

***“GUÍA REGULATORIA INTERNA
PARA EL CONTROL DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN NUEVOS
O MODIFICACIONES MAYORES A REACTORES DE
INVESTIGACIÓN OPERATIVOS. ASPECTOS MECÁNICOS”***

***CARRERA: ESPECIALIZACIÓN EN REACTORES NUCLEARES
Y SU CICLO DE COMBUSTIBLE***

Alumna: Ing. Laura Alejandra Arlía
Director: Ing. Carlos Dante Perrín

DICIEMBRE 2018

ÍNDICE

ABSTARCT	6
CAPÍTULO I	7
I.1 INTRODUCCIÓN	7
I.2 OBJETIVO	8
I.3 ALCANCE	8
I.4 SIGLAS	8
I.5 DEFINICIONES	8
CAPÍTULO II	10
II.1 CONCEPTOS PREVIOS	10
II.2 MARCO NORMATIVO REGULATORIO PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN	10
II.3 ETAPAS DE UN PROYECTO DE REACTOR NUCLEAR	11
II.4 LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	12
II.4.1 CRITERIOS	12
II. 4.2 REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	13
II.4.3 CONTENIDOS DE UNA LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	14
CAPITULO III	15
III.1 ASPECTOS DE SEGURIDAD	15
III.1.1 ENFOQUE GRADUAL EN REACTORES DE INVESTIGACIÓN	15
III.2 OBJETIVO FUNDAMENTAL DE SEGURIDAD	16
III.3 FUNCIONES PRINCIPALES DE SEGURIDAD	16
III.4 FUNCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD	17

III.5 CLASIFICACIÓN DE ESC	17
III.5.1 CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD.....	18
III.5.2 CLASES DE SEGURIDAD.....	18
III.5.2.1 REQUERIMIENTOS GENERALES.....	18
III.5.2.2 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS.....	19
III.5.3 CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DE ESC	19
III.5.4 CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS, SISTEMAS Y COMPONENTES	19
III.6 CALIFICACIÓN DE ESC.....	19
III.6.1 CALIFICACIÓN SÍSMICA	20
III.6.2 CALIFICACIÓN AMBIENTAL.....	21
III.6.3 MATRICES DE VERIFICACIÓN DE CALIFICACIÓN DE ESC.....	22
III.7 CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD, DE CALIDAD Y SÍSMICA.....	23
CAPÍTULO IV	25
IV.1 LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	25
IV.2 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	25
IV.2.1 TABLA DE VERIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS PARA ESC	26
IV.3 LISTADO DE COMPONENTES Y ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD MECÁNICOS DE INTERÉS REGULATORIO	27
IV.4 LISTADOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD	28
IV.5 CÓDIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES.....	29
IV.5.1 NORMATIVA ASOCIADA AL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS	29
IV.5.2 DOCUMENTACIÓN RELEVANTE ASOCIADA A ESC MECÁNICOS	29

IV.6 DEFINICIÓN DE PROCESOS DE INTERÉS REGULATORIO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	30
IV.6.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS. CONTROL Y SEGUIMIENTO REGULATORIO	31
IV.6.2 MATRIZ DE SEGUIMIENTO REGULATORIO DE PROCESOS	40
IV.7 ASPECTOS DE SEGURIDAD EN MODIFICACIONES MAYORES A UN RI OPERATIVO	41
IV.7.1 EL COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA EN LAS MODIFICACIONES MAYORES A RI OPERATIVOS	42
IV.8 ASPECTOS DE LA INSPECCIÓN REGULATORIA	42
IV.9 PROGRAMA DE INSPECCIÓN REGULATORIA	43
IV.10 EL INFORME DE INSPECCIÓN REGULATORIA	44
CONCLUSIÓN	45
BIBLIOGRAFÍA	46

ABSTRACT

The present work seeks to establish an internal regulatory guide for inspection and control, setting out guidelines to be followed in the construction stage of a new research reactor project or modifications in an operational research reactor, for Mechanical Structures, Systems and Components.

In Chapter I, the Objective and Scope of this work is described.

Chapter II summarizes the regulations in force at the regulatory level and the IAEA standards, which are recommendations to be followed by the member States. The characteristics of the Construction License and its content are also described.

Chapter III details the safety aspects as well as the process of classification and qualification of Mechanical Structures, Systems and Components. The requirements to be verified will arise from this process. Verification matrices were determined for the Mechanical Structures, Systems and Components qualification.

Chapter IV addresses the construction stage of a Research Reactor and the aspects that should be included in the regulatory control. Mechanical components and structures important for safety were defined explicitly. Besides, a list of systems important for safety also is included.

A list of relevant documentation associated with mechanical equipment was prepared. A matrix for the follow-up of requirements according to the safety classification is described. Here is also possible to see the processes for which the Regulatory Body has special interest for the construction stage and modifications of an operational research reactor. A matrix for control and monitoring of those processes is described.

CAPÍTULO I

I.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca establecer una guía regulatoria interna de inspección y control, donde se plasmen los lineamientos regulatorios a seguir durante la etapa de **Construcción** de un nuevo proyecto de reactor de investigación o modificaciones mayores a un Reactor de Investigación operativo, desde el punto de vista de **Estructuras, Sistemas y Componentes Mecánicos**.

En el Capítulo I se describen el Objetivo y el Alcance de este trabajo, así como las siglas y definiciones más relevantes utilizadas a lo largo del mismo.

En el Capítulo II se sintetiza la normativa vigente a nivel regulatorio (normas y guías) y aquellas normas de IAEA, las cuales son recomendaciones a seguir por los Estados miembros. También se describen las características de la Licencia de Construcción y su contenido.

El Capítulo III detalla los aspectos de seguridad a considerar incluyendo el proceso para la clasificación y calificación de Estructuras, Sistemas y Componentes (ESC) mecánicos. De este proceso surgirán los requerimientos a ser verificados para cada uno de ellos. Se determinaron aquí matrices de verificación para la calificación de ESC.

En el Capítulo IV se aborda específicamente la etapa de construcción de un Reactor de Investigación y los aspectos que deben incluirse en el control regulatorio. Se definieron explícitamente los componentes y estructuras mecánicos importantes para la seguridad como así también los principales sistemas relacionados con la seguridad a ser considerados en el control y seguimiento regulatorio. Se confeccionó un listado de documentación relevante asociada a ESC mecánicos y una matriz para el seguimiento de requerimientos según la clasificación de seguridad. Aquí también se definen los procesos de interés regulatorio para la etapa de construcción y modificaciones mayores a un Reactor de Investigación operativo con una matriz de control y seguimiento de esos procesos.

I.2 OBJETIVO

El Objetivo del presente trabajo es establecer los lineamientos de inspección y control regulatorio durante la etapa de construcción y modificaciones mayores a un Reactor de Investigación Operativo, para Estructuras, Sistemas y Componentes Mecánicos.

I.3 ALCANCE

Construcción y Montaje de Estructuras, Sistemas y Componentes (ESC) Mecánicos de un nuevo Reactor de Investigación o durante la implementación de modificaciones mayores a Reactores de Investigación operativos. Para el caso de modificaciones mayores se considerará solo la etapa de construcción de la misma según el esquema de Autorizaciones Regulatorias.

I.4 SIGLAS

ARN	Autoridad Regulatoria Nuclear
CC	Conjuntos Críticos
CRT	Comité de Revisión Técnica
END	Ensayos No Destructivos
ER	Entidad Responsable
ESC	Estructuras, Sistemas y Componentes
IPS	Informe Preliminar de Seguridad
RI	Reactores de Investigación

I.5 DEFINICIONES

Construcción: *Proceso que comprende la ejecución de obras civiles de la instalación Clase I, el montaje de sus componentes, equipos y sistemas, así como la realización de las pruebas respectivas. Tal ejecución excluye los trabajos de preparación y excavación del sitio del emplazamiento, y se considera iniciada cuando se procede a la colada de hormigón correspondiente.* ^[1]

Entidad Responsable: Titular de las licencias de una instalación Clase I. ^[1]

Instalación: Instalación Nuclear, Instalación Radiactiva, Instalación Minero Fabril o Acelerador de Partículas. ^[1]

Instalación Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa. Comprende las siguientes subclases:

1. Reactores Nucleares de Potencia
2. Reactores Nucleares de Producción e Investigación.
3. Conjuntos Críticos.
4. Instalaciones nucleares con potencial de criticidad.
5. Aceleradores de Partículas con $E > 1$ MeV (excepto los aceleradores de uso médico).
6. Plantas de Irradiación.
7. Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
8. Gestionadora de Residuos Radiactivos.
9. Instalaciones Minero Fabriles que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación. ^[1]

Licencia: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar. ^[1]

Licencia de Construcción: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que inicie la construcción de una instalación Clase I. ^[1]

CAPITULO II

II.1 CONCEPTOS PREVIOS

II.2 MARCO NORMATIVO REGULATORIO PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN

Aquí se listan las Normas Regulatorias aplicables a Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos. La Entidad Responsable deberá cumplir con las mismas, sin perjuicio de otros requerimientos específicos aplicables al Proyecto.

Normas Regulatorias

La ARN está facultada para "dictar las normas regulatorias referidas a seguridad radiológica y nuclear, protección física y fiscalización del uso de materiales nucleares, licenciamiento y fiscalización de instalaciones nucleares, salvaguardias internacionales y transporte de materiales nucleares en su aspecto de seguridad radiológica y nuclear y protección física" conforme lo dispone el inciso a) del artículo 16 de la Ley N° 24.804.

Las normas regulatorias argentinas tienen un carácter de "desempeño": no son prescriptivas sino de cumplimiento de objetivos de seguridad. La manera en que se alcanzan esos objetivos se basa en la apropiada toma de decisiones por parte de la entidad responsable del diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de la instalación en cuestión; dicha entidad debe demostrar a la Autoridad Regulatoria que los medios técnicos que propone cumplen los objetivos que establecen las normas.

<u>AR 0.0.1.</u>	Licenciamiento de Instalaciones Clase I
<u>AR 4.1.1.</u>	Exposición Ocupacional en Reactores Nucleares de Investigación
<u>AR 4.1.2.</u>	Limitación de Efluentes Radiactivos en Reactores Nucleares de Investigación
<u>AR 4.1.3.</u>	Criterios Radiológicos Relativos a Accidentes en Reactores de Investigación
<u>AR 4.2.1.</u>	Diseño de Conjuntos Críticos
<u>AR 4.2.2.</u>	Diseño de Reactores de Investigación
<u>AR 4.2.3.</u>	Seguridad contra Incendios en Reactores de Investigación
<u>AR 4.5.1.</u>	Diseño del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica de Reactores de Investigación
<u>AR 4.7.1.</u>	Cronograma de la Documentación a presentar antes de la Operación de un Reactor de Investigación
<u>AR 4.7.2.</u>	Cronograma de la Documentación a presentar antes de la Operación de un Conjunto Crítico
<u>AR 4.8.1.</u>	Pruebas Preliminares y Puesta en Marcha de Conjuntos Críticos
<u>AR 4.8.2.</u>	Pruebas Preliminares y Puesta en Marcha de Reactores de Investigación
<u>AR 4.9.1.</u>	Operación de Conjuntos Críticos
<u>AR 4.9.2.</u>	Operación de Reactores Nucleares de Investigación

Guías Regulatorias

Las Guías Regulatorias constituyen un conjunto de recomendaciones que no tienen carácter obligatorio y pueden ser utilizadas para facilitar la demostración del cumplimiento de las normas regulatorias.

AR 4	Diseño de Reactores Nucleares de Investigación Esta Guía Regulatoria contiene información asociada a la Norma Regulatoria AR 4.2.2.
AR 7	Diseño de Conjuntos Críticos Esta Guía Regulatoria contiene información asociada a la Norma Regulatoria AR 4.2.1.

Estándares IAEA

- IAEA Safety Standards, *Safety of Research Reactors, Specific Safety Requirements No. SSR-3.*
- IAEA Safety Standards, *Safety of Research Reactors, Safety Requirements No. NS-R-4.*
- IAEA Safety Standards, *Construction for Nuclear Installations, Specific Safety Guide No. SSG-38.*

II.3 ETAPAS DE UN PROYECTO DE REACTOR NUCLEAR

Las etapas generales que componen un Proyecto de Reactor Nuclear pueden dividirse en las siguientes:

- Diseño
- **Construcción (y Montaje)**
- Puesta en Marcha
- Operación
- Retiro de Servicio (Desmantelamiento o “*decommissioning*”)
- Modificaciones mayores a la instalación

Según la ARN, se detallan etapas que requieren aprobación y la documentación correspondiente que debe ser emitida:

ETAPA	DOCUMENTO
Diseño	Sin Licencia
Construcción (y Montaje)	Licencia de Construcción
Puesta en Marcha	Licencia de Puesta en Marcha
Operación	Licencia de Operación
Retiro de Servicio (Desmantelamiento o decommissioning)	Licencia de Retiro de Servicio
Modificaciones Mayores a la Instalación	Autorización para la Construcción, Autorización para la Puesta en Marcha, Autorización para Operación

II.4 LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN ^[1]

La construcción sólo podrá comenzar luego de que la Entidad Responsable haya verificado que los aspectos de seguridad en el diseño hayan sido resueltos y la Autoridad Regulatoria haya emitido la Licencia de Construcción o en caso de modificaciones mayores, una autorización para llevarla a cabo. ^[5]

II.4.1 CRITERIOS ^[1]

A continuación se mencionan algunos criterios pautados en la NORMA AR 0.0.1. LICENCIAMIENTO DE INSTALACIONES CLASE I:

No podrá iniciarse la construcción, la puesta en marcha, la operación o el retiro de servicio de una instalación Clase I sin una previa licencia de construcción, de puesta en marcha, de operación o de retiro de servicio, según corresponda, solicitada por la Entidad Responsable y otorgada por la Autoridad Regulatoria.

La Entidad Responsable es la organización responsable por la seguridad radiológica y nuclear de una instalación Clase I. Esa responsabilidad implica además que la Entidad Responsable debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades a favor de la seguridad de la instalación Clase I cumpliendo, como mínimo, las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria. Esta responsabilidad se extiende al desarrollo de la instalación Clase I comprendiendo las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio.

El cumplimiento de las normas y requerimientos no exime a la Entidad Responsable de su responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear de la instalación Clase I.

La vigencia de una licencia referente a una instalación Clase I está supeditada al cumplimiento -por parte de la Entidad Responsable- de las condiciones estipuladas en la misma, de las normas dictadas por la Autoridad Regulatoria y de los requerimientos emitidos por esta autoridad. La inobservancia de uno o más de estos requisitos podrá ser causal para que la Autoridad Regulatoria proceda a suspender o cancelar la vigencia de la licencia de que se trate.

II.4.2 REQUISITOS PARA OTORGAR LA LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

Según la NORMA AR 4.7.1. CRONOGRAMA DE LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR ANTES DE LA OPERACIÓN DE UN REACTOR DE INVESTIGACIÓN se deberá seguir el siguiente esquema de entrega de documentación. Se mencionan aquí aquellos puntos relacionados con y hasta la etapa de Construcción. ^[2]

- Punto 14 de la Norma AR 4.7.1. El cronograma de la documentación a presentar es el siguiente:
- Presentación del Informe Preliminar de Seguridad (IPS). Cuatro (4) meses antes de solicitarse la licencia de construcción.
- Presentación sistemática de informes relacionados con los eventuales cambios de diseño y otros aspectos, resultantes de la interacción entre la Entidad Responsable y la Autoridad Regulatoria. Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa hasta un (1) mes antes de la carga del combustible y moderador en el reactor.
- Presentación del sistema de calidad, incluyendo el correspondiente programa y toda otra documentación relacionada con la calidad. Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa actualizándose progresivamente.
- Presentación sistemática de informes de progreso sobre la construcción del reactor, excluyendo las pruebas preliminares. Mensualmente, a partir de la obtención de la licencia de construcción.
- Presentación del proyecto de organigrama de operación y del programa de entrenamiento del personal. En la fecha de comienzo de la construcción. Debe actualizarse toda vez que se produzcan cambios.
- Presentación del programa de pruebas preliminares. Dos (2) meses antes del inicio de la pruebas preliminares.
- Presentación sistemática de informes de progreso sobre el desarrollo del programa de pruebas preliminares. A partir del comienzo de las pruebas preliminares y en forma continuada durante la ejecución del programa.

- Presentación del Informe de Seguridad (IS). Seis (6) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.

Cabe destacar en este punto del trabajo que, si bien las Normas detallan aquellos requisitos que deben cumplimentarse, la Autoridad Regulatoria está facultada para solicitar cualquier documentación adicional que considere necesaria, sin perder el carácter mandatorio de la misma por no encontrarse detallada en las normas regulatorias aplicables.

A continuación se mencionan algunos requerimientos adicionales que pueden solicitarse a la Entidad Responsable:

- Cronograma de tareas actualizado, incluyendo los hitos importantes para la construcción y montaje.
- Listado de tareas relevantes realizadas en el período inmediato anterior.
- Descripción de avance de tareas de construcción de edificios y ESC y montaje de equipos y sistemas.
- Descripción de avance de tareas de diseño, construcción y ensayo de ESC relevantes para la seguridad.
- Avance de tareas de licenciamiento de personal.
- Resultados de auditorías del sistema de Gestión de la Calidad.
- Informe con listado de cambios de diseños menores (que no requieren autorización de ARN).
- Novedades de licenciamiento: estado de entrega de la documentación mandatoria, estado de cumplimiento de requerimientos regulatorios, etc.

II.4.3 CONTENIDOS DE UNA LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

Condiciones generales

- Alcance
- Vigencia
- Responsabilidades

Condiciones específicas

- Modificaciones y cambios
- Documentación de carácter mandatorio
- Comunicaciones
- Registros
- Inspecciones
- Lugar y fecha de emisión

CAPÍTULO III

III.1 ASPECTOS DE SEGURIDAD

Desde un enfoque de seguridad, la Autoridad Regulatoria deberá verificar que la Entidad Responsable controle que todas las ESC cumplan con todos los requisitos definidos para garantizar la seguridad de la instalación. Los aspectos de seguridad son definidos durante la etapa de diseño, considerando las provisiones de seguridad para todas las etapas del proyecto. Los aspectos de seguridad permitirán definir los requerimientos de seguridad a ser verificados durante la construcción.

III.1.1 ENFOQUE GRADUAL EN REACTORES DE INVESTIGACIÓN

Según las recomendaciones de IAEA es adecuado plantear un enfoque gradual debido a la diferencia que puede existir entre los distintos tipos de Reactores de Investigación.

Estos reactores pueden utilizarse con diversos propósitos como ser: producción de radioisótopos, entrenamiento de personal, educación, ensayo de materiales, investigación, entre otros. Debido a ello, las características de diseño y operación pueden variar significativamente, dando lugar a distintos enfoques para alcanzar los requerimientos de seguridad.

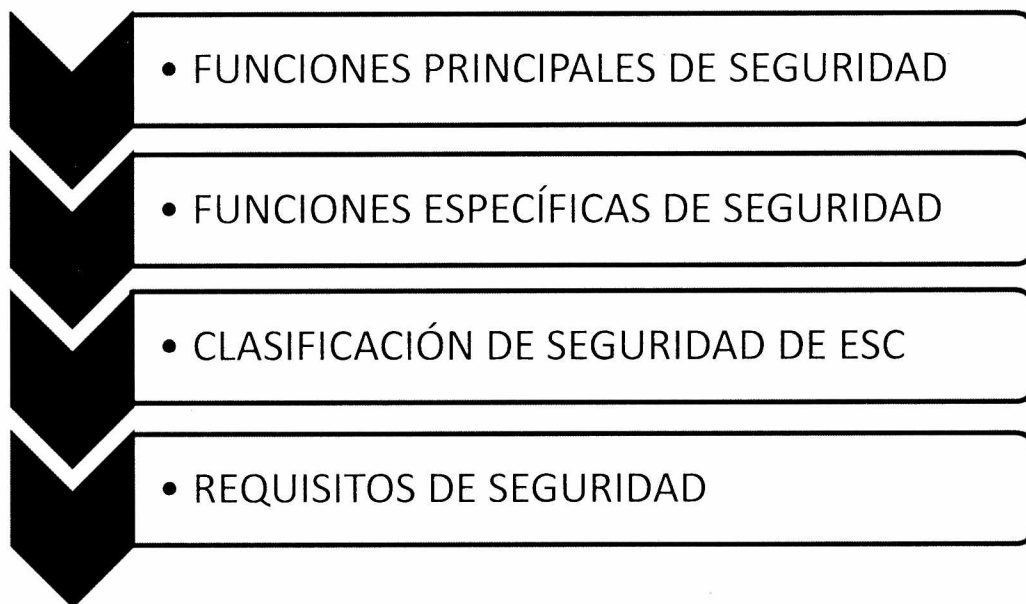
- La aplicación de ciertos requerimientos o no, dependerá de distintos factores a tener en cuenta ^[4];
- La potencia del reactor;
- El término fuente;
- La cantidad y enriquecimiento de material físil y fisionable;
- Elementos combustibles gastados, sistemas de alta presión, sistemas de calentamiento y el almacenamiento de material inflamable, que pueden afectar la seguridad del reactor;
- El tipo de elementos combustibles;
- El tipo y masa del moderador, reflector y refrigerante;
- La cantidad de reactividad que puede introducirse y la tasa de introducción, el control de reactividad y elementos técnicos de seguridad inherentes y adicionales;
- La calidad de la estructura de contención y otros medios de confinamiento;
- La utilización del reactor (dispositivos experimentales, ensayos y experimentos de física de reactores);
- La evaluación del sitio, incluyendo amenazas externas asociadas con el sitio y la proximidad a grupos poblacionales;
- La facilidad o dificultad en el cambio de configuración.

III.2 OBJETIVO FUNDAMENTAL DE SEGURIDAD

El objetivo fundamental de seguridad es **proteger a las personas y al medioambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.**

Este objetivo debe ser alcanzado por la Instalación tomando todas aquellas medidas razonables para lograr los más altos estándares de seguridad en todas las etapas del proyecto.

Para lograr una adecuada definición de los requisitos de seguridad aplicables a las ESC, es necesario seguir una metodología de procesos como se muestra en el esquema siguiente:



III.3 FUNCIONES PRINCIPALES DE SEGURIDAD

El diseño de un reactor de Investigación debe asegurar que las funciones principales de seguridad son alcanzadas en todos los estados:

- Control de Reactividad
- Refrigeración (remoción de calor)
- Confinamiento del material radiactivo

III.4 FUNCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD ^[4]

Las funciones específicas de seguridad son las funciones características esenciales asociadas a ESC para garantizar la seguridad del reactor.

En reactores de investigación las funciones específicas de seguridad son apropiadas para un diseño particular de reactor, pero puede ocurrir que algunas no sean relevantes para algunos tipos de reactores. Aquellas funciones que no sean aplicables requieren una justificación de exclusión.

Las funciones específicas de seguridad son los elementos claves para poder definir de manera gradual los requerimientos para cada ESC. Las funciones que debe cumplir cada ESC deben definirse claramente y estar asociadas a una clasificación de seguridad.

Las funciones específicas de seguridad se desglosan de las funciones principales de seguridad. A modo de ejemplo pueden citarse algunas de ellas:

Control de Reactividad

- Proveer un diseño adecuado para asegurar la extinción del reactor
- Proveer protecciones por enclavamientos en las lógicas de control a fin de evitar incidentes operacionales

Refrigeración

- Proveer refrigeración adecuada durante operación normal o EOP.
- Remover el calor de decaimiento durante estados operacionales o EOP
- Remover el calor de decaimiento durante EBD

Confinamiento

- Limitar liberaciones de material radioactivo desde la contención/confinamiento durante y luego de un evento con liberación de material radioactivo
- Mantener la geometría del combustible, combustible irradiado y facilidades de irradiación y la línea de flujo del refrigerante

III.5 CLASIFICACIÓN DE ESC

Las ESC importantes para la seguridad se clasifican según su función e importancia para la seguridad.

La base utilizada para clasificar las ESC en función de la seguridad, debe indicarse claramente incluyendo todos los criterios de diseño. La metodología para la clasificación de seguridad de ESC se basa en métodos deterministas, complementados con métodos probabilistas y criterios ingenieriles, considerando la función de seguridad de las ESC y las consecuencias de la no ejecución de sus funciones.

III.5.1 CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD

Durante la etapa de diseño del proyecto y como parte troncal en la elaboración del Informe Preliminar de Seguridad (IPS), la Entidad Responsable debe establecer y definir una Clasificación de Seguridad para todas las Estructuras, Sistemas y

componentes que forman parte del Reactor de Investigación o Conjunto Crítico. La diferenciación más general que permite una clasificación de ESC, radica en determinar aquellas ESC que poseen una clase de seguridad asociada y aquellas ESC que no.

III.5.2 CLASES DE SEGURIDAD

Dentro de la Clasificación de Seguridad quedarán definidas las distintas Clases de Seguridad a utilizar para todas y cada una de las ESC. Suele ser práctica común que se definan tres Clases asociadas a seguridad (1, 2 y 3 o A, B, C) y una cuarta Clase (4 o D) para aquellas ESC que no son de seguridad. Para el último caso, se entiende que la ESC tendrá requisitos estándares de la industria convencional.

En lo referente a las Clases de seguridad, deberán quedar determinados en forma clara e inequívoca los requisitos aplicables para cada una de ellas. Asimismo, no debe perderse de vista que cada Clase así definida, deberá estar asociada con una o varias funciones de seguridad a cumplimentar por la ESC, tomando siempre aquella que le otorgue la más alta clasificación.

En los casos en los que una misma ESC cumple con varias funciones de seguridad se deberá seleccionar para la clasificación aquella que le otorgue la clase más alta.

III.5.2.1 REQUERIMIENTOS GENERALES

Estos requerimientos aplican a las ESC que implementan funciones de Seguridad. Deben establecerse las bases de diseño de cada ESC que cumple una función de seguridad como un conjunto claro y completo de especificaciones de diseño y requerimientos funcionales.

El diseño debe prever una adecuada selección de los materiales estructurales, especialmente aquellos que puedan sufrir activación, con el fin de reducir las dosis ocupacionales durante la operación, el mantenimiento y el retiro de servicio. Las bases de diseño de las ESC que implementen cada función deberán ser verificadas durante el diseño, fabricación, instalación, puesta en marcha, operación e inspección y ensayos operativos.

Los ensayos funcionales que se realicen en fábrica y/o en el sitio deberán planificarse para asegurar que entre todos ellos cubren completamente con la verificación de los requerimientos.

III.5.2.2 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

Pueden existir distintos requerimientos específicos según la Clase de Seguridad aplicables a una ESC:

- Requerimientos a nivel de Función,
- Requerimientos a nivel de Diseño de Sistemas,
- Requerimientos a nivel de Características de los Equipos,
- Requerimientos sobre Calidad, Verificación y Mantenimiento

La Entidad Responsable deberá definir claramente todos aquellos requerimientos específicos y demostrar el cumplimiento de los mismos para cada ESC. La Autoridad Regulatoria deberá velar y verificar el cumplimiento por parte de la Entidad Responsable. Estos requerimientos graduados para cada clase permiten seleccionar las ESC a ser verificadas por la ARN.

Este punto se retomará con mayor detalle en el Capítulo IV.

III.5.3 CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DE ESC

El objetivo principal de la clasificación de calidad de una ESC es el de otorgar una clase de calidad a cada ESC, en función de cómo la calidad de un ESC impacta en varios aspectos tales como, la seguridad nuclear y radiológica, la disponibilidad, complejidad en su fabricación.

Esta clasificación define las distintas clases de calidad, las cuales serán asignadas a cada ESC en consonancia con sus características. A partir de ellas, surgirán los requerimientos específicos de calidad a ser cumplidos y verificados tanto por parte de la Entidad Responsable como por la Autoridad Regulatoria.

III.5.4 CLASIFICACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS, SISTEMAS Y COMPONENTES

La clasificación sísmica de ESC tiene como objetivo el de clasificar las ESC en función de su importancia para la seguridad durante un evento sísmico.

III.6 CALIFICACIÓN DE ESC ^[13]

La calificación de ESC reviste un aspecto de seguridad importante a ser evaluado por la Autoridad Regulatoria. Esta garantiza que las ESC cumplan con los requisitos establecidos para desempeñar sus funciones en los distintos estadios de la instalación como así también la integridad estructural de los mismos.

La Norma AR 3.10.1, Protección contra Terremotos en Reactores Nucleares de Potencia ^[10], define los siguientes niveles de sismos:

Sismo Probable: El terremoto más relevante entre los que se espera que ocurran por lo menos una vez durante la vida del reactor nuclear de potencia.

Sismo Severo: El terremoto más relevante que pueda razonablemente postularse para el emplazamiento sobre la base de la mejor información geológica y sismológica disponible, de modo que la probabilidad anual estimada de ocurrencia de terremotos mayores que el postulado no exceda 10^{-3} .

Según normativa internacional también puede utilizarse la nomenclatura SL-1 para el Sismo Probable (*Operating Basis Earthquake*) y SL-2 para el Sismo Severo (*Safe Shutdown Earthquake*.)

III.6.1 CALIFICACIÓN SÍSMICA

La calificación sísmica de un componente debe demostrar la habilidad para cumplir con su función de seguridad durante y/o después de ser sometido a las fuerzas resultantes de un sismo SSE (*Safety Shutdown Earthquake*). Asimismo, el componente debe soportar los efectos de un número determinado de OBEs (*Operating Bases Earthquake*).

Los métodos más comunes para efectuar la calificación sísmica son:

- Predecir la performance del componente por análisis
- Ensayar el componente bajo condiciones de una simulación sísmica
- Calificar el componente por la combinación de análisis y ensayos
- Calificar al componente por medio de datos basados en experiencias previas

La elección de un u otro método se basa en la practicidad del mismo en función del tipo, tamaño, forma y complejidad de la configuración del componente; de manera tal que su función de seguridad pueda ser evaluada en términos de operabilidad o integridad estructural y la confiabilidad de las conclusiones.

Según lo antes mencionado, un aspecto importante a considerar para un componente de seguridad nuclear es la clasificación sísmica de ese componente. Para efectuar la clasificación sísmica existen normativa, códigos y estándares que brindan los lineamientos y requisitos a aplicar. En función de los requerimientos de diseño para la estructura, sistema o componente de seguridad será aquella que corresponda aplicar. El diseñador deberá definir claramente el alcance y aplicación según sea el caso.

Suele ser práctica común que se definan dos clases sísmicas SL-1 y SL-2, siendo la Clase SL-2 la más exigente. Las ESC mecánicas con Clase de seguridad 1, 2 y 3 (o A, B, C) se corresponden con la Clase Sísmica SL-2 aunque puede variar para las Clase de seguridad 2 y 3 según el enfoque graduado en Reactores de Investigación.

Para componentes mecánicos, los ensayos de calificación sísmica se realizan mayormente sobre componentes mecánicos activos como ser bombas, válvulas,

ventiladores, mecanismos para barras de control. En estos ensayos se utilizan *shakers* que simulan las condiciones de un sismo base de diseño.

La calificación sísmica en componentes pasivos (Recipientes a Presión, Tanques de Almacenaje, HX, *piping*) suele hacerse por medios de análisis sísmico, utilizando códigos de cálculo donde el modelo comprende los estados de cargas y aceleraciones (espectro de diseño) aplicables para el caso.

Las condiciones de los ensayos o simulación sísmica deben estar asociadas a los requisitos de las normas y códigos de diseño aplicables.

Algunas normas asociadas a la calificación sísmica:

- ASME QME-1-2002
- IEEE 344-87
- Norma AR 3.10.1, Protección contra Terremotos en Reactores Nucleares de Potencia

Deberá verificarse durante la etapa de construcción que se cumplan con los planes de calificación de ESC:

- Normativa aplicable y sus requisitos
- Requerimientos de la Calificación sísmica requerida para la ESC
- Verificación de los procedimientos asociados al ensayo del equipo
- Criterios de aceptación del ensayo y resultados
- Criterios de aceptación y resultados de los modelos de cálculo computacional

La secuencia completa de ensayos requeridos como las inspecciones y pruebas funcionales deben respetarse para que los ensayos se consideren adecuados.

En los casos que sea posible, la ARN deberá solicitar a la ER se entregue la documentación asociada al ensayo con antelación a la realización del mismo y confirmar su presencia durante el mismo.

III.6.2 CALIFICACIÓN AMBIENTAL

En algunos casos puede requerirse que ciertas ESC importantes para la seguridad cumplan con una calificación ambiental de acuerdo a las condiciones más críticas a las cuales serán sometidas. En tal sentido la ER deberá demostrar que la ESC cumple con los criterios de aceptación y su función de seguridad no se ve afectada en dichas condiciones. A tal fin deberá realizar los análisis y ensayos que permitan calificar ambientalmente a la ESC.

Aquí pueden mencionarse:

- Envejecimiento Térmico
- Envejecimiento por radiación

Requisitos a considerar:

- Normativa aplicable y sus requisitos
- Requerimientos de la Calificación ambiental requerida para la ESC
- Verificación de los procedimientos asociados al ensayo del equipo
- Criterios de aceptación del ensayo y resultados
- Criterios de aceptación y resultados de los modelos de cálculo computacional

III.6.3 MATRICES DE VERIFICACIÓN DE CALIFICACIÓN DE ESC

Estos ensayos y verificaciones de ESC suelen realizarse durante la etapa de Construcción luego de la fabricación de los componentes y antes del montaje. Asimismo, hay verificaciones que se realizan durante la fase de diseño, especialmente en lo que respecta a cálculos de verificación. Aquí se presentan matrices de verificación para el control regulatorio:

ESC:		Clase de Seguridad:		Tipo de Calificación Ambiental:	
ITEM		Verificación (cumple/no cumple)	Detalle de desvío	Observaciones	
Requerimientos de la Calificación ambiental requerida para la ESC		Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3			
Verificación de los procedimientos asociados al ensayo del equipo		Nombre del Procedimiento aplicable y detalle de aspectos a verificar			
Criterios de aceptación del ensayo y resultados		Criterio 1 Criterio 2 Criterio 3			
Criterios de aceptación y resultados de los modelos de cálculo computacional		Criterio 1 Criterio 2 Criterio 3			
Normativa aplicable y sus requisitos		Detalle Normativo			

ESC:		Clase de Seguridad:		Clase Sísmica:	
ITEM		Verificación (cumple/no cumple)		Detalle de desvío	Observaciones
Requerimientos de la Calificación sísmica requerida para la ESC		Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3			
Verificación de los procedimientos asociados al ensayo del equipo		Nombre del Procedimiento aplicable y detalle de aspectos a verificar			
Criterios de aceptación del ensayo y resultados		Criterio 1 Criterio 2 Criterio 3			
Criterios de aceptación y resultados de los modelos de cálculo computacional		Criterio 1 Criterio 2 Criterio 3			
Normativa aplicable y sus requisitos		Detalle Normativo			

III.7 CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD, DE CALIDAD Y SÍSMICA

Una clasificación completa de una ESC implica considerar todas las clasificaciones posibles. Esta incluirá en primer lugar la clasificación de seguridad y las clases de seguridad y luego la clasificación sísmica y de calidad con sus clases correspondientes.

La clasificación de seguridad de una ESC permitirá determinar los requisitos para una dada clase de seguridad, considerando la función específica de seguridad que debe cumplimentar una ESC. Asimismo, de la clasificación de calidad también surgirán requisitos según sea la clase de calidad asignada a una ESC. Estos requisitos suelen ser aspectos adicionales a los que otorga la clase de seguridad, apuntando a requisitos principalmente de carácter administrativo. La clase de calidad debe estar alineada con la clase de seguridad que se seleccionó. Una ESC de clase de seguridad 1 o A seguramente exija la clase de calidad más alta (1 o A), aunque la graduación se analiza en forma pormenorizada para cada ESC. Al momento de requerirse la calificación de una ESC (sísmica o ambiental), ésta deberá demostrar que es capaz de cumplir con la función específica de seguridad para la cual se lo ha diseñado, en las condiciones más demandantes. En este sentido, los requisitos de calificación serán tanto más exigentes cuanto más alta sea la clase de seguridad asignada. En lo referente a la clasificación sísmica se presenta una situación similar. Se deberá considerar la clase de seguridad al momento de seleccionar la clase sísmica para una ESC. Para una clase de seguridad 1 o A la calificación sísmica será tal que permita

verificar el cumplimiento de su función ante un sismo severo, es decir un sismo clase SL-2.

Según lo aquí mencionado puede apreciarse que, existe una estrecha vinculación entre los tres conceptos, clasificación de seguridad, clasificación de calidad y clasificación sísmica de una ESC.

Todos los requisitos deberán ser cumplidos y verificados por la Entidad Responsable. La ARN, por su parte, también debe verificar su cumplimiento.

CAPÍTULO IV

IV.1 LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

El objetivo principal de la construcción es materializar adecuadamente un diseño aprobado. El cumplimiento de los requerimientos de seguridad y un alto nivel de seguridad sólo puede lograrse cuando la construcción se desarrolla con cuidado y con alto grado de calidad, ya que durante la puesta en marcha no todos los aspectos del diseño podrán ser probados. Por lo tanto, puede afirmarse que todas las actividades de la construcción tienen un potencial impacto en la seguridad, a pesar de que no haya presencia de material nuclear durante esta etapa.

IV.2 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

/ Provisiones para la construcción ^[5]

Todos aquellos elementos importantes para la seguridad deben ser diseñados de manera tal que puedan ser fabricados, contruidos, ensamblados, instalados y montados de acuerdo a procesos establecidos que permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones de diseño y el nivel de seguridad requerido.

Es de importancia considerar para esta etapa, toda aquella experiencia previa relevante obtenida durante la construcción de instalaciones similares y sus ESC.

La responsabilidad de asegurar que la construcción está en concordancia con el diseño recae exclusivamente sobre la Entidad Responsable.

/ Requerimientos específicos

Como se mencionó en el Capítulo III, pueden existir distintos requerimientos específicos según la Clase de Seguridad aplicables a una ESC. Aquí se detallan algunos requerimientos específicos a tener en cuenta:

Requerimientos a nivel de Función:

- Calificación funcional para Eventos Operacionales previstos y eventos bases de diseño
- La afección de la falla de un componente de una clase sobre otra
- Análisis de confiabilidad

Requerimientos a nivel de Diseño de Sistemas:

- Códigos, normas y estándares aplicables
- Criterio de falla simple
- Verificación y validación de funcionalidad
- Análisis de modos de fallas y efectos

- Independencia, redundancia y diversidad
- Requerimientos de confiabilidad

Requerimientos a nivel de Características de los Equipos:

- Requerimientos de materiales
- Requerimientos de calificación ambiental
- Requerimientos de calificación sísmica

Requerimientos sobre Calidad, Verificación y Mantenimiento:

- Requerimientos del sistema de gestión de la calidad
- Control de configuración
- Trazabilidad
- Ensayos en fábrica
- Ensayos funcionales previos a la instalación
- Ensayos en el sitio para demostrar que se realizan las funciones de seguridad
- Conservación de registros

La Entidad Responsable deberá definir claramente todos aquellos requerimientos específicos y demostrar el cumplimiento de los mismos para cada ESC. La Autoridad Regulatoria deberá velar y verificar el cumplimiento por parte de la Entidad Responsable, seleccionando aquellos con impacto en la seguridad.

IV.2.1 TABLA DE VERIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS PARA ESC

A continuación se presenta una tabla para el seguimiento y verificación de requerimiento de ESC de seguridad.

Algunos requerimientos se habrán verificado durante la etapa de diseño, pero otros deberán ser verificados durante la construcción, permitiendo llegar a una verificación y control más avanzados para esta etapa del proyecto.

Clase de Seguridad: xxx		ESC: xxx		
Requerimiento		Verificación del cumplimiento	Evidencia	Desvíos y Observaciones
Requerimientos por función	Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3...			
Requerimiento de diseño	Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3...			
Requerimientos según características de equipos	Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3...			
Requerimientos de calidad	Requerimiento 1 Requerimiento 2 Requerimiento 3...			

IV.3 LISTADO DE COMPONENTES Y ESTRUCTURAS DE SEGURIDAD MECÁNICOS DE INTERÉS REGULATORIO

La selección de los siguientes componentes mecánicos está ligada directamente con su clasificación de seguridad. Siempre se prestará atención a aquellos que tengan asociada una clase de seguridad y los requerimientos que de ella se desprende.

- Recipientes a presión
- Pileta del reactor
- Pileta de servicio
- Piletas de EECC gastados
- Tanque del Reflector
- Internos del Reactor
- Penetraciones mecánicas

- Grilla del Núcleo, Estructura Soporte del Núcleo y Penetración de Barras de Control:
- Tanques de almacenaje
- Intercambiadores de calor
- Ventiladores
- Bombas y volantes de inercia
- Válvulas
- Cañerías y accesorios
- Bidas
- Soportería
- Embebidos
- Canales de irradiación
- Dispositivos Experimentales
- Mecanismos de control de Barras de Control
- Compuertas (personal, emergencia, equipos)
- Compresores
- Otros componentes

IV.4 LISTADOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD

Aquí se mencionan sistemas que suelen tener asociada una clasificación de seguridad debido a las funciones de seguridad que desempeñan. Podrá existir diferencia entre distintos tipos de reactores de investigación en cuanto a los sistemas que posea por diseño como así también variar la clase de seguridad asignada. Según el proyecto que se esté controlando, la denominación de los sistemas puede variar, por lo cual el listado que aquí se presenta pretende ser general y deberá ser adaptado para cada caso particular ajustándolo a nomenclatura utilizada por la instalación.

- Núcleo del reactor
- Primer sistema de parada
- Segundo sistema de parada
- Pileta del reactor
- Tanque del reflector
- Sistema de refrigeración primario
- Sistema de refrigeración secundario
- Sistema de purificación del primario
- Sistema de purificación del reflector
- Sistema de inyección agua de emergencia
- Sistema de refrigeración de piletas
- Sistema de colchón caliente
- Sistema de ventilación del edificio del reactor
- Sistema de tratamiento de residuos radioactivos
- Guías de neutrones
- Facilidades de producción y ensayo

- Sistema de transporte neumático
- Dispositivos experimentales

IV.5 CODIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES [4]

Los Códigos, Normas y Estándares aplicables utilizados para el diseño de ESC importantes para la seguridad deben identificarse y justificarse.

Para las ESC importantes para la seguridad que no existan códigos o normas apropiados, se pueden aplicar códigos o normas para estructuras, sistemas o componentes similares, o aplicar los resultados de experiencias, ensayos y análisis, o una combinación de ambos métodos. Tal aplicación debe ser justificada y verificada.

IV.5.1 NORMATIVA ASOCIADA AL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS

- ASME Sección III.
- ASME B31.1, Standards of Pressure Piping - Power Piping.
- ASME Sección VIII
- Norma AR 4.2.2, Diseño de Reactores de Investigación.
- Guía AR 4, Diseño de Reactores Nucleares de Investigación.
- IAEA Requisitos de Seguridad NS-R-4, Seguridad de los Reactores de Investigación, 2005.
- Normas ASTM para materiales y ensayos.
- IAEA Safety Guide NS-G-3.3, Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear power Plants. IAEA Safety Guide NS-G-1.6, Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide NS-G-1.5, External Events Excluding Earth quakes in the Design of Nuclear Power Plants.
- CIRSOC 102, Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones.
- INPRES-CIRSOC 103, Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes.

IV.5.2 DOCUMENTACIÓN RELEVANTE ASOCIADA A ESC MECÁNICOS

- Especificaciones de diseño
- Especificaciones Técnicas
- Memorias de cálculo
- Manuales de diseño
- Requisitos de fabricación (según normas aplicables).
- Planes de fabricación, inspección y ensayo

- Definición de Puntos de presencia y detención según los planes presentados por la Entidad responsable.
- Verificación del cumplimiento de los puntos definidos en los planes de fabricación y ensayo
- Planos
- Procedimientos asociados las tareas de inspección y ensayo. Por ejemplo, procedimiento de prueba de presión o estanqueidad, indicando claramente el o los criterios de aceptación, en caso que sea aplicable.
- Procedimientos de Ensayos No Destructivos (END).
- Certificados de calificación de operadores de END.
- Calificación de Soldadores
- Calificación de inspectores de soldadura
- Planes de soldadura
- Procedimientos de Soldadura
- Informes de Inspección
- Informes de No conformidades
- Informes de avance de obra, fabricación de componentes

IV.6 DEFINICIÓN DE PROCESOS DE INTERÉS REGULATORIO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

En este apartado se definen los procesos de interés regulatorio para la etapa de construcción. Algunos de los procesos aquí definidos, resultan más abarcativos, siendo aplicables también a otras etapas del proyecto. No obstante los mismos no pueden dejar de considerar su aplicación durante la construcción.

- Proceso de gestión de la calidad del proyecto
- Proceso de gestión de la construcción y montaje
- Proceso de gestión de interfases de proyecto
- Proceso de Control y Evaluación de Proveedores (contratistas)
- Proceso de Construcción, Fabricación, Inspección y Ensayo
- Proceso de Montaje de ESC
- Proceso de Embalaje, Manipuleo, Transporte, Recepción, Conservación y Almacenamiento de Componentes
- Proceso de Control de la Configuración, Gestión de Cambios de Diseño o Modificaciones Mayores a la Instalación

IV.6.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS. CONTROL Y SEGUIMIENTO REGULATORIO

Proceso de Gestión de la Calidad del Proyecto

La Entidad Responsable deberá establecer, implementar, evaluar y mejorar de manera continua un sistema de gestión de calidad [5]. Aquí se brindan algunas pautas importantes a ser consideradas:

La efectividad del sistema de gestión debe medirse y evaluarse periódicamente mediante evaluaciones independientes y autoevaluaciones. Deben identificarse y corregirse las debilidades identificadas en los procesos. La Entidad Responsable debe evaluar los resultados de las evaluaciones y debe determinar y tomar las medidas necesarias para lograr la mejora continua.

El sistema de gestión debe garantizar que: (a) Los proveedores, fabricantes y diseñadores de estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad tengan un sistema de gestión integrado efectivo, con auditorías para confirmar su efectividad; (b) El personal externo (proveedores y contratistas) está adecuadamente capacitado y calificado y realiza sus actividades bajo los mismos controles y con los mismos estándares que el personal del reactor; (c) Los equipos, herramientas, materiales, hardware y software necesarios para llevar a cabo el trabajo de manera segura se identifican, proporcionan, verifican, verifican y mantienen.

El sistema de gestión debe incluir disposiciones para la implementación de procesos que garanticen que el diseño, incluidos los cambios posteriores, las modificaciones o las mejoras de seguridad, la construcción, la puesta en servicio, la operación y la utilización, y el desmantelamiento del reactor se realicen de acuerdo con los códigos, normas y especificaciones establecidos y controles administrativos.

Las ESC importantes para la seguridad deben especificarse y controlarse para garantizar su uso, mantenimiento y configuración adecuados.

En la fabricación y construcción de estructuras, sistemas y componentes del reactor de investigación, incluidos los proyectos de modificación, se establecerán procesos para garantizar que se cumplan las normativas adecuadas y los requisitos de seguridad y que los trabajos de construcción se implementen correctamente. Dichos procesos permitirán a la organización operativa garantizar que la fabricación y construcción de los elementos importantes para la seguridad se realicen de acuerdo con los requisitos de diseño y los requisitos reglamentarios.

Como parte del sistema de gestión, los procesos de utilización y modificación se establecerán y se clasificarán en función de su importancia para la seguridad. Dichos procesos incluirán el diseño, revisión, evaluación y aprobación, fabricación, prueba e implementación de un proyecto de modificación. Los procedimientos relevantes que describen los procesos serán implementados por la organización operativa al principio de la etapa de operación del reactor.

El sistema de gestión debe garantizar que los ítems y servicios bajo adquisición cumplan con los requisitos establecidos y funcionen según lo especificado. Los proveedores serán evaluados y seleccionados de acuerdo con criterios específicos. Los requisitos para informar las desviaciones de las especificaciones de contratación se especificarán en los documentos de contratación. La evidencia de que los ítems y servicios comprados cumplen con las especificaciones de adquisición debe estar disponible para su verificación antes de que se usen los ítems o se brinden los servicios.

Aquí se pretende que la instalación abarque la totalidad de la etapa de construcción con su Sistema de Gestión, efectuando todas aquellas consideraciones que permitan garantizar la seguridad del proyecto.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de manuales, planes y procedimientos asociados al Sistema de Gestión de la Calidad.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados documentos, realizado por la instalación, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, evaluaciones internas, auditorías de tercera parte, inspecciones del proyecto).
- Informes de Auditorías Internas
- Informes de No Conformidades
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias al Sistema de Gestión del Proyecto con registro de los resultados y las acciones posteriores que de ellos surjan. Seguimiento de hallazgos.

Proceso de Gestión de la Construcción y Montaje

En este proceso es de interés que la instalación defina los procesos y responsabilidades afectadas a esta etapa de proyecto.

Deberá definir claramente como mínimo, los actores que participan en la construcción: Organización de construcción, contratistas, Representantes técnicos, director de obra, entre otros; los mecanismos de control a ejecutar sobre las actividades de gestión asociadas a la construcción, fabricación y montaje, planificación de actividades de construcción, fabricación y montaje, aspectos de control de la información de diseño, gestión de interfases, lineamientos para el control y supervisión de contratistas.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos asociados a la gestión de la construcción y montaje.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados procedimientos, realizado por la instalación, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones del proyecto).
- Informes de auditoría Interna
- Informes de NC
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias con registro de los resultados.

Proceso de Gestión de Interfases de Proyecto

En este proceso se espera que la instalación defina explícitamente de los actores que intervienen en la etapa de construcción, fabricación y montaje y los mecanismos de interacción y control de las interfases.

Procedimientos donde se defina la gestión de las interfases, puede estar contenido dentro de documentación donde se establecen los canales y mecanismos de comunicación del proyecto.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos asociados a la gestión de las interfases.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados procedimientos, realizado por la instalación, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones del proyecto).
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias con registro de los resultados.

Procesos de Control y Evaluación de Proveedores (contratistas)

Para este proceso se espera que estén claramente definidos los procedimientos asociados a la selección, calificación, evaluación y seguimiento de proveedores. Es de interés que se encuentre establecida la metodología de evaluación y el seguimiento de

los mismos, dejando evidencia objetiva de los resultados obtenidos y las acciones que de ello surjan. Las tareas que realice un proveedor deben estar debidamente controladas en función de los requisitos establecidos oportunamente por medio de contratos u otras opciones definidas por el proyecto.

La documentación y registros asociados a las tareas de seguimiento y control de proveedores deben brindar la información y evidencia necesaria para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Es de interés resaltar lo establecido en la Norma AR 0.0.1 LICENCIAMIENTO DE INSTALACIONES CLASE I:

La Entidad Responsable podrá delegar total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica y nuclear de una instalación Clase I, pero mantendrá en su totalidad la responsabilidad correspondiente [1].

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos asociados al control y evaluación de proveedores
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados procedimientos, realizado por la instalación, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones del proyecto).
- Informes de evaluación de Proveedores y contratistas
- Informes de Auditoría a Proveedores
- Informes de No Conformidades y su seguimiento
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias con registro de los resultados.
- La Autoridad Regulatoria controlará a la Entidad Responsable del proyecto y por medio de ella el seguimiento y control de los proveedores y contratistas. En caso de ser necesario se podrá coordinar en conjunto con la ER, la interacción directa con los mismos con el fin de garantizar que no se presenten desvíos que puedan afectar la seguridad en el proyecto.

Proceso de Construcción, Fabricación, Inspección y Ensayo

En este proceso se espera que la instalación defina claramente las actividades a realizar, la planificación de las mismas como así también su verificación y control.

Documentación Relevante

- Planificación de actividades
- Planes de fabricación, inspección y ensayos
- Informes de inspección
- Planos de fabricación y detalles constructivos
- Procedimientos de ensayos
- Procedimientos asociados los END aplicables
- Calificación de operadores de END
- Planes y Procedimientos de soldadura con su aprobación correspondiente
- Calificación de Soldadores
- Calificación de inspectores de soldadura
- Informes de NC

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos asociados al Proceso de construcción, fabricación, inspección y ensayo y toda aquella documentación relevante mencionada anteriormente.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados documentos y procedimientos, realizado por la ER, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones).
- Informes de Auditoría interna
- Informes de Inspección
- Informe y seguimiento de NC
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias con registro de los resultados.
- Aquí resulta de interés la verificación y control regulatorio directo de la documentación antes mencionada con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño asociados a ESC de seguridad y el seguimiento de los desvíos surgidos del proceso, más allá de los controles que realice la ER.
- La Autoridad Regulatoria controlará a la Entidad Responsable del proyecto y por medio de ella efectuará el seguimiento y control de los proveedores y contratistas involucrados. En caso de ser necesario se podrá coordinar en conjunto con la ER, la interacción directa con los mismos con el fin de garantizar que no se presenten desvíos que puedan afectar la seguridad en el proyecto.

Los programas de inspección regulatoria y planes de seguimiento de actividades específicas de la construcción se vinculan estrechamente con este proceso de interés regulatorio.

Proceso de Montaje de ESC

Luego de finalizada la fabricación, las ESC deben ser montados en el sitio. El montaje debe realizarse de acuerdo a procedimientos específicos y cumpliendo con los requerimientos establecidos para tal fin por la Entidad Responsable y la Autoridad Regulatoria.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos y documentación relevante asociados al proceso de montaje.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados procedimientos, realizado por la ER, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones, etc.).
- Informes de Auditoría interna con alcance al montaje
- Informes de Inspección con alcance al montaje
- Informe y seguimiento de NC surgidas de auditorías como también de inspecciones
- Aquí resulta de interés explicitar la verificación y control de aspectos del montaje y la documentación que a continuación se detalla, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos de montaje y el seguimiento de los desvíos surgidos del proceso:
 - Procedimientos de trabajo
 - Requerimientos específicos de montaje (posicionamiento, alineación, orientación, dimensiones, aislación, torque, ajustes de tuercas, dirección de flujo, lubricación, tolerancias, etc)
 - Maniobras de izaje
 - Disponibilidad de herramientas adecuadas
 - Personal entrenado en tareas de montaje
 - Definición de puntos de detención y verificación
 - Informes y Registros de inspección
 - Actividades pos montaje: (identificación, protección, lubricación, mantenimiento, etc.)
 - Informes de ensayos a realizar luego del montaje (calibración, vibraciones, etc.)

- Liberación de ESC y sus registros: la liberación de ESC para su transferencia a puesta en marcha resulta un hito de relevancia ya que puede implicar transferencia de responsabilidades, la recepción de la ESC por otro grupo de trabajo del proyecto como ser operaciones y verificaciones adicionales de recepción. La interfase deberá estar explícitamente definida y se podrán aplicar los requisitos mencionados para el control del proceso de interfases detallado anteriormente.
- El control regulatorio puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y auditorías regulatorias con registro de los resultados y su seguimiento.

Proceso de Embalaje, Manipuleo, Transporte, Recepción, Conservación y Almacenamiento de Componentes

Para este proceso resulta indispensable que se encuentren definidos los requerimientos de manera clara y completa. La documentación de respaldo debe identificarlos y deberá verificarse su cumplimiento.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos y documentación relevante asociados al proceso de embalaje, manipuleo, transporte, recepción, conservación y almacenamiento. Hay definiciones que pueden surgir también de cláusulas contractuales con proveedores y contratistas.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados procedimientos, realizado por la ER, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones, etc.).
- Informes de Auditoría interna con alcance a este proceso
- Informes de inspección con alcance a este proceso
- Informe y seguimiento de NC surgidas de auditorías como también de inspecciones
- Aquí resulta de interés explicitar la verificación y control de aspectos de este proceso y la documentación que a continuación se detalla, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos y el seguimiento de los desvíos surgidos del proceso:
 - Procedimientos de trabajo
 - Requerimientos específicos para el embalaje y transporte
 - Registros de liberación en fábrica
 - Maniobras para el manipuleo

- Disponibilidad de herramientas adecuadas y calibración
 - Documentos y registros de inspección de recepción (criterios de rechazo y aceptación)
 - Informes y Registros de inspección
 - Documentos y registros de inspección de conservación y almacenamiento
 - Requerimientos específicos para la conservación y el almacenaje de ESC (requisitos de tiempos de almacenaje con empaque, condiciones ambientales de temperatura y humedad, necesidad de arranques periódicos, recomendaciones para manipulación del empaque, control de lubricantes, controles de corrosión, controles visuales etc.)
- El control regulatorio puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y auditorías regulatorias con registro de los resultados y su seguimiento.

Proceso de Gestión y Control de la Configuración, Cambios de Diseño o Modificaciones Mayores a la Instalación ^[11]

La gestión de la configuración es utilizada para asegurarla consistencia entre los requerimientos de diseño, la documentación de configuración de la instalación y la instalación propiamente dicha. El control de la configuración permite asegurar que los cambios en la instalación y sistemas son adecuadamente identificados, designados, evaluados, implementados y registrados.

El concepto de gestión de la configuración asegura que la construcción, operación, mantenimiento y pruebas de la instalación se encuentran en concordancia con los requerimientos de diseño, tal cual se expresa en la documentación de diseño, y mantener esta consistencia a lo largo de toda la vida operativa de la instalación, especialmente al momento de realizar cambios en la misma.

El control de configuración es de suma importancia al momento de llevar adelante modificaciones mayores. Este proceso ayuda a determinar los requerimientos para la construcción, montaje, puesta en marcha, calificación de ESC, ensayos y sus criterios de aceptación, y mantenimiento operativo de manera completa. Permite asegurar un correcto diseño, revisión, control e implementación de las modificaciones y la consecuente actualización de la documentación

El control de configuración debe implementarse desde las etapas más tempranas (diseño) de un Reactor de Investigación nuevo y para aquellos ya operativos lograr una implementación que permita la evaluación y mejora continua de todas las características descritas en el informe de seguridad.

CONTROL REGULATORIO

- Existencia y verificación de la aplicación de procedimientos asociados al Proceso de gestión y control de configuración, cambios de diseño y modificaciones mayores a la instalación.
- Control de los resultados del seguimiento de la aplicación de los mencionados documentos y procedimientos, realizado por la ER, a través de los mecanismos por ellos establecidos (auditorías internas, inspecciones).
- Informes de Auditoría interna
- Informe y seguimiento de NC
- El control puede efectuarse a través de revisiones, evaluaciones, Inspecciones y/o auditorías regulatorias con registro de los resultados.
- Aquí resulta de interés la confección y aplicación de un Plan de Seguimiento regulatorio de Actividades específicas de modificaciones mayores, donde queden establecidas las etapas de autorización que emite la ARN, las actividades de control a realizar y la evaluación de los resultados de aplicación del plan y sus actividades.

IV.6.2 MATRIZ DE SEGUIMIENTO REGULATORIO DE PROCESOS

Proceso de Interés Regulatorio	Qué Controlar	Cómo Controlar	Evidencia del Control	Seguimiento Regulatorio
Proceso de Gestión de la Calidad del Proyecto	Detalle según punto IV.6.1 (*)	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de revisión, evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Gestión de la Construcción y Montaje	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de Revisión, Evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Gestión de Interfases de Proyecto	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de Revisión, Evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Control y Evaluación de Proveedores (contratistas)	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de Revisión, Evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Construcción, Fabricación, Inspección y Ensayo	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de revisión, evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Montaje de ESC	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de revisión, evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.

Proceso de Control de la Configuración, Gestión de Cambios de Diseño o Modificaciones Mayores a la Instalación	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de revisión, evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.
Proceso de Embalaje, Manipuleo, Transporte, Recepción, Conservación y Almacenamiento de Componentes	Detalle según punto IV.6.1	Revisiones, evaluaciones, Inspección Auditoría	Informes de revisión, evaluación, Inspección, Auditoría	Seguimiento hasta su cierre de los hallazgos y puntos abiertos registrados en los informes de inspección/auditoría. Los resultados del seguimiento quedarán registrados en sucesivos informes de trabajo.

[¹³] Para evitar una matriz muy extensa en el desarrollo de este apartado, no se transcriben los aspectos de control regulatorio sobre el *qué controlar*, que se detallan en el punto IV.6.1 para cada proceso de interés regulatorio.

IV. 7 ASPECTOS DE SEGURIDAD EN MODIFICACIONES MAYORES A UN RI OPERATIVO [¹⁴]

Luego de ser otorgada la Autorización de Construcción para una modificación mayor, la Entidad Responsable podrá proceder con el proceso de construcción, fabricación y montaje. Los procesos definidos anteriormente son aplicables a la etapa de construcción de un proyecto de modificación mayor a un RI operativo.

Asimismo, cuando se trata del proceso de montaje existen algunos otros aspectos de seguridad que deben tenerse en cuenta, especialmente relacionados con riesgos radiológicos, por tratarse de una instalación ya operativa.

Aquí se deberán controlar actividades como:

- La capacitación del personal de montaje para la correcta realización de las tareas, incluyendo el entrenamiento en aspectos de protección radiológica.
- Elaboración de procedimientos adecuados para el manejo de herramientas y equipos en el área donde se realice la modificación. Especiales consideraciones deben hacerse para zonas radiológicamente controladas.
- Verificación de la Identificación de riesgos durante las tareas de montaje, para que los mismos sean minimizados.
- Gestión de residuos radiactivos, su manipulación, aspectos de transporte, transferencia, descontaminación, manejo de materiales activados.
- Control de exposición ocupacional a la radiación para las tareas específicas que requiera la modificación mayor.

- Verificación y control de equipos o dispositivos que se utilizarán de manera temporal durante la construcción y montaje de la modificación mayor.
- Verificación y seguimiento integral del plan de montaje. Las tareas que conlleven un riesgo radiológico, deberán ser debidamente planificadas, justificadas, optimizadas y controladas.

Será de gran importancia la capacitación y entrenamiento del personal del RI (operadores, oficiales de radioprotección, personal de mantenimiento) sobre la modificación, la nueva documentación que surja de la misma, las nuevas condiciones de operación, etc. Esto puede darse en el marco de los planes de reentrenamiento anual que son mandatorios para la instalación.

IV. 7.1 EL COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA EN LAS MODIFICACIONES MAYORES A RI OPERATIVOS

Según la Norma AR 4.9.2 “*El titular de licencia debe estar asesorado por un **comité de revisión técnica (CRT)**, independiente de la instalación, constituido por profesionales con amplia experiencia en la operación de reactores nucleares de investigación y aceptados por la Autoridad Regulatoria. Este comité debe reunirse periódicamente para revisar el desarrollo de la operación del reactor desde el punto de vista de la seguridad de la instalación y de la protección de las personas, incluyendo el análisis de incidentes operacionales y otros sucesos relevantes que hubieren ocurrido y la **evaluación de las propuestas que el titular de licencia hiciere acerca de modificaciones al diseño de la instalación** o de experimentos o irradiaciones que involucren al reactor*”. [12]

Tal como se describe en la Norma, la ARN deberá recibir y controlar las evaluaciones realizadas por el CRT respecto a modificaciones mayores a la instalación, por tratarse de un requerimiento regulatorio ineludible. La verificación de las actas serán incluidas en el **Plan de Seguimiento regulatorio de Actividades específicas de modificaciones mayores**. De las evaluaciones realizadas por el CRT pueden surgir nuevas interacciones y nuevos requerimientos regulatorios, sobre los cuales se efectuará el correspondiente seguimiento.

Hasta el momento no se encuentran definidos en las Normas AR requerimientos sobre la participación del CRT para la etapa de construcción de un Rector de Investigación nuevo.

IV.8 ASPECTOS DE LA INSPECCIÓN REGULATORIA

Según las recomendaciones de IAEA los objetivos primordiales para considerar en las inspecciones regulatorias durante la construcción son verificar que:

- Los materiales, ESC relacionados con la seguridad cumplen con los requisitos establecidos por el órgano regulador y se ajustan a prácticas satisfactorias;

- Las actividades de construcción relacionadas con la fabricación e instalación de ESC se efectúan de conformidad a los requisitos regulatorios y objetivos de seguridad;
- La configuración de las ESC es conforme a obra y toda desviación es analizada y justificada y la documentación ha sido actualizada;
- El sistema y los procedimientos de garantía de calidad e inspección de la Entidad Responsable son adecuados para garantizar la conformidad de los equipos con las inspecciones técnicas.

El método de desarrollo de la inspección podrá variar en función de las actividades que se desean inspeccionar: ^[9]

- Vigilancia y observación directa,
- Entrevistas y conversaciones con el Regulado y/o contratistas,
- Revisión de documentación, registros y procedimientos,
- Medición, ensayos, pruebas.

IV.9 PROGRAMA DE INSPECCIÓN REGULATORIA

El establecimiento de un programa de inspecciones regulatorias deberá ser completo, planificado y sistemático, tomando como base la estrategia definida por la Autoridad Regulatoria. ^[9]

Es importante mencionar que los mismos deben estar orientados a inspeccionar los aspectos relevantes para la seguridad. Pueden mencionarse las ESC, actividades y procesos que sean pasibles de afectar la seguridad.

Según lo descripto precedentemente, se deberían incluir en este programa, como punto de partida, los procesos de interés regulatorio, las actividades de construcción y montaje seleccionadas en función de los planes presentados por la instalación (puntos de presencia o parada) y aquellas ESC importantes para la seguridad. Siempre los objetivos generales de seguridad y el impacto en la misma deberá ser el foco principal para la confección de los programas de inspección.

Plan de Seguimiento regulatorio de Actividades específicas de Construcción y Montaje

Una herramienta útil para el seguimiento de las actividades de construcción y montaje es la definición de un Plan de Seguimiento regulatorio de Actividades específicas de Construcción y Montaje, basado en los planes y programas emitidos por la Entidad Responsable. Allí deberían definirse las actividades de interés en base a la seguridad, fijando puntos de inspección detallados. Estos puntos pueden ser presentados a la ER a los fines de que ésta esté en conocimiento de las actividades en las cuales la Autoridad Regulatoria desea estar presente.

Plan de Seguimiento regulatorio de Actividades específicas de modificaciones mayores

En lo que respecta a las modificaciones mayores a un Reactor de Investigación operativo a ser controladas por la Autoridad Regulatoria, según el esquema de autorizaciones, pueden establecerse Planes de seguimiento específicos para cada una de ellas. Según sea la modificación, se deberán definir detalladamente todas aquellas actividades relevantes para la seguridad que requieran seguimiento y los requerimientos a cumplimentar. Los resultados de la aplicación del Plan deben ser analizados y evaluados. Es posible que se detecten desvíos durante el desarrollo de las actividades de control. Estos deberán tener el tratamiento y seguimiento adecuado.

Registro de Inspección en obra

Este formulario puede utilizarse como una instancia previa a la elaboración del Informe de Inspección. Cuando las visitas son asiduas permite llevar el registro diario de actividades para luego ser volcadas en el informe de Inspección con una dada periodicidad. La elaboración diaria de un informe de inspección regulatorio, dadas las características del mismo, podría resultar en un mecanismo poco práctico para el desarrollo de tareas en obra o fábrica.

IV.10 EL INFORME DE INSPECCIÓN REGULATORIA

Luego de una inspección regulatoria, el inspector deberá emitir un informe de inspección donde quede documentado el alcance, fecha, datos de identificación de los inspectores y la instalación, documentación de referencia y requisitos aplicables, las actividades realizadas y los resultados de las mismas.

Los resultados plasmados en los informes de inspección deberán ser un nuevo input para la elaboración y/o modificación de los programas de inspección, como así también para futuras inspecciones de seguimiento, especialmente sobre aquellos puntos pendientes que requieran una resolución posterior. Asimismo, esto posibilita mantener la trazabilidad y un histórico de las actividades realizadas.

Para este apartado, ya existen formatos aceptados y adoptados por la Autoridad Regulatoria para la confección de los informes de inspección, por lo cual no se profundizará en este aspecto.

CONCLUSIÓN

Según todo lo desarrollado en el presente trabajo, puede decirse que quedan establecidos los lineamientos y requisitos mínimos que un inspector regulatorio debe tener en cuenta al momento de llevar adelante las tareas de inspección, control, verificación y seguimiento asociadas a la etapa de construcción de un proyecto de Reactor de Investigación o modificaciones mayores a un Reactor de Investigación operativo.

Se espera que este trabajo sirva como guía a seguir para un adecuado desarrollo de las tareas de regulación y control, como así también forme parte de los planes de capacitación y entrenamiento de inspectores en formación, garantizando los objetivos de seguridad.

Todo lo hasta aquí descripto, es susceptible de ser mejorado de manera continua para optimizar los mecanismos de regulación y control, de acuerdo al estado del arte en la materia. El logro de mayor eficiencia y eficacia en su aplicación, permitirá mantener altos niveles de seguridad como objetivo primordial de la Autoridad Regulatoria Nuclear en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- [¹] Norma AR 0.0.1 Licenciamiento de instalaciones clase I.
- [²] Norma AR 4.7.1. Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un reactor de investigación.
- [³] IAEA Safety Standards, Construction for Nuclear Installations, Specific Safety Guide No. SSG-38.
- [⁴] IAEA Safety Standards, Safety of Research Reactors, Safety Requirements No. NS-R-4.
- [⁵] IAEA safety Standards, Safety of Research Reactors, Specific Safety Requirements No. SSR-3.
- [⁶] IAEA Safety Standards, Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide No. SSG-30.
- [⁷] IAEA Safety Standards, Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements No. SSR-2/1.
- [⁸] IAEA Safety Standards, Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, General Safety Requirements No. GSR-Part 1.
- [⁹] IAEA Safety Standards, Inspección Reglamentaria de las instalaciones nucleares y función coercitiva reglamentaria, Guía de Seguridad No. GS-G-1.3.
- [¹⁰] Norma AR 3.10.1, Protección contra Terremotos en Reactores Nucleares de Potencia.
- [¹¹] IAEA Safety Reports Series, Application of Configuration Management in Nuclear Power Plants No.65.
- [¹²] Norma AR 4.9.2. Operación de reactores nucleares de investigación.
- [¹³] IAEA Safety Reports Series, Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants No.3.
- [¹⁴] IAEA Safety Standards, Specific Safety Guide, Safety in the utilization and modification of Research Reactors No. SSG-24.