

La vida útil de las centrales nucleares españolas

› **Marcelo Fernández-Bolaños Porras**
Coordinador técnico de
Ingeniería Mecánica
y Estructural del CSN

La operación a largo plazo, más allá de la vida de diseño, puede ser una alternativa para continuar la explotación de nuestras centrales nucleares. Para ello es necesario determinar previamente si existen restricciones legales o técnicas que limiten su empleo.

La operación de las centrales se rige por las autorizaciones de explotación, que se basan exclusivamente en las condiciones de seguridad y en la garantía de que los criterios de aceptación, que permiten asegurar que las estructuras, sistemas y componentes fundamentales para la seguridad podrán realizar adecuadamente sus funciones, se seguirán cumpliendo durante todo el periodo para el que la autorización se concede.

La Revisión Periódica de la Seguridad, junto con la evaluación continua y el Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento, constituyen la base para determinar si una solicitud de autorización para la explotación de una central más allá de su vida de diseño puede ser informada favorablemente por el Consejo de Seguridad Nuclear

La energía nuclear es una importante fuente de producción eléctrica a nivel mundial que, en el caso de España, aporta del orden del 20% de la electricidad generada mediante la operación de ocho centrales nucleares ubicadas en seis emplazamientos. Con el fin de mantener este medio de producción, otros países han optado por la construcción de nuevas centrales o prolongar la vida inicialmente prevista de las centrales existentes. En España, en la actualidad, no se contempla la construcción de nuevas centrales, por lo que la alternativa a considerar, si se desea continuar con esta fuente, sería la segunda, lo que se conoce como “operación a largo plazo”, más allá de la vida de diseño.

El empleo de esta alternativa conlleva algunas consideraciones, tales como si la legislación en materia nuclear impone alguna restricción o, desde el punto de vista de la seguridad de las instalaciones, si la prolongación de la vida de las centrales más allá de la de su diseño supone superar algunas condiciones de proyecto no previstas inicialmente.

En los párrafos siguientes se hace una revisión de la vida atribuida a las centrales en el cuerpo legislativo, se expone el tratamiento seguido en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para otorgar las autorizaciones de operación a las centrales y se analizan los conceptos de “vida de diseño” y “vida útil”.

En este artículo se ha hecho uso de documentación del CSN, en particular del documento aprobado por el Pleno del CSN “Condiciones para la operación a largo plazo de las centrales nucleares”, revisión 0 de abril de 2005, y el borrador de la Instrucción de Seguridad sobre requisitos para la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo.

El tiempo de funcionamiento en la legislación nuclear española

La legislación española no determina el tiempo de funcionamiento máximo de las centrales nucleares, y conceptos tales como vida de diseño, vida remanente o extensión de vida, no tienen actualmente significado legal explícito. Así se deduce de la revisión del marco legislativo



La central Santa María de Garoña será la primera del parque nuclear español en ser evaluada para una ampliación de su vida útil.

que regula la utilización en España de la energía nuclear.

En relación con la vida de las instalaciones, las referencias legales más significativas son las siguientes:

- *Ley 25/1964 de 29 de abril sobre Energía Nuclear y su reforma parcial mediante la Ley 33/2007, de 7 de noviembre.*

El objeto de esta ley, tal como declara el artículo primero, es: “a) fomentar el desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en España y la regulación de su puesta en práctica dentro del territorio nacional”, así como “b) proteger vidas, salud y haciendas contra los peligros derivados de la energía nuclear y de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes”.

Ninguno de los artículos de esta ley hace referencia a la duración de la operación de las instalaciones que regula.

- *Ley 15/1980, de 22 de abril, sobre creación del Consejo de Seguridad Nu-*

clear y su reforma mediante la Ley 33/2007, de 7 de noviembre.

Esta ley establece el proceso de evaluación continua que se aplica en nuestro país por parte del CSN, asegurando en todo momento que las instalaciones funcionan con las debidas garantías de seguridad. Asimismo, avala que los plazos de vigencia establecidos en las autorizaciones de explotación de las instalaciones nucleares pueden ser prorrogados mientras la seguridad de su funcionamiento esté garantizada.

- *Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, R.D. 1836/99 de 3 de diciembre y su modificación mediante R.D. 35/08, de 18 de enero.*

El Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR) regula el régimen de obtención de las autorizaciones administrativas necesarias para la construcción y operación de las centrales nucleares.

Este reglamento no hace explícito en ningún momento el tiempo

para el que se conciben las instalaciones, ni se da una vida a la autorización de explotación. Únicamente se contempla que la autorización de explotación está sometida a un plazo de validez y a unas condiciones para su renovación.

De la revisión anterior se obtienen dos importantes conclusiones:

- La legislación española no establece tiempo máximo de funcionamiento de las centrales nucleares. Mantener el funcionamiento de las centrales más allá del periodo inicialmente previsto en su diseño es compatible con la legislación española en vigor.
- La operación de las centrales nucleares se rige por las autorizaciones de explotación, obtenidas previo informe favorable del CSN, en las que se establece un plazo de vigencia y las condiciones para su renovación. De los textos legales se desprende que estas autorizaciones pueden re-

novarse mientras la seguridad del funcionamiento de las centrales esté garantizada.

El CSN, y anteriormente la Junta de Energía Nuclear, han venido informando al ministerio competente sobre la concesión de estas autorizaciones, las cuales han sufrido modificaciones a lo largo del tiempo, como se expone en los párrafos siguientes.

Evolucion de las autorizaciones de explotación

En el antiguo Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas de 1972, actualmente derogado, la autorización de la explotación de las centrales nucleares se articulaba mediante las figuras de los Permisos de Explotación Provisional (PEP) y los Permisos de Explotación Definitivos (PED). El PEP estaba concebido como una autorización para un periodo corto de operación (inicialmente solía ser de un año), en el que debían realizarse las pruebas nucleares y llevarse a cabo una primera fase de explotación que permitiera obtener los datos básicos para la explotación definitiva, mediante el PED correspondiente. Es importante destacar que en el citado reglamento no se indicaba nada sobre la duración de este permiso definitivo.

En la práctica, los PEP fueron renovándose por periodos coincidentes con los ciclos de operación, que posteriormente se extendieron a dos años, ya que no había ninguna razón reglamentaria que impusiera una duración determinada y la renovación del PEP para el arranque de cada ciclo exigía una concentración de esfuerzos, acumulada en determinados periodos, que resultaba cada vez más difícil abordar, a medida que iba creciendo el parque de centrales en operación.

En 1981, tras la creación del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), se inicia-

ron los trabajos para la emisión de los PED de las centrales de la primera generación, José Cabrera, Santa María de Garroña y Vandellós I, ajustándose a los recursos disponibles, que en el momento de su creación eran escasos y estaban dedicados en su mayoría a los programas de autorización y puesta en marcha de las centrales de la segunda y tercera generación, así como a la reevaluación de la seguridad de las centrales de la primera generación, tras el accidente de la central americana de la Isla de las Tres Millas (TMI).

En abril de 1982 se concedió el Permiso de Explotación Definitivo a la central Vandellós I. En los límites y condiciones de seguridad anejos al mismo se indicaba que su plazo de validez era de veintidós años y que podría ser prorrogado siempre que se demostrara que la central podía continuar la operación en condiciones seguras.

En 1989, tras el incendio ocurrido en Vandellós I, el CSN cambió su manera de proceder, no se concedieron otros PED y se volvió a la práctica anterior de Permisos de Explotación Provisional con una duración de dos años.

En 1995, el CSN decidió modificar sustancialmente el régimen de concesión de autorizaciones, estableciendo un sistema en el que la concesión de los Permisos de Explotación se subordina a la realización de una revisión profunda de los aspectos más relevantes para la seguridad de la planta a lo largo de un determinado periodo de tiempo. Esta revisión se denomina Revisión Periódica de la Seguridad (RPS).

En esta filosofía, empleada en otros países europeos, se establece que las revisiones deben realizarse cada diez años y se hace coincidir la duración de la Autorización de Explotación con el periodo entre dos revisiones. En la práctica, su implantación se realizó utilizando una fase intermedia en la que las reno-

vaciones se concedieron por plazos de cuatro o cinco años, tras la realización de las primeras RPS.

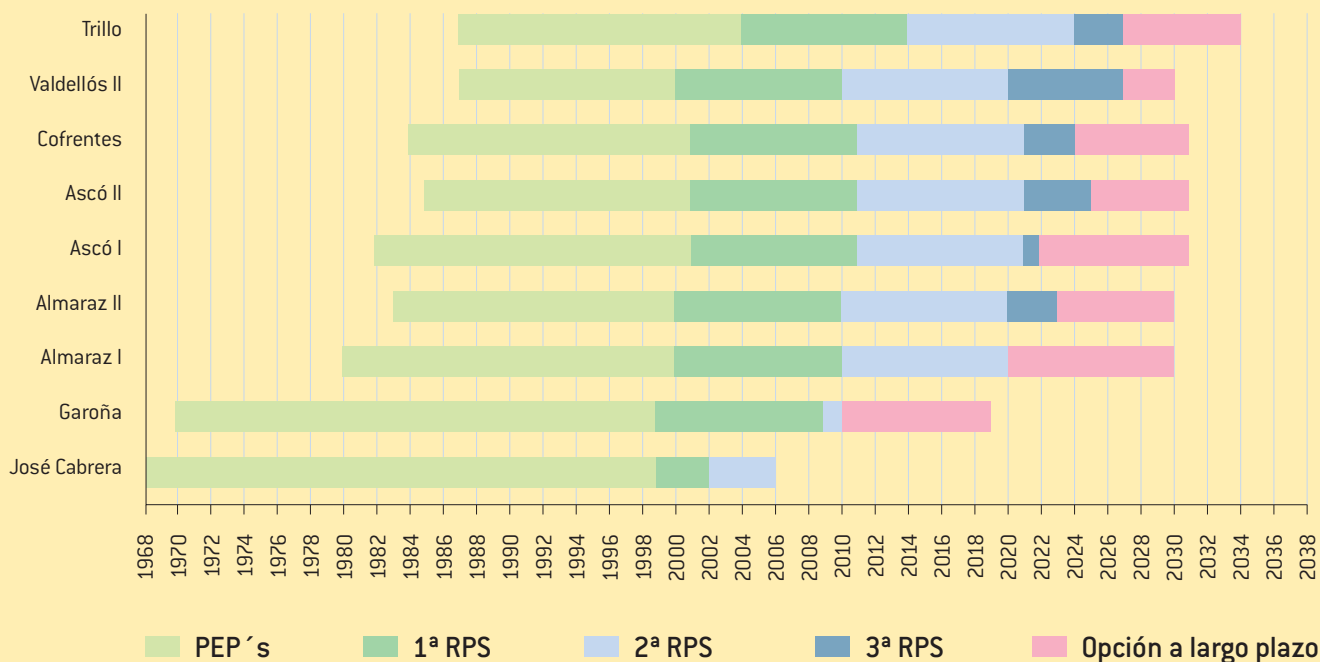
El Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas de 1999 y su modificación de 2008 reflejan este sistema estableciendo la figura de la Autorización de Explotación por un periodo de tiempo que se determina en la propia autorización, y que en la práctica actual es de diez años, coincidiendo con la realización de las RPS.

En la actualidad todas las centrales españolas en operación disponen de autorización de explotación por diez años. En el gráfico 1 se muestra el régimen de concesión de autorizaciones a las centrales españolas. A efectos expositivos, en cada una de ellas se ha representado el primer periodo de diez años en el que la central cumpliría los cuarenta años de vida, siendo, como se indica más adelante, operación a largo plazo la que se realice superados esos cuarenta años.

En definitiva, las centrales nucleares españolas han operado al amparo de Permisos de Explotación Provisionales, recogidos en el Reglamento de Instalaciones Nucleares de 1972, concedidos por periodos reducidos de tiempo, un ciclo o dos años, y de Autorizaciones de Explotación, con diez años de vigencia, concedidas tras la realización de Revisiones Periódicas de la Seguridad.

Tanto unos como otras se han concedido basándose exclusivamente en las condiciones de seguridad de la central, y considerando la posibilidad de otorgar un nuevo permiso o autorización si dichas condiciones de seguridad se mantienen. Incluso, en el único caso de Permiso de Explotación Definitivo concedido, se consideraba esta posibilidad.

Las RPS, junto con el proceso de evaluación continua, constituyen la base del sistema de control de las centrales y de la concesión de las autorizaciones de

Gráfico 1. Secuencia de autorizaciones de explotación

funcionamiento. La autorización por un período no prejuzga la concesión del siguiente, ni establece un número máximo, por lo cual siempre que una instalación supere con éxito el proceso de revisión podría funcionar por un nuevo período de diez años.

La vida de diseño y la vida útil

La vida de diseño de cualquier instalación, convencional o nuclear, es un concepto ingenieril, basado en criterios técnicos y económicos, que se establece en la fase inicial del proyecto. Consiste en asignar una duración mínima a la instalación, acorde con la magnitud de la inversión realizada, durante la cual se esperan conseguir los objetivos planificados. El establecimiento de esta duración a la instalación implica exigir a ciertos componentes de la misma unas calidades específicas, de modo que, durante toda la vida de diseño, y teniendo en cuenta las potenciales degradaciones derivadas del uso, mantengan sus propiedades estructurales y funcionales

por encima de unos determinados valores, con los que pueden ejecutar su función de forma segura.

Las centrales nucleares españolas tienen una vida de diseño de cuarenta años, al igual que las centrales americanas y europeas de la misma tecnología. Eso conlleva que determinadas estructuras, sistemas y componentes, muy importantes para la seguridad y de difícil sustitución, sean diseñados y fabricados de manera que sus características estructurales y funcionales se mantengan por encima de unos valores, considerados como aceptables por la normativa que les sea de aplicación, durante toda la vida de diseño de la planta. Los análisis realizados en el proyecto de estos elementos se conocen como “análisis con vida de diseño definida”.

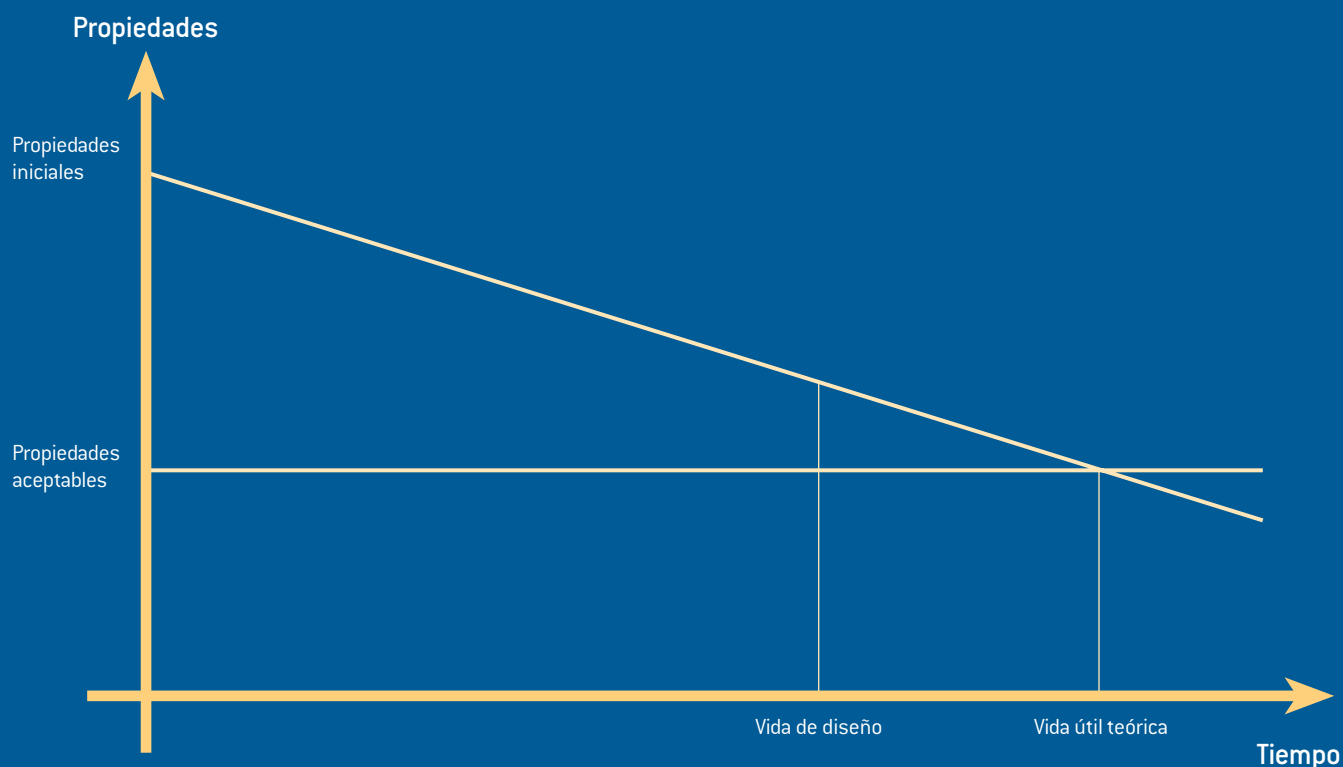
La vasija del reactor, por ejemplo, se construye de manera que la tenacidad de los materiales que la componen se encuentre, al final de la vida de diseño considerada, por encima de determinados valores recogidos en la normativa. Para ello

se hace una proyección conservadora del daño por la irradiación neutrónica que recibirá a lo largo de esa vida de diseño.

Asimismo, tanto la vasija como los restantes componentes del circuito de refrigeración del reactor se construyen de manera que el gasto a fatiga a lo largo de la vida de diseño de la planta sea menor que el que se considera aceptable en los códigos de proyecto. Para ello se consideran, con criterios conservadores, todos los eventos, denominados transitorios, que producirán tensiones alternativas, tanto mecánicas como térmicas, en dichos componentes a lo largo de los cuarenta años de la vida de diseño.

En el diseño de estos componentes se tienen en cuenta, además, previsiones relativas a materiales de construcción, técnicas de fabricación y de inspección, márgenes estructurales, etc. que permiten asegurar razonablemente que soportarán las condiciones ambientales y de servicio durante toda la vida de diseño, cumpliendo los requisitos establecidos en la normativa.

Gráfico2.



Con una alta probabilidad, más allá de la vida de diseño estos componentes mantendrán todavía sus propiedades por encima de las consideradas aceptables. El tiempo que transcurre desde el inicio de la entrada en operación hasta que las propiedades se reducen al nivel de las consideradas aceptables constituye la vida útil teórica, como se muestra en el gráfico 2.

La pérdida de propiedades a lo largo del tiempo por los efectos considerados en el diseño tiene, de forma simplificada, una representación lineal, una línea recta con pendiente negativa. El punto de corte de esta recta con la recta horizontal que representa las propiedades aceptables representa la vida útil teórica de diseño de ese determinado elemento al inicio de la operación.

Si todos los elementos esenciales para la seguridad de una central mantienen su vida útil durante un periodo de-

terminado, la central podrá operar en condiciones seguras en ese periodo. La vida útil teórica de la instalación, al inicio de su operación, será la envolvente inferior de la vida útil teórica de esos elementos, asumiendo que por razones técnicas o económicas no pueden ser sustituidos. Como se ha visto, este tiempo se extiende más allá de la denominada vida de diseño.

Por otra parte, esta vida útil teórica no representa tampoco el tiempo máximo que una central puede operar, ya que este tiempo podrá alargarse si las condiciones reales de funcionamiento han sido menos severas que las supuestas en el proyecto, o acortarse si son más severas o si se manifiesta un fenómeno degradatorio no previsto. Analizando cuales han sido las condiciones de operación de los componentes de una central hasta un momento determinado de su vida puede estimarse hasta donde se

extiende su vida útil teórica en ese instante. El tiempo desde el instante en que se realiza el análisis hasta el final de la vida útil constituiría la vida remanente, concepto igualmente teórico, ya que está ligado a las futuras condiciones de operación.

La vida útil real de un determinado componente es el tiempo efectivo que transcurre desde su entrada en operación hasta su retirada de servicio, y un componente podrá mantenerse en servicio en tanto que sus propiedades sean tales que le permitan cumplir su función con el nivel de seguridad exigido.

Las actividades de mantenimiento seguidas por las centrales, incluyendo en éstas no sólo las habitualmente recogidas bajo esta denominación, sino también otras tales como inspecciones, pruebas y control de parámetros, permiten conocer el estado de las estructuras, sistemas y componentes esenciales para la

operación segura y aplicar, en su caso, las medidas correctoras.

El programa de acciones que siguen las centrales para asegurar que estas estructuras, sistemas y componentes alcanzarán su vida de diseño en las condiciones exigidas y mantener abierta la posibilidad de obtener una Autorización de Explotación para la operación a largo plazo, esto es, más allá de la vida de diseño, se conoce como Programa de Gestión de Vida.

Estos programas integran todas las actividades relacionadas con la evaluación y control de los mecanismos de envejecimiento que pudieran afectar a estos elementos. Por mecanismos de envejecimiento se entienden todos los procesos ligados tanto a las condiciones ambientales como de servicio que alteran las propiedades o el estado de los materiales y conducen a la degradación de la capacidad funcional de los sistemas de los que forman parte.

De cara a la operación a largo plazo las centrales deben demostrar que los efectos de estos mecanismos están adecuadamente vigilados y mitigados por las prácticas de mantenimiento seguidas, de modo que la funcionalidad de los componentes críticos no quedará limitada durante el periodo de operación a largo plazo.

Adicionalmente, para todos aquellos elementos en los que en su diseño original se utilizaron hipótesis de vida de diseño definida, los análisis realizados en su día deben ser revisados para justificar que los componentes afectados pueden continuar realizando sus funciones de seguridad durante dicho periodo. Esta revisión tiene como objeto determinar si los análisis realizados al comienzo de la vida de la planta siguen teniendo validez para el nuevo periodo de explotación propuesto, o demostrar con un nuevo análisis, y partiendo de la situación actual, que se mantendrán los criterios de

aceptación establecidos en la normativa durante dicho periodo.

Todas estas actividades deben recogerse en un programa específico denominado Plan Integral de Evaluación y Gestión del Envejecimiento.

La evaluación del CSN para informar sobre la autorización de explotación a una central para operar durante un determinado periodo tiene como objeto garantizar razonablemente que la vida útil de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad se extenderá más allá de dicho periodo. Es decir, que durante todo el periodo para el que se concede la autorización dichos componentes seguirán cumpliendo los criterios de aceptación establecidos en la normativa.

Con vistas a la operación a largo plazo, la evaluación del CSN debe ser análoga y con la misma finalidad, y basarse no sólo en los resultados de la evaluación continua durante la operación y la Revisión Periódica de la Seguridad, sino también en la evaluación del Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento.

Resumen y conclusiones

La operación a largo plazo, más allá de la vida de diseño, puede ser una alternativa utilizable para continuar la explotación de las centrales nucleares.

Esta alternativa es compatible con la legislación española en vigor, que no establece tiempo máximo de funcionamiento de las centrales nucleares.

Tampoco supone, en principio, violar condiciones previstas inicialmente en el proyecto.

La vida de diseño de una instalación es un concepto ingenieril, basado en criterios técnicos y económicos, que se establece en la fase inicial del proyecto para garantizar una duración mínima a la instalación en la que pueden obtenerse los objetivos planificados.

Los elementos críticos de la instalación, fundamentales para la seguridad y de difícil sustitución, se diseñan y fabrican de manera que cumplan, durante toda la vida de diseño, los criterios de aceptación que les permite cumplir con su función.

La vida útil teórica de esos elementos, al inicio de la explotación, es el tiempo que tiene que transcurrir, al ritmo de degradación supuesto en el proyecto, para alcanzar los criterios de aceptación. Este tiempo es, necesariamente, mayor que la vida de diseño.

La vida útil teórica de la instalación será la envolvente inferior de la vida útil de sus estructuras, sistemas y componentes. Esta vida útil puede modificarse a lo largo de la operación de la central en función de las condiciones ambientales y de servicio en que se produce ésta, pudiendo alargarse si son menos severas que las supuestas en el proyecto.

Las prácticas de mantenimiento, entendidas éstas en sentido amplio, permiten conocer el estado de los componentes y adoptar, en su caso, las oportunas medidas correctoras. El conjunto de estas prácticas está recogido en los planes de Gestión de Vida de las centrales, cuya finalidad es asegurar que la central alcanzará su vida de diseño en las condiciones exigidas y mantener abierta la posibilidad de obtener una autorización de explotación para la operación a largo plazo.

La operación de las centrales se rige por las autorizaciones de explotación, en las que se fija el plazo de validez y las condiciones para su renovación. Estas autorizaciones se basan exclusivamente en las condiciones de seguridad.

La Revisión Periódica de la Seguridad, junto con el Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento y la evaluación continua de la seguridad constituyen la base para determinar si una central puede continuar su explotación más allá de su vida de diseño. 