

INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del objetivo 4.1 de la etapa de selección e incorporación de personal técnico al organismo regulador se ha definido un conjunto básico de puestos de reguladores que deberían intervenir en las distintas etapas del proceso de licenciamiento y control de un reactor nuclear, y que se considera deberían formar parte del personal del organismo regulador a fin de garantizar un control efectivo y autónomo en todas las etapas de la vida del reactor. Dicho conjunto se ha denominado "Plantel Básico". El número necesario de reguladores en cada puesto del Plantel Básico, dependerá de la dimensión y organización que se defina para el organismo regulador, en función de la extensión del plan nuclear de cada país.

El Plantel Básico definido está constituido por un conjunto de 28 puestos de reguladores nucleares, para los que se desarrollaron el objetivo y las tareas principales consideradas propias del puesto. Cada puesto del Plantel Básico se codifica mediante la denominación "R" de Regulador y un número "i" asignado al puesto. La siguiente Tabla presenta los 28 puestos definidos.

CÓD	PUESTOS
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear
R2	Especialista sénior en evaluaciones termohidráulicas
R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas
R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre
R5	Especialista sénior en seguridad nuclear
R6	Especialista sénior en protección radiológica
R7	Especialista sénior en protección física
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciario
R9	Evaluador / inspector de seguridad de estructuras civiles y mecánicas
R10	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas mecánicos
R11	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas eléctricos
R12	Evaluador / inspector de seguridad de la instrumentación y control del reactor
R13	Evaluador / inspector de sistemas de seguridad
R14	Evaluador / inspector en incendios e inundaciones internas
R15	Coordinador en el sitio de las inspecciones y evaluaciones de ingeniería
R16	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas mecánicos
R17	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas eléctricos
R18	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas de instrumentación y control
R19	Inspector del sistema de gestión de la calidad del contratista principal
R20	Especialista sénior en análisis del APS
R21	Especialista sénior en ingeniería de factores humanos
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de seguridad
R23	Especialista sénior en el análisis de accidentes severos
R24	Especialista sénior en evaluación de operadores en materia de seguridad radiológica y nuclear
R25	Especialista sénior en evaluación del Plan de Emergencia
R26	Inspector residente
R27	Especialista sénior en experiencia operativa
R28	Especialista sénior en gestión de desechos radiactivos

El proceso regulador utilizado para definir el plantel debe entenderse como un modelo típico de autorización y control de un reactor nuclear que surge de la experiencia de los países del FORO, pero no describe el sistema de licenciamiento particular de ningún país de la región, ni tampoco pretende conformar un proceso estándar. Puede servir como guía, tanto para la mejora de los programas reguladores en países con desarrollo nuclear, como para aquellos países que emprendan un programa nuclear nuevo.

El licenciamiento y control de un reactor nuclear se realiza por etapas, cada una de ellas sujetas a revisión y evaluación, teniendo en cuenta los resultados de las etapas previas. En general, los sistemas de licenciamiento y control de la región contemplan cinco etapas: Emplazamiento, Construcción, Puesta en Marcha, Operación y Retiro de Servicio y cada una de ellas requiere el desarrollo de actividades específicas por parte del regulador, así como de competencias específicas del plantel de reguladores dedicado a este proceso.

El proceso de licenciamiento se inicia cuando la futura Organización Operadora (OO) notifica su intención de construir un reactor nuclear al Organismo Regulador (OR). Éste establece el Marco Regulador para el licenciamiento del reactor, que contiene las normas de referencia y el detalle de los documentos que el futuro operador debe presentar. El licenciamiento por etapas de un reactor nuclear de potencia es así un proceso interactivo formal entre el OR y la OO.

ETAPAS DE LICENCIAMIENTO DE UN REACTOR NUCLEAR

A continuación se describen someramente las etapas características del proceso de licenciamiento con la finalidad de resaltar las competencias que deben estar disponibles en el OR para afrontar las tareas de licenciamiento y control que garanticen el cumplimiento de los estándares de seguridad establecidos para la nueva central nuclear. Se asociará a cada etapa de licenciamiento el conjunto de puestos de reguladores considerados necesarios justificando su intervención.

Etapa de Emplazamiento:

El proceso de autorización del emplazamiento incluye la apropiada evaluación del sitio y la definición de las correspondientes bases de diseño del reactor nuclear, así como su interacción con el sitio tanto en condiciones normales como en caso de accidente.

La OO examina la seguridad del emplazamiento propuesto con respecto a la frecuencia y gravedad de los fenómenos y eventos externos tanto naturales como inducidos por el hombre que puedan afectar al reactor. De existir ese potencial, evalúa el riesgo y deduce las bases de diseño para afrontar esos eventos y fenómenos teniendo en cuenta un período de tiempo que abarque la vida útil proyectada del reactor nuclear.

La OO investiga también las características del ambiente natural de la región que pueden resultar afectadas por impactos radiológicos potenciales, en todos los estados de operación y en condiciones de accidente, y examina la potencia nuclear total que puede ser instalada en el emplazamiento. Además verifica que el sitio permita el desarrollo de una intervención en emergencia y la implantación de un sistema de protección física.

Las evaluaciones derivadas de estos estudios se reúnen en un documento denominado genéricamente Estudio de Emplazamiento, en el que la OO demuestra la viabilidad del sitio para la construcción de la central nuclear y presenta las bases de diseño para los fenómenos y eventos externos, así como eventuales equipos / instalaciones a utilizar para compensar cualquier efecto potencial inaceptable del reactor sobre la región.

Por otra parte, la OO realiza un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) cuyo alcance es definido por las respectivas autoridades competentes, del cual el OR solo establece el alcance y contenido del impacto ambiental radiológico. La aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Radiológico por el OR y la aprobación final del EIA por la correspondiente autoridad de control, serán la condición necesaria para que el OR emita la Licencia de Emplazamiento.

A efectos de evaluar el Estudio de Emplazamiento (que contiene el Estudio de Impacto Ambiental Radiológico) y de ejecutar las tareas de medición y evaluación que el OR o sus asesores realizan en el sitio, se considera que los puestos de reguladores necesarios para esta etapa son los siguientes:

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Planifica, organiza, dirige y supervisa las actividades reguladoras de la evaluación del emplazamiento de la central nuclear / actúa como interlocutor del OR ante la OO.
R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre	Actúa como interlocutor del OR con las instituciones especializadas en el análisis y control de eventos naturales e inducidos por el hombre / coordina la labor de los especialistas del OR y/o asesores externos en la materia.
R5	Especialista sénior en seguridad nuclear	Verifica aspectos de seguridad del emplazamiento tales como: la capacidad de disipación térmica / el suministro eléctrico externo / la viabilidad de desarrollar una intervención en emergencia.
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Evalúa el Estudio de Impacto Ambiental Radiológico y promueve el correspondiente dictamen del OR.
R7	Especialista sénior en protección física	Verifica la viabilidad del sitio para implementar un sistema de protección física.
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciario	Evalúa el sistema de gestión de la calidad de la OO y audita su aplicación en todas las evaluaciones y mediciones realizadas para el sitio.

Durante la evaluación del Estudio de Emplazamiento –y de todo otro documento que la OO presente al OR en las distintas etapas del licenciamiento del reactor nuclear– el equipo mantiene una fluida interacción con representantes de la OO para intercambiar información técnica, en un proceso interactivo que incluye la provisión de información adicional. En lo posible estas situaciones se resuelven de manera informal pero según la importancia que tenga para la seguridad, puede ameritar una acción formalizada a través de un Pedido de Información, una Recomendación o un Requerimiento.

Etapa de Construcción:

Una vez obtenida la Licencia de Emplazamiento, la OO presenta la solicitud de Licencia de Construcción que acompaña con la versión preliminar del Informe de Seguridad (IS) y otra documentación que el OR debe revisar y evaluar. El contenido de un IS típico tal como el que se presenta en¹ permite tomar nota de la variedad de temas que se presentarán para el análisis del OR y por tanto de las competencias que deberá reunir el personal afectado a la tarea.

La revisión y evaluación concluye cuando se demuestra a satisfacción del OR, que el solicitante está en condiciones de proveer y mantener un nivel de seguridad radiológica y nuclear adecuado a los estándares fijados para la construcción del central nuclear. En ese momento el OR emite la Licencia de Construcción, por la que autoriza a la OO bajo ciertas condiciones, a iniciar la construcción de la central nuclear.

El OR vigila el cumplimiento de la Licencia de Construcción y de los requisitos de las normas de seguridad y de ingeniería aplicables a la construcción y al montaje de los componentes del reactor. A dicho efecto destina un grupo de inspectores en la obra para cubrir las demandas diarias y cumplir un programa de inspección de la construcción, junto con otros representantes del OR y asesores externos. También realiza evaluaciones de seguridad radiológica y nuclear en apoyo a las inspecciones y auditorías periódicas de distintos aspectos de seguridad relacionados con la construcción y montaje de la central nuclear. Estas evaluaciones requieren de especialistas en distintas disciplinas técnicas e incluso puede tratarse de temas muy específicos que suelen resolverse recurriendo a expertos externos.

A efectos de la evaluación que el OR debe hacer de la versión preliminar del IS y demás documentos, más las tareas de inspección que confirmen las evaluaciones realizadas, así como verificar que la construcción civil y el montaje de componentes cumpla las normas de ingeniería, el OR deberá contar con un conjunto de reguladores especializados. Se considera que los puestos necesarios para esta etapa son los siguientes:

R_i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Igual a la etapa de Emplazamiento, enfocado a las actividades relacionadas con el control regulador de la construcción de la central nuclear.
R2	Especialista sénior en evaluaciones termohidráulicas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales termohidráulicas relacionadas con la versión preliminar del IS / evaluaciones en apoyo a las inspecciones, participando en las mismas cuando es necesario.
R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales neutrónicas relacionadas con la versión preliminar del IS / evaluaciones en apoyo a las inspecciones, participando en las mismas cuando es necesario.
R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre	Participa en inspecciones durante la implementación de soluciones técnicas para la protección contra eventos naturales o inducidos por el hombre en obra.

¹OIEA – Safety Guide GS-G-4.1 “Format and Content of the Safety Analysis Report for NPPs.

R5	Especialista sénior en seguridad nuclear	Coordina la evaluación del IS preliminar y supervisa las inspecciones / evaluaciones de seguridad que realizan R9 hasta R14 / reemplaza a R1 en su ausencia.
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Participa en la evaluación del IS preliminar realizando cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de la protección radiológica de trabajadores y público / realiza evaluaciones en apoyo a las inspecciones, participando en las mismas cuando es necesario.
R7	Especialista sénior en protección física	Realiza análisis de escenarios de intrusión y las soluciones técnicas para su prevención / realiza inspecciones reguladoras en su especialidad técnica.
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciario	Igual a la etapa de Emplazamiento, enfocado a la evaluación del desempeño y la gestión de la calidad (QA/QC) de todas las partes involucradas durante la construcción, incluyendo la fabricación de componentes relacionados con la seguridad.
R9	Evaluador / inspector de seguridad de estructuras civiles y mecánicas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de la seguridad de estructuras civiles y mecánicas / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R10	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas mecánicos	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas mecánicos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R11	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas eléctricos	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas eléctricos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R12	Evaluador / inspector de seguridad de la instrumentación y control del reactor	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de la instrumentación y control / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R13	Evaluador / inspector de sistemas de seguridad	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas de seguridad desde un punto de vista funcional e integrado / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R14	Evaluador / inspector en incendio e inundación interna	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales del riesgo de incendio e inundación interna y de las soluciones técnicas para su prevención / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R15	Coordinador en el sitio de las inspecciones y evaluaciones de ingeniería	Organiza y coordina las inspecciones y evaluaciones reguladoras para confirmar que la construcción civil y el montaje de los equipos, componentes y sistemas cumple las normas de ingeniería de aplicación / determina qué y cuándo inspeccionar para verificar el cumplimiento de la licencia vigente.
R16	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas mecánicos	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de los sistemas mecánicos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R17	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas eléctricos	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de los sistemas eléctricos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.

R18	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas de instrumentación y control	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de los sistemas de instrumentación y control / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R19	Inspector del sistema de gestión de la calidad del contratista principal	Evalúa el sistema de gestión de la calidad del contratista principal y audita su aplicación en obra.

Al tiempo que construye la central nuclear, la OO desarrolla la documentación que demuestra la seguridad en la operación, particularmente la versión final del IS y el Análisis Probabilista de Seguridad (APS) de nivel 1. El OR mantiene una fluida comunicación con la OO intercambiando información técnica sobre aspectos de seguridad, que incluye la provisión de borradores avanzados de capítulos de esos documentos u otras evaluaciones de seguridad que realiza la OO.

Consecuentemente, los especialistas de la OO y los analistas del OR participan en un intercambio de información técnica en el que cada parte expresa libremente su propio punto de vista, sin que esto implique una comunicación formal de la OO ni tampoco una decisión reguladora. El inicio del intercambio de información sobre el APS motiva la creación de un nuevo puesto de regulador:

R_i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R20	Especialista sénior en análisis del APS	Realiza evaluaciones conceptuales en materia de APS considerando los aspectos previstos de la operación, la gestión del mantenimiento y las pruebas periódicas de los sistemas de seguridad / lleva a cabo los estudios y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.

La documentación que la OO elabora para la puesta en marcha y operación del reactor nuclear, incluye el análisis de la incidencia de los factores humanos en la operación del reactor, debiendo demostrar, entre otros aspectos, que ha implementado los elementos necesarios para establecer una cultura de la seguridad caracterizada por un compromiso individual y colectivo con la seguridad, de parte de trabajadores y el personal directivo de la OO. Así mismo, aun cuando el APS demuestre que la probabilidad de fusión del núcleo es aceptablemente baja, la OO debe desarrollar un programa de gestión de accidentes severos a ser evaluado y aceptado por el OR.

El carácter especializado de estos nuevos temas motiva la creación de los siguientes puestos de reguladores.

R_i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R21	Especialista sénior en ingeniería de factores humanos	Evalúa los factores humanos en la seguridad de la operación de la central nuclear / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de seguridad	Evalúa los aspectos organizacionales relacionados con la operación de la central nuclear y la cultura de seguridad de la OO así como de sus contratistas y asesores / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.

R23	Especialista sénior en el análisis de accidentes severos	Evalúa el conjunto de acciones previstas durante la evolución de un accidente más allá de la base de diseño, para prevenir la escalada del evento en un accidente severo, mitigar sus consecuencias en caso de que produzca, y lograr un estado seguro y estable a largo plazo / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
------------	--	--

Etapa de Puesta en Marcha:

Oportunamente la OO se prepara para iniciar la puesta en marcha de la central nuclear, que incluye la carga de combustible y moderador en el reactor. A tal efecto y con la debida anticipación, la OO desarrolla un programa de puesta en marcha y establece una organización para su ejecución. Esta última generalmente toma la forma de un Comité ad-hoc integrado por personas calificadas y con experiencia en el diseño, construcción, puesta en marcha y operación de reactores nucleares.

Cuando la OO presenta la solicitud de Licencia de Puesta en Marcha, el OR debe conformar un equipo de reguladores para evaluar el programa de puesta en marcha y la organización propuesta para ejecutarlo. Por sí mismo o con la asistencia de expertos externos no comprometidos con la OO, el equipo del OR revisa las distintas etapas del programa de puesta en marcha, por ejemplo: Carga del combustible y moderador; Pruebas pre-críticas; Pruebas de criticidad inicial; Pruebas a potencia creciente; Pruebas a plena potencia. Por otra parte el personal sénior analiza la composición del Comité ad-hoc para la puesta en marcha a efectos de recomendar a la alta Dirección sobre su aceptación.

Completada la revisión del programa de puesta en marcha y habiéndose aceptado la conformación del Comité ad-hoc, el OR emite la Licencia de Puesta en Marcha, donde fija las condiciones para la carga del combustible nuclear y el moderador, establece las condiciones para la operación a potencia creciente hasta llegar a la potencia nominal y precisa las verificaciones y pruebas de los componentes, equipos y sistemas para verificar si cumplen con los objetivos y bases del diseño.

Las actividades reguladoras desarrolladas durante la puesta en marcha del reactor nuclear son ejecutadas principalmente por personal que ya interviene en la vigilancia de la construcción y montaje de componentes, así como en la ejecución de las pruebas preliminares:

R_i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Igual a la etapa de Emplazamiento, enfocado en las actividades relacionadas con el control regulador de la puesta en marcha de la central nuclear.
R2	Especialista sénior en evaluaciones termohidráulicas	Evalúa el programa de puesta en marcha en los aspectos de su especialidad técnica / realiza cálculos independientes y evaluaciones en apoyo a las inspecciones de la puesta en marcha participando en las mismas cuando es necesario.
R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas	Evalúa el programa de puesta en marcha en los aspectos de su especialidad técnica/realiza cálculos independientes y evaluaciones en apoyo a las inspecciones de la puesta en marcha participando en las mismas cuando es necesario / realiza análisis de criticidad.

R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre	Mantiene al día el análisis y control de los eventos externos.
R5	Especialista sénior en seguridad nuclear	Elabora y coordina el programa de inspecciones y las evaluaciones de seguridad radiológica y nuclear de la puesta en marcha.
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R7	Especialista sénior en protección física	Realiza inspecciones reguladoras en su especialidad técnica.
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciataria	Igual a la etapa de Construcción enfocado en la puesta en marcha.
R9	Evaluador / inspector de seguridad de estructuras civiles y mecánicas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R10	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas mecánicos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R11	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas eléctricos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R12	Evaluador / inspector de seguridad de la instrumentación y control del reactor	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R13	Evaluador / inspector de sistemas de seguridad	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R14	Evaluador / inspector en incendios e inundaciones internas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R15	Coordinador en el sitio de las inspecciones y evaluaciones de ingeniería	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R16	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas mecánicos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R17	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas eléctricos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R18	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas de I & C	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R19	Inspector del sistema de gestión de la calidad del contratista principal	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la puesta en marcha.
R20	Especialista sénior en análisis del APS	Igual a la etapa de Construcción.
R21	Especialista sénior en ingeniería de factores humanos	Igual a la etapa de Construcción enfocado en la puesta en marcha.
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de la seguridad	Igual a la etapa de Construcción enfocado en la puesta en marcha.
R23	Especialista sénior en el análisis de accidentes severos	Igual a la etapa de Construcción.

La OO debe completar el entrenamiento del futuro personal operador, porque el OR requiere que determinadas funciones del organigrama de operación con influencia significativa en la seguridad, sean cubiertas por personal licenciado. A fin de conceder las licencias correspondientes el OR debe poder constatar la aptitud del personal de operación, lo que motiva la creación de un puesto de regulador especializado en la evaluación de la capacitación y entrenamiento de operadores en materia de seguridad radiológica y nuclear.

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R24	Especialista sénior en evaluación de operadores en materia de seguridad radiológica y nuclear	Evalúa los planes propuestos de capacitación y entrenamiento de operadores / organiza los equipos encargados de evaluar licencias del personal de operación.

Aunque en el proceso de puesta en marcha se establecen medidas apropiadas con la supervisión del OR, que hacen que el riesgo de exposición accidental de trabajadores y miembros del público sea aceptablemente bajo, hay que reconocer la posibilidad de accidentes o incidentes y establecer planes para enfrentarlos. Por ello, la documentación que la OO elabora para la puesta en marcha y operación del reactor nuclear incluye el Plan de Emergencias interior, lo que motiva un nuevo puesto de regulador.

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R25	Especialista sénior en evaluación del Plan de Emergencia	Evalúa el Plan de Emergencia interior / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.

Desde la puesta en marcha del reactor nuclear y en todas las etapas siguientes, en el sitio está presente al menos un representante del OR que realiza actividades de vigilancia, seguimiento y observación directa de las tareas y del funcionamiento de las instalaciones vinculadas a la seguridad de la central nuclear. Este puesto es normalmente cubierto por personal con amplio conocimiento de la instalación, que realizaba actividades de inspección durante la construcción (R16 / R17 / R18).

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R26	Inspector residente	Realiza y coordina en el sitio las tareas de control regulador en materia de seguridad radiológica y nuclear.

Etapa de Operación:

Con la anticipación establecida en el Marco Regulador, la OO notifica al OR su intención de iniciar la operación comercial de la central nuclear y hace entrega de la documentación correspondiente, entre ella la versión final del IS y el APS de nivel 1. Esta documentación ya es de conocimiento del OR y en parte habrá sido evaluada durante el intercambio informal de información técnica.

Mediante el IS final la OO demuestra el efectivo cumplimiento de los criterios de seguridad impuestos en normas o en requerimientos específicos y presenta el análisis de accidentes determinista del reactor nuclear, del cual se derivan –con los

ajustes de la puesta en marcha— las especificaciones técnicas que fijan los límites y condiciones de la operación.

Mediante el APS de nivel 1 la OO demuestra el logro del objetivo de seguridad establecido para el diseño del reactor nuclear y la suficiencia de los procedimientos de operación desde la perspectiva de prevención de daños al núcleo, mediante criterios tales como que la probabilidad de tales daños sea igual o menor a 10^{-5} por año (valor internacionalmente aceptado para reactores nuevos).

El equipo de reguladores afectado al licenciamiento del reactor nuclear debe evaluar por sí mismo o con la asistencia de expertos externos no comprometidos con la OO el IS, el APS de Nivel 1 y toda otra documentación que acompaña la solicitud de licencia. La emisión de la Licencia de Operación se produce cuando los resultados de la evaluación de los documentos presentados y de las inspecciones realizadas durante la construcción y la puesta en marcha permiten concluir que la operación del reactor nuclear será segura.

La Licencia se emite con un cierto período de vigencia —en general 10 años— al cabo del cual se procede a su renovación, tras una revisión exhaustiva de la seguridad operacional en el periodo de vigencia de la Licencia próximo a expirar, verificando la seguridad del reactor contra estándares modernos. Asimismo, a lo largo de la etapa de operación, la central nuclear está sujeta a diversas modificaciones de diseño o de características de operación (por ejemplo, aumento de potencia), algunas de las cuales, en particular las de mayor impacto en la seguridad, deberán ser objeto de autorización por el OR. Ello genera procesos de licenciamiento específicos adicionales e independientes a las sucesivas renovaciones de la Licencia de Operación.

El OR vigila el cumplimiento de las condiciones de la licencia a través de inspecciones, evaluaciones de seguridad y auditorías. Para ello establece un programa de inspecciones sistemático por parte de los inspectores residentes y de otros representantes del OR. También desarrolla y ejecuta un programa de evaluaciones de seguridad radiológica del personal, medio ambiente y público, además de auditar periódicamente aspectos de seguridad relacionados con la operación del reactor nuclear.

A los efectos de la evaluación que el OR realiza a la documentación que acompaña la solicitud de licencia, más las actividades de inspección en apoyo a las evaluaciones y el análisis de los resultados de la puesta en marcha, el OR debe contar con un conjunto de reguladores especializados. Una vez emitida la Licencia de Operación y durante toda la etapa de operación del reactor nuclear, la mayoría de esos reguladores conformarán un plantel con desempeño continuo o parcial que vigile la operación del reactor nuclear. Se considera que los puestos necesarios para la emisión de la Licencia de Operación y para la vigilancia de su cumplimiento son los siguientes:

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Igual a la etapa de Emplazamiento, enfocado en las actividades relacionadas con el control regulador de la operación de la central nuclear.
R2	Especialista sénior en evaluaciones termohidráulicas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la versión final del IS.

R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la versión final del IS / realiza análisis de criticidad.
R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre	Mantiene al día el análisis y control de los eventos externos / considera cambios significativos en el uso de la tierra, expansión de las actividades humanas o la construcción de instalaciones de alto riesgo.
R5	Especialista sénior en seguridad nuclear	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la versión final del IS / coordina el programa de inspecciones y evaluaciones de seguridad radiológica y nuclear durante la operación.
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la versión final del IS / realiza cálculos independientes y evaluaciones de protección radiológica en apoyo a las inspecciones durante la operación / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R7	Especialista sénior en protección física	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en el funcionamiento adecuado de las soluciones técnicas implementadas / realiza inspecciones reguladoras en su especialidad técnica.
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciario	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación.
R9	Evaluador / inspector de seguridad de estructuras civiles y mecánicas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de esas estructuras, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R10	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas mecánicos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de esos sistemas, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R11	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas eléctricos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de esos sistemas, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R12	Evaluador / inspector de seguridad de la instrumentación y control del reactor	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de esos sistemas, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R13	Evaluador / inspector de sistemas de seguridad	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de esos sistemas, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R14	Evaluador / inspector en incendios e inundaciones internas	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación de las instalaciones para prevención de incendio e inundación interna, incluyendo aspectos de gestión del mantenimiento y envejecimiento.
R20	Especialista sénior en análisis del APS	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la versión final del APS / actualiza el APS con la experiencia operativa, cambios de procedimientos, mejoras de diseño de equipos y sistemas relacionados con la seguridad / posible extensión del alcance original del APS a otros riesgos: otros estados de operación, incendio interno, evento externo, etc.
R21	Especialista sénior en ingeniería de factores humanos	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación.
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de la seguridad	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en la operación.

R23	Especialista sénior en el análisis de accidentes severos	Igual a la etapa de Construcción / realiza la evaluación y el control del mantenimiento al día de las guías de gestión de accidentes severos.
R24	Especialista sénior en evaluación de operadores en materia de seguridad radiológica y nuclear	Igual a la etapa de Puesta en Marcha, enfocado en la operación.
R25	Especialista sénior en evaluación del Plan de Emergencia	Evalúa el Plan de Emergencia / coordina las actividades reguladoras relacionadas con los ejercicios periódicos de aplicación del plan y da apoyo a la respuesta reguladora en emergencias reales / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R26	Inspector residente	Igual a la etapa de Puesta en Marcha, enfocado en la operación

Un aspecto importante de seguridad en la operación es la mejora continua de la operación, a través de los resultados del programa de análisis de la experiencia operativa que lleva a cabo el licenciataria. Otro aspecto importante es que la gestión de residuos radiactivos se realice de forma que asegure un adecuado nivel de protección radiológica de trabajadores y miembros del público, así como de preservación del ambiente. El control de estos aspectos particulares por parte del OR, motiva la creación de los siguientes puestos de reguladores:

R_i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R27	Especialista sénior en experiencia operativa	Evalúa y controla el programa de análisis de experiencia operativa del licenciataria / evalúa los sucesos operativos notificados al OR / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.
R28	Especialista sénior en gestión de desechos radiactivos	Realiza la evaluación y control de los procesos y sistemas tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos / realiza inspecciones reguladoras en su especialidad técnica.

Etapa de Retiro de Servicio:

Al finalizar la operación comercial de la central nuclear se inicia un proceso para gestionar el cierre definitivo de la instalación y llevar a cabo las actividades que conducen al destino previsto para el emplazamiento. Para ello, la OO elabora el programa de desmantelamiento y clausura, que contempla los arreglos institucionales necesarios y prevé todos los pasos necesarios para asegurar condiciones adecuadas de seguridad nuclear (mientras haya combustible nuclear en el emplazamiento) y de protección radiológica en cada fase del proceso de gestión.

Con la debida anticipación la OO notifica al OR su intención de finalizar la operación comercial de la central nuclear y producida la misma, continúa manteniéndola en parada segura hasta obtener la Licencia de Retiro de Servicio, para lo cual presenta el programa de desmantelamiento y clausura e informa los arreglos efectuados con otras instituciones involucradas, en particular la encargada de gestionar los residuos radiactivos.

La evaluación del programa de desmantelamiento y clausura y de otra documentación que acompaña la solicitud de licencia, además de las actividades de inspección en apoyo a las evaluaciones que realice el OR por sí mismo o con la asistencia de expertos externos no comprometidos con la OO, requiere que algunos reguladores especializados que ya poseen amplia experiencia en la regulación de la operación de la central nuclear, adquieran un conjunto de nuevas competencias, relacionadas fundamentalmente con la protección radiológica de los trabajadores y medio ambiente.

Una vez emitida la Licencia de Retiro de Servicio y mientras se desarrolla el proceso de desmantelamiento del reactor nuclear, esos reguladores conforman un plantel con desempeño continuo o parcial en el sitio. Se considera que los puestos necesarios para la emisión de la Licencia de Retiro de Servicio y para la vigilancia de su cumplimiento son los siguientes:

R _i	PUESTO DE REGULADOR	TAREAS PRINCIPALES EN LA ETAPA
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Igual a la etapa de Emplazamiento, enfocado en las actividades relacionadas con el control regulador del retiro de servicio de la central nuclear.
R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones sobre prevención de criticidad en el manejo de los EECC gastados ² .
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Realiza cálculos independientes y evaluaciones de protección contra las radiaciones de los trabajadores y público, así como del ambiente, tanto en la evaluación del programa de desmantelamiento y clausura como durante las actividades reguladoras en el sitio.
R7	Especialista sénior en protección física	Realiza análisis de escenarios de intrusión y las soluciones técnicas para su prevención durante el desmantelamiento / realiza inspecciones reguladoras en su especialidad técnica.
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciatario	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en el retiro de servicio de la central nuclear.
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de la seguridad	Igual a la etapa de Construcción, enfocado en el retiro de servicio de la central nuclear.
R25	Especialista sénior en evaluación del Plan de Emergencia	Igual a la etapa de Operación, enfocado en el retiro de servicio de la central nuclear.
R26	Inspector residente	Igual a la etapa de Puesta en Marcha, enfocado en el retiro de servicio de la central nuclear.
R28	Especialista sénior en gestión de desechos radiactivos	Realiza la evaluación de los procesos y sistemas tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos producidos en el desmantelamiento del reactor y la evaluación de los arreglos institucionales del licenciatario para la gestión de desechos radiactivos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.

² solo se requiere mientras permanezca combustible en el sitio

Las medidas de protección física y la presencia de personal regulador en el sitio continúan hasta que se logren condiciones de protección radiológica adecuadas y se puedan minimizar la vigilancia y el control de acceso al sitio.

PUESTOS DEL PLANTEL BÁSICO Y ETAPAS EN LAS QUE INTERVIENE

La sección anterior define y justifica un conjunto de puestos de reguladores que intervienen en cada etapa del proceso de licenciamiento y control de un reactor nuclear de potencia y que se considera deberían formar parte del organismo regulador, para realizar un control efectivo e independiente en todas las etapas de la vida del reactor nuclear. Dicho conjunto denominado "Plantel Básico" presenta los puestos de reguladores que deberían intervenir en cada etapa del proceso de licenciamiento, sin considerar el número necesario de reguladores en el puesto, que dependerá de la dimensión y organización de cada organismo regulador.

En total se han identificado 28 puestos de reguladores nucleares para las diferentes etapas del proceso de licenciamiento y control de una central nuclear. Para cada uno de esos puestos el proyecto desarrolló el objetivo y las tareas principales consideradas propias del puesto, las que se presentan en el Anexo VI "Objetivo y tareas principales de los 28 puestos del plantel básico".

La tabla siguiente proporciona la lista de los puestos de reguladores (Plantel Básico) que en el marco del proyecto, se ha considerado deberían formar parte del organismo regulador para un control efectivo y autónomo en todas las etapas de la vida del reactor, incorporando el objetivo del puesto y las etapas del proceso de licenciamiento en el que interviene el regulador.

PLANTEL BÁSICO DE REGULADORES PARA EL LICENCIAMIENTO Y CONTROL DE UNA CENTRAL NUCLEAR

	PUESTO	OBJETIVO	ETAPA				
			E	C	PM	O	RS
R1	Coordinador del licenciamiento de la central nuclear	Planifica, organiza, dirige y supervisa las actividades reguladoras de autorización, evaluación, inspección y coerción relativas a la central nuclear / actúa como interlocutor del OR ante la OO.	√	√	√	√	√
R2	Especialista sénior en evaluaciones termohidráulicas	Realiza o supervisa cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de los procesos de transferencia de calor en la central nuclear / realiza análisis del acoplamiento termohidráulico – neutrónico con el combustible, refrigerante y moderador / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R3	Especialista sénior en evaluaciones neutrónicas	Realiza o supervisa cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de la física del núcleo / realiza análisis del acoplamiento térmico–neutrónico con el combustible y análisis de criticidad / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	√(*)
R4	Especialista sénior en análisis de eventos naturales e inducidos por el hombre	Actúa como interlocutor del OR con las instituciones especializadas en el análisis y control de eventos naturales e inducidos por el hombre / coordina la labor de los especialistas del OR y/o asesores externos en la materia.	√	√	√	√	

(*) La necesidad de estos especialistas depende de la presencia o no de combustible en el emplazamiento.

PUESTO	OBJETIVO	ETAPA					
		E	C	PM	O	RS	
R5	Especialista sénior en seguridad nuclear	Verifica aspectos de seguridad del emplazamiento de la central nuclear / coordina la evaluación de la versión preliminar y final del IS y supervisa la evaluación de capítulos a cargo de evaluadores e inspectores de seguridad de sistemas en su especialidad técnica / coordina las inspecciones y auditorías reguladoras / reemplaza a R1 en su ausencia.	√	√	√	√	
R6	Especialista sénior en protección radiológica	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de la protección contra las radiaciones de trabajadores y público / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.	√	√	√	√	√
R7	Especialista sénior en protección física	Realiza análisis de escenarios de intrusión y las soluciones técnicas para su prevención / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.	√	√	√	√	√
R8	Evaluador / auditor del sistema de gestión de la calidad del licenciario	Evalúa el sistema de gestión de la calidad del licenciario y audita su aplicación en todas las etapas de la vida de la central nuclear.	√	√	√	√	√
R9	Evaluador / inspector de seguridad de estructuras civiles y mecánicas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de estructuras civiles y mecánicas / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R10	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas mecánicos	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas mecánicos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	

	PUESTO	OBJETIVO	ETAPA				
			E	C	PM	O	RS
R11	Evaluador / inspector de seguridad de sistemas eléctricos	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas eléctricos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R12	Evaluador / inspector de seguridad de la instrumentación y control del reactor	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas de instrumentación y control / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R13	Evaluador / inspector de sistemas de seguridad	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales de seguridad de los sistemas de seguridad desde un punto de vista funcional e integrado / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R14	Evaluador / inspector en incendios e inundaciones internas	Realiza cálculos independientes y evaluaciones conceptuales del riesgo de incendio e inundación interna y las soluciones técnicas para su prevención / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R15	Coordinador en el sitio de las inspecciones y evaluaciones de ingeniería	Organiza y coordina las inspecciones y evaluaciones reguladoras para confirmar que la construcción civil y el montaje de los equipos, componentes y sistemas cumple las normas industriales de aplicación / determina qué y cuándo inspeccionar para verificar el cumplimiento de la licencia vigente.		√	√		
R16	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas mecánicos	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas mecánicos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√		

	PUESTO	OBJETIVO	ETAPA				
			E	C	PM	O	RS
R17	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas eléctricos	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas eléctricos / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√		
R18	Inspector de la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas de instrumentación y control	Analiza la documentación y las normas industriales de aplicación a la construcción, montaje y puesta en marcha de sistemas de instrumentación y control / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√		
R19	Inspector del sistema de gestión de la calidad del contratista principal	Evalúa el sistema de gestión de la calidad del contratista principal / inspecciona y audita su aplicación en obra.		√	√		
R20	Especialista sénior en análisis del APS	Realiza o supervisa la ejecución de evaluaciones en materia de análisis probabilista de seguridad, considerando aspectos de la operación, gestión del mantenimiento y pruebas periódicas de los sistemas de seguridad / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.		√	√	√	
R21	Especialista sénior en ingeniería de factores humanos	Evalúa los factores humanos en la seguridad de la operación de la central nuclear / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.			√	√	
R22	Especialista sénior en aspectos organizacionales y cultura de seguridad	Evalúa los aspectos organizacionales relacionados con la operación de la central nuclear y la cultura de seguridad de la OO sus contratistas y asesores, en todas las etapas a partir de la puesta en marcha de la central nuclear / realiza inspecciones y auditorías reguladoras en su especialidad técnica.			√	√	√

PUESTO	OBJETIVO	ETAPA				
		E	C	PM	O	RS
R23	Especialista sénior en el análisis de accidentes severos			√	√	
R24	Especialista sénior en evaluación de operadores en materia de seguridad radiológica y nuclear			√	√	
R25	Especialista sénior en evaluación del Plan de Emergencia			√	√	√
R26	Inspector residente			√	√	√
R27	Especialista sénior en experiencia operativa				√	
R28	Especialista sénior en gestión de desechos radiactivos				√	√