuadro siguiente se muestra la descripción para el tema: “Señalización de áreas”.

<p><b>Tema 1</b>      <b><u>Señalización de áreas</u></b></p> <p><i>“La señalización de áreas deberá ser acorde a los lineamientos contenidos en el procedimiento PR-xxxx”</i></p> <p><b>Ejemplos de deficiencias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ Señalización incompleta.</li><li>◆ Exceso de señalamientos.</li><li>◆ Señalización oculta o difícil de ver por el trabajador.</li><li>◆ Áreas contaminadas señalizadas como áreas con radiación.</li><li>◆ Falta de señalización en los flancos de un acordonamiento.</li><li>◆ Áreas acordonadas sin señalar.</li><li>◆ falta de señalización de bidones para ropa y accesorios de PR en áreas contaminadas, (hules, algodones, basura).</li><li>◆ Falta de señalización dentro de áreas contaminadas.</li><li>◆ Señalización inadecuada de puntos calientes.</li><li>◆ Señalización caída.</li><li>◆ Señales mal amarradas (listoncitos, masking tape, etc.)</li></ul> <p><b><u>Extracto del procedimiento PR-xxxx:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Para <i>pegar</i> los rótulos de PR deberá usarse silicón (pequeñas cantidades) o sustancia similar (consultar antes al Grupo Químico). <i>No usar cintas</i> masking, poliken ni alternativas similares que den un aspecto “parchado”.</li><li>❖ No son válidos en los rótulos: parches, tachaduras, borrones, anotaciones encimadas, notas manuscritas, ni recursos de ese tipo.</li><li>❖ La señalización <i>a la entrada</i> de los diferentes cuartos de la Central deberá estar colocada en una posición tal que <i>la apertura de sus puertas no implique que dicha señalización quede oculta</i>. Esto puede ocurrir por ejemplo, cuando los rótulos radiológicos están colocados exactamente en la puerta que al ser abierta, los deja fuera del alcance de la vista. Para evitarlo, los rótulos deben ir colocados al lado de las puertas.</li></ul>
---

### 3.3 Hojas de Seguimiento

Una vez que se cuenta con un listado de temas a evaluar se puede proceder a elaborar un plan de inspecciones periódicas, que pueden ser diarias, semanales o con la frecuencia deseada. Cada vez que durante la inspección de campo se encuentra una situación de deficiencia se identifica como *punto de mejora (PM)*, el cual es registrado y documentado apropiadamente.

Una vez que se ha realizado un número significativo de inspecciones en un periodo de tiempo, que puede ser un trimestre, se procede a elaborar un resumen de *puntos de mejora* identificados para cada uno de los temas del programa, y se presentan en forma tabular como la de la figura 1 en donde también se incluye la ubicación por edificio y nivel dentro de las Areas restringidas de una Central Nuclear.

**DATOS DE ENTRADA 2004**

PRIMER TRIMESTRE 2004

T E M A	L O C A L I Z A C I O N																					TOTAL	Núm. de inspec.
	R E A C T O R								T U R B I N A			D E S E C H O S   R A D I A C T I V O S					C O N T R O L						
	0.65	3.30	10.15	18.70	25.10	33.00	39.40	49.90	1.90	10.15	18.70	0.55	5.20	10.15	18.70	25.10	10.15	14.05	25.10	C1	C2		
R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	T1	T2	T3	D1	D2	D3	D4	D5	C1	C2	C3					
1 Señalización de Areas																							
2 Establecimiento de puntos de control																							
3 Acondonamientos																							
4 Ropa, herramientas y materiales																							
5 Temporalidades aseguradas																							
6 Bolsas sin identificación																							
7 LP Ys y aspiradoras																							
8 Control de Areas de alta radiación																							
9 Puertas abiertas al exterior																							
10 Areas contaminadas en accesos																							
11 Derrames de aceites y líquidos																							
12 Contenedores de materiales peligrosos																							
13 Instrumentos portátiles																							
14 Estaciones de automonitoreo																							
15 Conexiones eléctricas deficientes																							
16 Control de puntos calientes																							
17 Accesorios ALARA																							
18 Inspecciones radiológicas																							
19 Monitoreo de aire																							
20 Materiales en alberca de combustible gastado																							
21 Control de paños y zonas de acopio																							
22 Control de cajas de herramientas y materiales																							
TOTALES																							

**Figura 1. Ejemplo de hoja de seguimiento trimestral.**

Si la hoja de seguimiento se construye electrónicamente en excel se pueden aprovechar las capacidades de manejo de datos para llevar a cabo análisis de datos sencillos como la determinación de número total de PMs por nivel de un edificio, por edificio o el número total de PMs durante el periodo, etc.

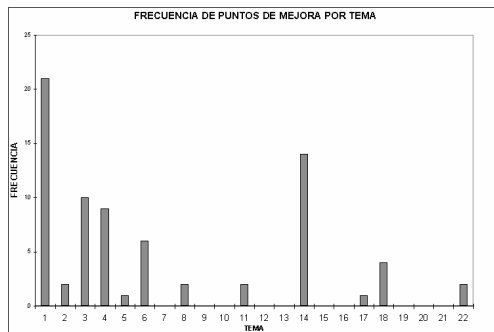
Si se establece un programa anual de evaluaciones y se resumen en forma trimestral los resultados de las inspecciones realizadas en cada periodo, se pueden entonces comparar los avances o retrocesos de cada tema, ubicación, edificio a lo largo del tiempo o se pueden realizar análisis estadísticos sencillos, como por ejemplo, se puede hacer un análisis de Pareto para identificar cuales son los temas con mayor incidencia de deficiencias (PMs), de modo que se puedan identificar las partes del programa que requieren mayor atención.

El programa de autoevaluación independiente del programa de protección radiológica (AEIPR) que el ININ ha implementado en la Central Laguna Verde esta enfocado a la evaluación de resultados de diferentes elementos (temas) que forman parte del programa de protección radiológica operacional de la Central Laguna Verde, y esta diseñado para realizar al menos cuatro inspecciones de campo por trimestre en cada una de las dos unidades de la Central, cada inspección se reporta en forma individual a los supervisores de protección radiológica de cada

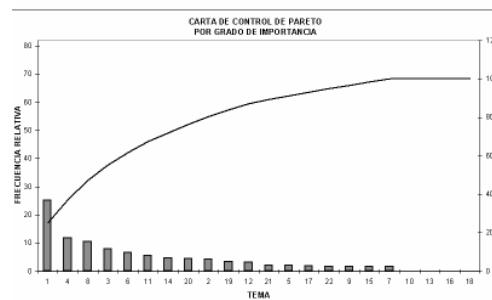
unidad y se discute con ellos para lograr la retroalimentación de información. Adicionalmente se elaboran reportes de resultados semestrales y anuales en los cuales se evalúan las tendencias globales y se identifican los temas con mejoras evidentes, los temas donde se requiere atención adicional y los temas que están debidamente controlados, en cuyo caso se puede proceder a eliminarlos del programa, así mismo el programa esta siempre abierto a incorporar temas que la jefatura de PR considere que requieren vigilancia y seguimiento o temas que identifican los evaluadores durante las inspecciones de campo. Entre la información contenida en los reportes semestrales y anuales se encuentra el seguimiento de lo siguiente:

- Frecuencia de puntos de mejora por tema,
- Frecuencia de puntos de mejora por localización.
- Cartas de control de Pareto simple y por grado de importancia.
- Frecuencia de puntos de mejorapor inspección para un tema específico.

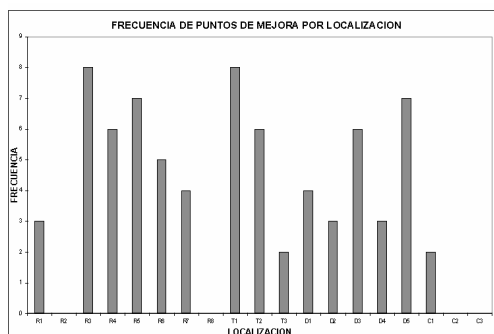
Como un ejemplo de los resultados obtenidos por un programa de evaluación se pueden ver las figuras 2, 3, 4 y 5.



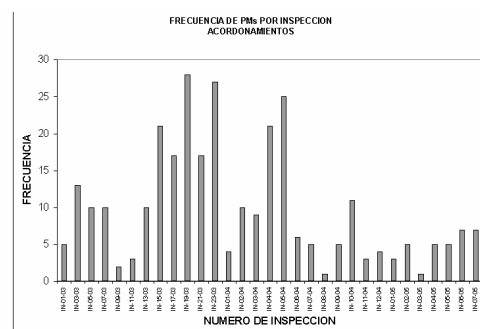
**Figura 1** frecuencia de puntos de mejora por tema.



**Figura 3.** Carta de control de parteo por grado de importancia.



**Figura 2.** Frecuencia de puntos de mejora por localización.



**Figura 4.** Frecuencia de puntos de mejora por inspección para el tema acordonamientos

### **3.4 Retroalimentación**

En todo proceso de evaluación de un programa de protección radiológica operativa no debe perderse de vista que uno de los principales objetivos consiste en la retroalimentación oportuna de resultados a los supervisores y técnicos de PR de campo, de modo que puedan identificar fallas y oportunidades de mejora de los temas vigilados mediante el proceso de evaluación.

En este sentido resulta de suma utilidad que los reportes del evaluador sean claros, precisos y objetivos, lo cual se puede lograr mediante la emisión de reportes ilustrados con fotografías y la descripción escrita de los puntos de mejora identificados durante la evaluación (inspección) de campo.

La experiencia en la Central Laguna Verde ha mostrado que la emisión de un reporte ilustrado de cada inspección, así como la revisión conjunta del reporte entre el evaluador y los supervisores y técnicos de PR han sido de gran utilidad no solamente para la identificación de áreas de mejora, sino que ha dado origen a la modificación de criterios y procedimientos operativos del grupo de PR.

## **4. CONCLUSIONES**

Los métodos de evaluación son una herramienta fundamental para la mejora de cualquier proceso o programa de trabajo, en particular un programa de protección radiológica operacional de una central nuclear, que es muy amplio y complejo, requiere de la evaluación continua para identificar debilidades y fortalezas durante su aplicación.

En este sentido el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ha desarrollado e implantado un programa de autoevaluación independiente del programa de protección radiológica operacional de la Central Nuclear Laguna Verde, con un formato parecido al que se describe en este trabajo, con resultados notables.

## **5. REFERENCIAS**

1. *Aprender de la Autoevaluación*. Unidad Española del Observatorio Europeo LEADER, Madrid, España 2001.
2. *Programa de Autoevaluación independiente de PR de la Central Laguna Verde*, serie de reportes técnicos del grupo de Protección Radiológica de la Central Laguna Verde. CFE.