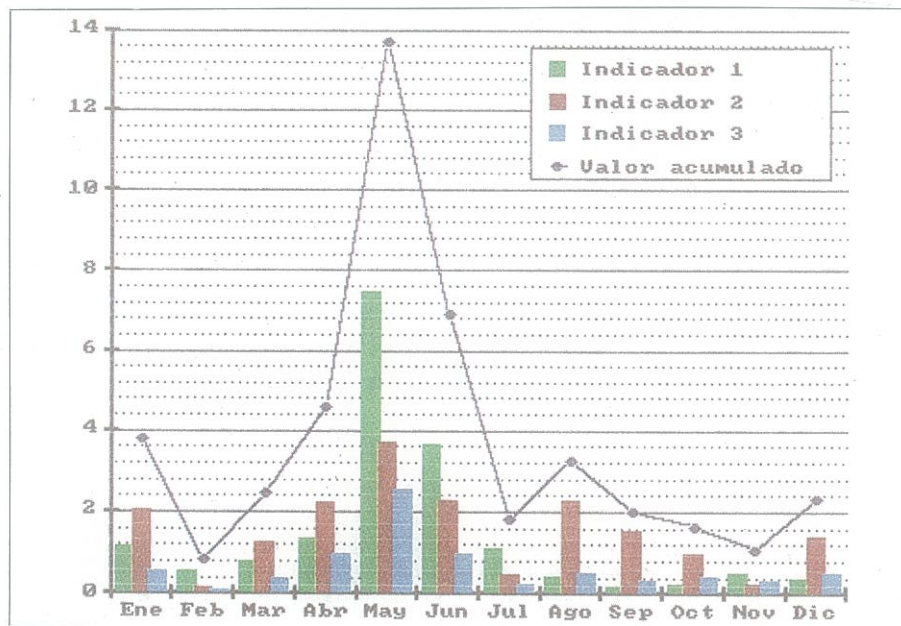




Vicente VERDU BAÑULS es Ingeniero Aeronáutico. Desde 1973 trabaja en la Explotación de Central Nuclear de Almaraz donde actualmente es el Jefe de Apoyo Técnico, sección encargada de la elaboración de los indicadores de Explotación.

INDICADORES DE EXPLOTACION

V. VERDU BAÑULS



FI Indicadores de Funcionamiento

INTRODUCCION

En las centrales nucleares, como en cualquier otra instalación industrial, el explotador de cada una de ellas tiene su propio sistema de seguimiento de la marcha de su empresa que le permite valorar sus resultados, hacer en su memoria anual balance de los mismos para justificar sus inversiones y, en definitiva, los recursos relativos a la explotación.

Cada central tiene determinados datos que son buenos indicadores de la marcha de las actividades relacionadas con el funcionamiento de la central y cuya vigilancia aportará un método efectivo del seguimiento de dichas actividades.

Por ello podríamos definir los indicadores de explotación diciendo que son una serie de parámetros del funcionamiento de la Central que permiten va-

lorar los aspectos claves del comportamiento de la misma.

El escoger dichos indicadores es un problema complejo que debe integrar los objetivos de seguridad y fiabilidad, junto con los de seguridad del público, protección ambiental, y calidad y coste del producto final.

Estos indicadores pueden ser expresados en valores absolutos (por ejemplo, la dosis colectiva en una central determinada), en valores relativos (número de personas que han sobrepasado el límite de dosis) o en porcentaje de personal afectado. En unos casos resulta interesante su seguimiento mes a mes y en otros, en cambio, su valor acumulado al año o al ciclo.

¿PARA QUE SIRVEN?

La forma en que los indicadores de explotación pueden contribuir a mejorar

el funcionamiento de las centrales nucleares es proporcionando una herramienta que permita valorar y vigilar los aspectos claves de una central nuclear, haciendo especial hincapié en los relacionados con la seguridad y la fiabilidad, pero sin olvidar el otro aspecto clave de toda central nuclear, suministrar el producto que demande la red en cada momento.

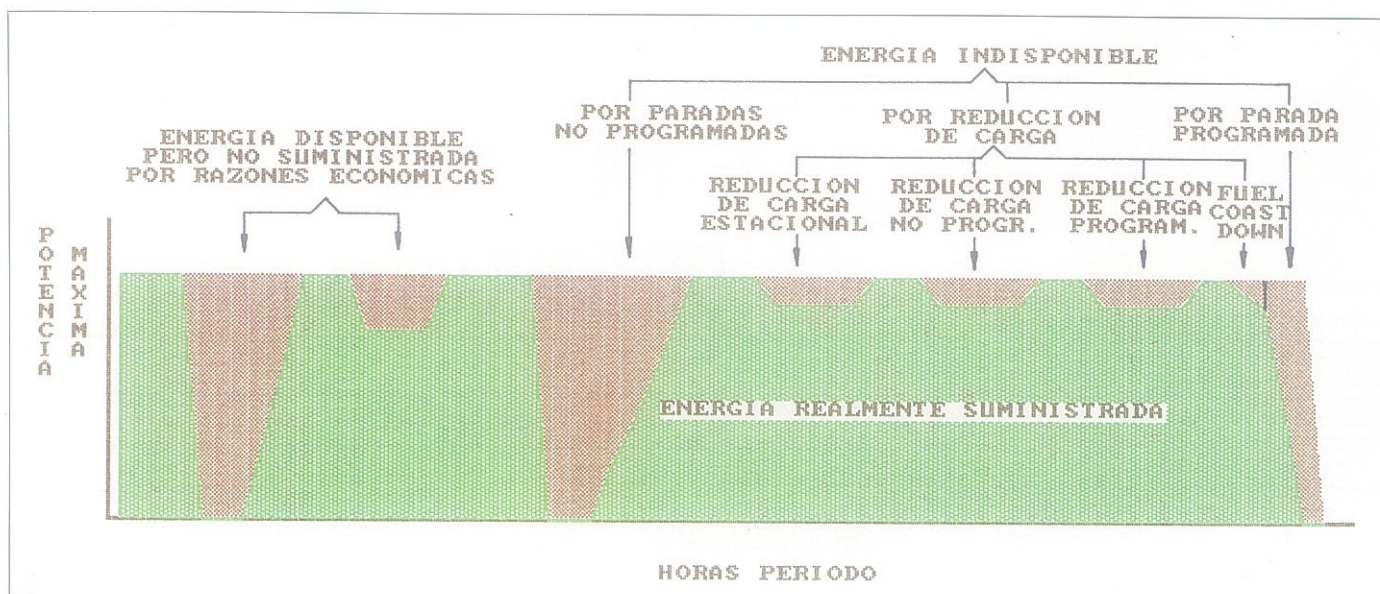
Los indicadores de funcionamiento deben ser escogidos de tal forma que permitan llevar a cabo fácilmente un adecuado, rápido y efectivo seguimiento del comportamiento de la Central y además el análisis de sus valores y tendencias debe mostrar las áreas con problemas reales o potenciales, aunque no las soluciones a los mismos, que hay que buscarlas en los mecanismos internos de la Central.

También nos deben mostrar los resultados de las medidas aplicadas y deben permitir establecer objetivos y prioridades en la asignación de recursos, y sobre todo objetivos específicos para áreas que necesiten mejoras.

También permitirán la comparación de los datos de cada central con los valores medios del sector para obtener conclusiones y, sobre todo, son una importante herramienta de autovaloración, sin olvidar que permitirán una valoración periódica de los resultados y pueden ser una herramienta que permita, tras su análisis por especialistas de cada área, identificar problemas subyacentes y sugerir las acciones correctoras necesarias.

¿CUALES SON?

Centrándonos en los aspectos técnicos del funcionamiento de las centrales nucleares y excluyendo los aspectos financieros y puramente económicos, resulta muy difícil alcanzar una buena estandarización de los indicadores, ya que cada central tiene ciertos datos que son buenos indicadores de la marcha de sus actividades.



F II Distribución de energía no suministrada e indisponible

Sin embargo es importante matizar que está ampliamente aceptado en el sector de centrales nucleares que las centrales que tienen las siguientes características:

- Un alto grado de disponibilidad.
- Un índice de paradas forzosas.
- Un buen rendimiento térmico.
- Pocos disparos no programados.
- Bajas dosis de exposición a la radiación.
- Producen pocos desechos radiactivos de baja actividad.
- Tienen buenos índices de accidentalidad.
- Mantienen buenos índices de integridad del combustible.

Están bien dirigidas, bien mantenidas y siguen buenas prácticas de operación;

que tienen, en definitiva, unos estándares altos de fiabilidad y que, por tanto, se pueden esperar de ellas elevados márgenes de seguridad, de protección ambiental, y de calidad y coste del producto final.

Por último, un número bajo de actuaciones de los sistemas de seguridad, junto con una indisponibilidad mínima de los mismos, son indicadores de un alto estándar de fiabilidad de las funciones de seguridad.

Estos parámetros son una buena medida del comportamiento global aplicable a todas las centrales, por ello son también los más susceptibles de estandarización. Los indicadores de explotación que recojan estos parámetros son los que llamaremos Indicadores Globales de Explotación y son los que suelen usar las compañías que tienen va-

rias centrales para analizar la marcha de las mismas.

A pesar de que al principio del párrafo indicaba que nos centraríamos en los aspectos puramente técnicos, creo que un dato muy importante a tener en cuenta, sobre todo para las empresas con más de una central, es el coste del kWh, excluyendo los gastos de amortización y financieros, ya que a menudo éste es buen indicador de la gestión de la explotación de cada central.

Además de los Indicadores Globales de Explotación se pueden establecer otros grupos de indicadores atendiendo a objetivos específicos, como puede ser el conjunto de indicadores de seguridad operacional establecido por el OIEA o atendiendo a áreas concretas, como pueden ser la de Mantenimiento, la de Química, la Energética o la de Protección Ambiental, por ejemplo.

Además de los Indicadores Globales de Explotación, cada central deberá escoger el resto de indicadores de explotación para disponer de una visión más completa de la planta atendiendo a su propia situación particular; es decir, en función de sus objetivos generales y de las áreas concretas de su propia central que necesiten mejoras, aunque no contemplen directamente aspectos funcionales.

F III Datos que definen el comportamiento global de la central

- FACTOR DE DISPONIBILIDAD EQUIVALENTE
- FACTOR DE PARADAS FORZOSAS
- RENDIMIENTO TERMICO
- DISPAROS DEL REACTOR
- FIABILIDAD DEL COMBUSTIBLE
- DOSIS DE EXPOSICION A LA RADIACION
- VOLUMEN DE DESECHOS SOLIDOS RADIATIVOS DE BAJA ACTIVIDAD
- NUMERO DE ACCIDENTES CON BAJA/200.000 HORAS
- ACTUACIONES NO PROGRAMADAS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD
- INDISPONIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

INDICADORES GLOBALES DE EXPLOTACION

De acuerdo con el párrafo anterior, los datos que mejor definen el comportamiento global de la central, tanto desde el punto de vista funcional como del desarrollo de las propias actividades

- MANTENIMIENTO
- ENERGETICA
- QUIMICA Y RADIOQUIMICA
- PROTECCION RADIOLOGICA
- PROTECCION AMBIENTAL
- ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION
- GARANTIA DE CALIDAD
- EMERGENCIA

FIV Áreas de interés

de la explotación, serían los que se citan a continuación que se encuentran más ampliamente definidas en la referencia 1 y 2, aunque conviene tener en cuenta las matizaciones que hacemos sobre algunos de ellos.

Factor de Disponibilidad Equivalente

Relación entre la producción disponible y la máxima producible expresada en tanto por ciento.

Entendiendo por energía disponible la energía suministrada más la disponible, pero no suministrada por razones económicas. Sería el caso de las reducciones de carga en fin de semana solicitados por el despacho repartidor de cargas, por ejemplo. También es importante considerar que cuando hablamos de energía producible, generalmente la central considera la bruta; es decir, la energía medida en bornas de alternador, mientras a una compañía que explotase una red lo que la interesaría es la neta, es decir, la producida menos la consumida.

Factor de Paradas Forzosas

Relación entre el tiempo que la Unidad está indisponible debido a sucesos que obligan a llevarla a parada antes de finalizar el siguiente fin de semana y el tiempo que la Unidad ha permanecido acoplada durante el período considerado.

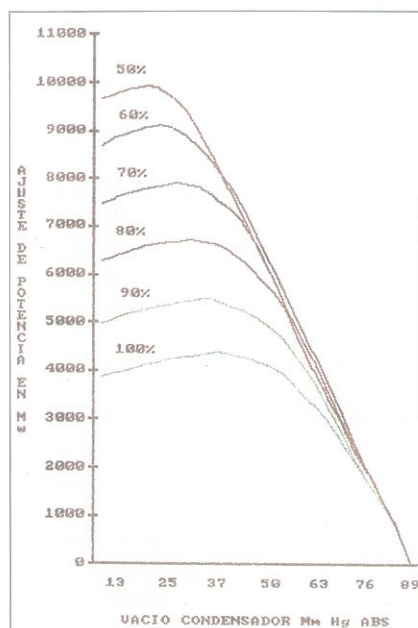
La parada antes de finalizar el siguiente fin de semana es una forma de expresar la inmediatez de la misma.

Rendimiento Térmico

El rendimiento térmico bruto es la relación entre la energía térmica total producida por el reactor y el total de la energía eléctrica bruta producida por el generador (kWh) en un período de tiempo determinado.

Es importante para que este indicador sea efectivo corregir el rendimiento térmico, para tener en cuenta las variacio-

FV Corrección de potencia estacional



nes estacionales del vacío del condensador.

Disparos de Reactor

Número de disparos de reactor no programados por cada mil horas de reactor crítico.

Fiabilidad del Combustible

La fiabilidad del combustible viene dada por la actividad específica corregida de I-131 en el refrigerante del reactor, que es la actividad de I-131 en el refrigerante primario debida únicamente a difusión a través de las varillas de combustible.

Dosis de Exposición a la Radiación

Dosis total de radiación recibida durante un período considerado (mSv x p).

Volumen de Desechos Sólidos Radiactivos de Baja Actividad

Volumen total de desechos sólidos radiactivos de baja actividad generados durante un período considerado.

Número de Accidentes con Baja/200.000 horas

Número de accidentes con baja sufridos por el personal permanentemente involucrado en el trabajo diario de la Planta por cada 200.000 horas trabajadas. Este índice no incluye al personal contratado.

Para que este dato sea comparativo es necesario que las centrales se pongan de acuerdo en el número mínimo de días de ausencia del trabajo para que el accidente sea considerado en este indicador.

Actuaciones no Programadas de Sistemas de Seguridad

Número total de actuaciones no programadas del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo, así como el número de activaciones del sistema de corriente alterna de emergencia provocadas por baja tensión en una barra de salvaguardias.

Indisponibilidad de los Sistemas de Seguridad

Cociente entre la suma de horas conocidas y horas estimadas de indisponibilidad y el número de horas que el sistema ha sido requerido, multiplicado por el número de trenes.

INDICADORES DE EXPLOTACION ESPECIFICOS

Como ya hemos indicado en el párrafo titulado "¿Cuáles son...?", para poder

disponer de una visión más completa de la central, cada una atendiendo a su propia situación particular elige los indicadores que reflejen mejor las áreas concretas de su interés, que suelen estar recogidas en sus objetivos generales de explotación. En la referencia 1 se describen con todo detalle un grupo muy orientativo de estos indicadores; sin embargo, las áreas que típicamente cubren las centrales suelen ser algunas de estas:

- Mantenimiento.
- Energética.
- Química y Radioquímica.
- Protección Radiológica.
- Protección Ambiental.
- Entrenamiento y Capacitación.
- Garantía de Calidad.
- Emergencia.

En otros casos, son las organizaciones las que, de acuerdo con sus objetivos específicos, eligen sus propios indicadores; así el OIEA, en su programa de indicadores de seguridad operacional, ha escogido estas áreas:

- Protección ambiental radiológica.
- Seguridad del personal en el trabajo.

- Fiabilidad de las funciones de seguridad.
 - Prevención de incidentes.
 - Fiabilidad del personal de Explotación.
 - Preparación de accidentes.
 - Fiabilidad de la Central.
- y la NRC, por ejemplo, los siguientes parámetros:
- Disparos de reactor automáticos con el reactor crítico.
 - Actuaciones de los sistemas de Seguridad.
 - Sucesos importantes.
 - Fallos de sistemas de seguridad.
 - Paradas forzadas.
 - Paradas forzadas por cada mil horas x crítico debidas a fallos de equipos.
 - Dosis de exposición a la radiación.

CONCLUSIONES

Los indicadores globales de explotación permiten obtener valores medios del sector, que pueden ser muy útiles como herramienta de autovaloración de las centrales si los datos reúnen unos requisitos mínimos de homogeneidad en la calidad de los mismos.

Los indicadores globales de explotación son una herramienta para establecer los objetivos generales de explotación.

Los indicadores de explotación permiten, analizando sus tendencias, detectar áreas con problemas reales o potenciales, aunque las soluciones a los mismos hay que buscarlas en los mecanismos internos de la central.

Los indicadores específicos de explotación son una herramienta para establecer objetivos específicos en áreas determinadas.

BIBLIOGRAFIA

1. *Detailed Descriptions of Overall Performance Indicators and other indicators.* INPO, february, 1988.
2. *Unipede Performance Indicators. Calculation Method.* UNIPEDE Thernucleperf, January, 1988.
3. *The Operational Safety Indicators Programme.* IAEA.
4. *Indicadores Globales de Funcionamiento.* XIII Reunión Anual de la SNE (La Toja, 1987) V. VERDU.

PROINSA

COMPANIA INTERNACIONAL DE
PROTECCION, INGENIERIA Y TECNOLOGIA, S. A.

C/ ROSARIO PINO, 18 - 1.º I - Tels. 91/442 07 09 - 442 05 09 - 28020 MADRID (ESPAÑA)

SERVICIO DE APOYO EN CONTROL Y PROTECCION RADIOLOGICA EN INSTALACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS

INSTALACIONES NUCLEARES

- Redacción y Revisión de Procedimientos de Protección Radiológica.
- Programa de Reducción de Dosis.
- Vigilancia y Control Radiológico en Planta.
- Supervisión de Descontaminación.
- Gestión de Residuos.
- Estudios Meteorológicos relacionados con la Protección Radiológica.
- Actualización y Análisis de Planes de Emergencia.
- Seguimiento del Impacto Ambiental.

INSTALACIONES RADIATIVAS

- Gestión de Autorizaciones (Construcción, Puesta en Marcha, Clausura, Licencias de Supervisor y Operador, etc.).
- Vigilancia y Control Radiológico en la Instalación.

FORMACION DE PERSONAL

- Cursos de Capacitación para la obtención de Licencias para Supervisores y Operadores de Instalaciones Radiactivas.
- Cursos de Capacitación para Jefes de Servicio de Centrales Nucleares.
- Formación de Personal Técnico en Protección Radiológica.