

MARCO REGULATORIO PARA LICENCIAR EL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL LOOP DEL RA-10

CARRERA: ESPECIALIZACIÓN EN REACTORES NUCLEARES
Y SU CICLO DE COMBUSTIBLE

Alumno: Lucrecia Lapuente
Director: Víctor Ibarra
Co-director: Luis Vázquez

Septiembre 2015



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

ÍNDICE

1. DEFINICIONES.....	3
2. ABREVIATURAS.....	4
3. RESUMEN	5
4. OBJETIVO.....	5
5. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL LOOP	5
5.1 Antecedentes del proyecto.....	5
5.2 Descripción técnica del LOOP y sus sistemas	6
6. MARCO REGULATORIO.....	11
6.1 Revisión de la normativa argentina para licenciar una instalación nuclear	11
6.2 Selección del tipo de instalación del LOOP a fines de licenciamiento	11
6.3 Identificación de las normas o requerimientos de ARN y las recomendaciones de OIEA aplicables al LOOP	12
7. PROCESO DE LICENCIAMIENTO.....	15
7.1 Definición de los hitos y etapas	15
7.2 Cronograma	16
7.3 Titular de la Licencia y Organización.....	18
7.4 Estructura del Informe de Seguridad.....	19
8. CONCLUSIONES	21
9. REFERENCIAS.....	22
10. ANEXOS	23
10.1 ANEXO 1: Subclases asignadas a cada Clase de Instalación (AR 10.1.1.: Norma Básica de Seguridad Radiológica - ARN)	23



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

1. DEFINICIONES

Autoridad Regulatoria: Es la Autoridad Regulatoria Nuclear según lo establecido en la Ley N° 24.804 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear. ^[2]

Autorización Específica: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se autoriza a una persona, que posee Licencia Individual, a ejercer una función especificada, en una Instalación Clase I determinada. ^[2]

Entidad Responsable: Titular de las licencias de una Instalación Clase I. ^[2]

Instalación: en este documento se utiliza haciendo referencia directamente a *Instalación Nuclear*, donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material fisiónable, excluyendo Instalaciones Minero Fabriles. ^[2]

Instalación Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa. ^[2]

Instalación Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación. ^[2]

Instalación Clase III: Instalación o práctica que sólo requiere registro. ^[2]

Dispositivo Experimental: Dispositivo instalado en el reactor, o en torno a él, para utilizar los neutrones u otras radiaciones ionizantes generadas en el reactor, con fines de investigación, desarrollo, u otros. Incluye los componentes estructurales, las fronteras de encapsulado o confinamiento y los fluidos o sólidos contenidos. ^[3]

Documentos Mandatarios: Conjunto de documentos producidos por la Entidad Responsable y por la Autoridad Regulatoria, cuyo efectivo cumplimiento garantiza la operación segura de la instalación nuclear.

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. ^[2]

Licencia Individual: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se reconoce la capacidad técnico-científica de un individuo para desempeñar una función dada en una Instalación Clase I. ^[2]

Reactor de Potencia: Instalación nuclear que tiene el propósito principal de generar energía eléctrica y se caracteriza por tener un circuito de refrigeración primario a alta presión y temperatura para optimizar el ciclo térmico.

Reactor de Investigación: Instalación empleada para la generación y utilización de neutrones y otras radiaciones ionizantes, con fines de investigación, desarrollo, irradiación de materiales o irradiación de seres vivos con fines terapéuticos. ^[3]

Registro: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas circunstancias, a operar aquellas Instalaciones en las que las dosis en los trabajadores y en



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

el público, son poco significativas tanto en operación normal como en situaciones accidentales. ^[2]

Responsable Primario: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una Instalación Clase I. ^[2]

Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una Instalación Clase I o Clase II. ^[2]

Uso: Utilización de un reactor de investigación, incluido para producción de isótopos, o la conducción de dispositivos experimentales durante la operación del reactor. (Página 4 de [8]).

Aunque “uso y modificación” de Reactores de Investigación son procesos que comprometen actividades normalmente incluidas en la etapa de operación del Reactor y por lo tanto incluidas en dicha licencia, estos deben ser considerados etapas separadas en el proceso de licenciamiento porque sus implicancias para la seguridad tienen un gran número de actividades de revisión y evaluación que se repiten varias veces a lo largo de la vida del Reactor. (Página 8 de [8][8]).

2. ABREVIATURAS

MI: Módulo de Irradiación, contenedor de las barras combustibles del LOOP

SPTC: Sistema Principal de Transporte de Calor

SITC: Sistema Intermedio de Transporte de Calor

STCHSEC: Sistema de Transporte de Calor Hacia el SEC del Reactor

SPARL: Sistema de Parada del LOOP

SVL: Sistema de Veneno Líquido

SCPVI: Sistema de Control y Purificación de Volumen e Inventario

SCP: Sistema de Control de Presión

PWR: Reactor de agua presurizada

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear argentina

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

3. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en el Centro Atómico Constituyentes ubicado en el partido de San Martín, provincia de Buenos Aires. Se presenta como trabajo final de la Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible del Instituto Dan Beninson de la Universidad Nacional de San Martín. El objetivo es realizar un análisis para definir el marco regulatorio para licenciar el dispositivo experimental LOOP del proyecto RA-10 de la Comisión Nacional de Energía Atómica. La licencia debe ser solicitada al organismo de control nuclear argentino, la Autoridad Regulatoria Nuclear.

La propuesta que subyace, luego de analizar la descripción particular del dispositivo experimental y los requerimientos regulatorios para ponerlo en funcionamiento, es establecer un proceso de licenciamiento híbrido entre lo dispuesto en la normativa de la ARN para una instalación Clase I y una Clase II, es decir articularlo en tres etapas, de las cuales sólo la última requiere aprobación ante la Autoridad Regulatoria y las dos anteriores serán instancias internas a superar dentro del proyecto RA-10. Se propone un cronograma compatible con el proceso de licenciamiento del Reactor con la intención de que, luego de aprobada la licencia específica del LOOP, se unifiquen ambos procesos en una sola gestión a cargo del Responsable Primario del Reactor RA-10.

4. OBJETIVO

Este trabajo tiene por objetivo analizar y definir el marco regulatorio para licenciar un dispositivo experimental para irradiar barras combustibles de potencia a instalarse en el Reactor Multipropósito RA-10 de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Se trata de un dispositivo experimental con agua circulando a elevada presión y temperatura (condiciones de Reactores de Potencia), denominado LOOP. Dado que hasta ahora en Argentina no existe una instalación con tales características, se requiere un tratamiento particular y la formulación de un proceso de licenciamiento con el fin de solicitar la autorización de operación ante la Autoridad Regulatoria Nuclear.

5. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL LOOP

5.1 Antecedentes del proyecto

El desarrollo del dispositivo experimental LOOP se lleva a cabo en el marco del proyecto RA-10 de la Comisión Nacional de Energía Atómica con el propósito de diseñar, construir y operar un dispositivo para irradiar barras combustibles de centrales nucleares en condiciones similares a las que tendrían en operación.

El proyecto RA-10 contempla el diseño, la construcción y el licenciamiento de un Reactor de investigación y producción multipropósito, tipo pileta abierta con una potencia térmica de 30 MW. Sus propósitos son la producción de radioisótopos, el ensayo de materiales y combustibles de uso nuclear en condiciones de operación, como así también ofrecer nuevas aplicaciones en el campo de la ciencia y la tecnología.



La ubicación destinada para el Reactor RA-10 es el Centro Atómico de Ezeiza en la provincia de Buenos Aires. El dispositivo experimental LOOP se encuentra ubicado dentro del Edificio del Reactor y cuenta fundamentalmente con dos partes: una dentro de la Pileta del Reactor, que contiene las barras combustibles, y otra en una sala adyacente a la misma en el nivel +8, con los sistemas de proceso conectados a través de un túnel pasante. Es decir, es un dispositivo experimental del Reactor que utiliza el flujo neutrónico del mismo pero que tiene sus propios sistemas de refrigeración, seguridad, control, etc.

A continuación se muestra una vista en planta de una parte del nivel +8 del Edificio del Reactor donde se encuentra la Sala de Servicios del LOOP con el Búnker anexo a la Pileta del Reactor y el túnel de conexión para las cañerías, cableado de instrumentación, etc. A su vez, se indica la Pileta de Servicios donde se almacenan los elementos combustibles del Reactor y los ensayados en el LOOP luego de irradiación para su decaimiento. Esta pileta se comunica a la Pileta del Reactor a través de un pasaje llamado Canal de transferencia.

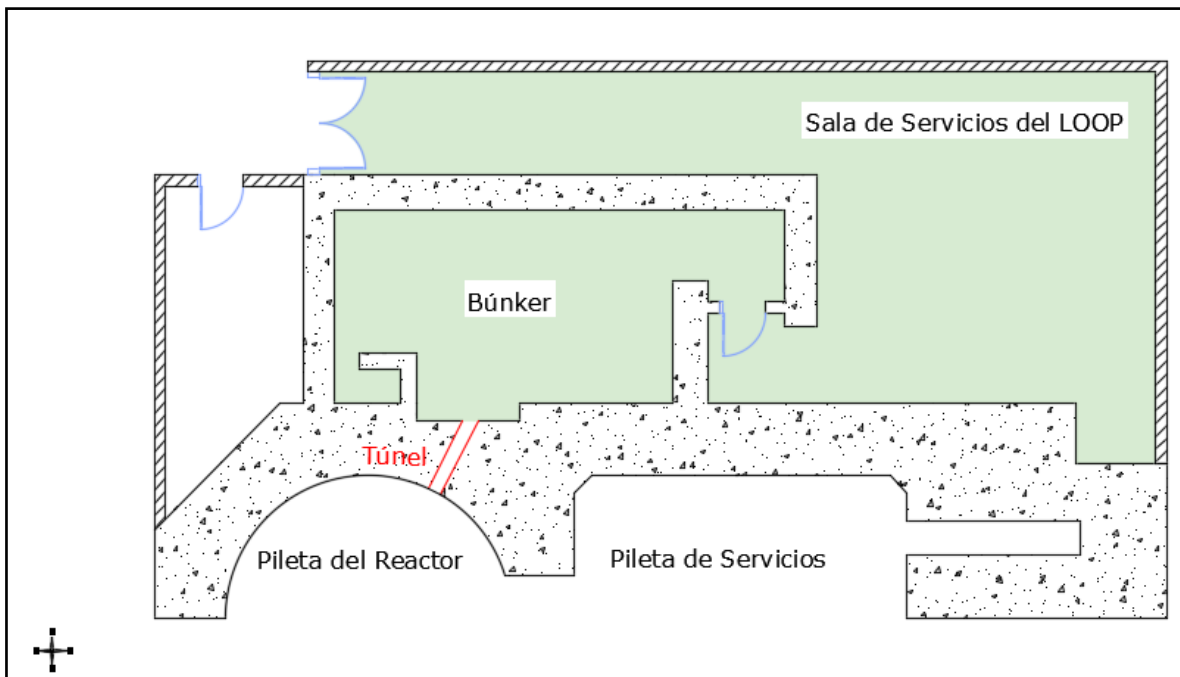


Figura 1: Vista en planta de la Sala de Servicios del LOOP

5.2 Descripción técnica del LOOP y sus sistemas ^[11]

El dispositivo experimental LOOP servirá para irradiar barras combustibles con el objetivo de estudiar su comportamiento en condiciones semejantes a las de operación de las centrales nucleares argentinas construidas o proyectadas hasta el momento (Atucha I,



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Atucha II, Embalse, CAREM y PWRs comerciales). Por tal motivo el refrigerante primario es un circuito cerrado de agua a elevada presión y temperatura, en condiciones específicas.

Hay dos configuraciones posibles de irradiación, una con 1 barra combustible para los ensayos de acumulación de quemado a potencia constante y otra con 3 barras para los ensayos de rampas de potencia. Dichas barras combustibles se ubican en el Módulo de Irradiación (MI), en una región de alto flujo neutrónico térmico, produciendo la fisión del uranio contenido en ellas.

Una de las características más distintivas del LOOP es que no es capaz de producir una reacción en cadena autosostenida ya que la masa de uranio contenida en las barras combustibles es menor a la masa crítica en las configuraciones geométricas posibles. Por esta razón, para que el LOOP pueda operar, el Reactor deberá estar funcionando y en caso de que el Reactor se apague, el LOOP también lo hará.

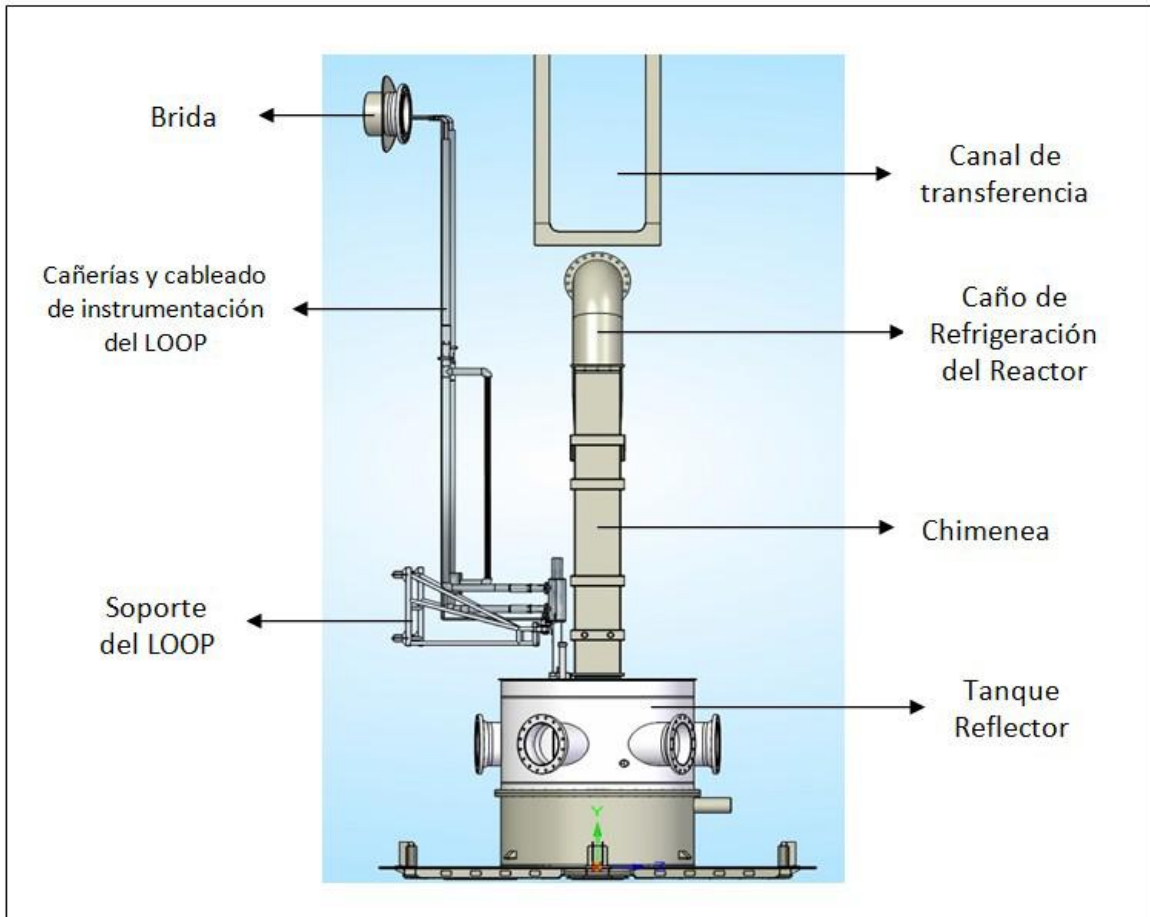


Figura 2: Vista lateral de la Pileta del Reactor con el LOOP



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

El MI se ubica en una posición de irradiación específica dentro del tanque del reflector que rodea al núcleo del Reactor ubicado dentro de la Pileta del Reactor. La conexión con la Sala de Servicios del LOOP es el túnel con una brida que es un elemento mecánico para permitir acometidas impidiendo que salga el agua de la Pileta del Reactor. El MI está sujeto por un soporte mecánico que lo mantiene fijo durante irradiación. Finalizado cada ensayo se lo traslada a una celda apropiada para su desarme y posteriormente se lo lleva a una celda caliente externa al Edificio del Reactor para su análisis.

Se muestran dos figuras de la ubicación del LOOP en la pileta del Reactor. La Figura 2 es una vista lateral del interior de la pileta con el tanque reflector, la chimenea, el canal de transferencia, la brida del túnel de conexión, el soporte del LOOP y las cañerías y cableado de instrumentación del LOOP. La Figura 3 es una vista superior del tanque reflector del Reactor, mostrando la cercanía del LOOP al núcleo del Reactor.

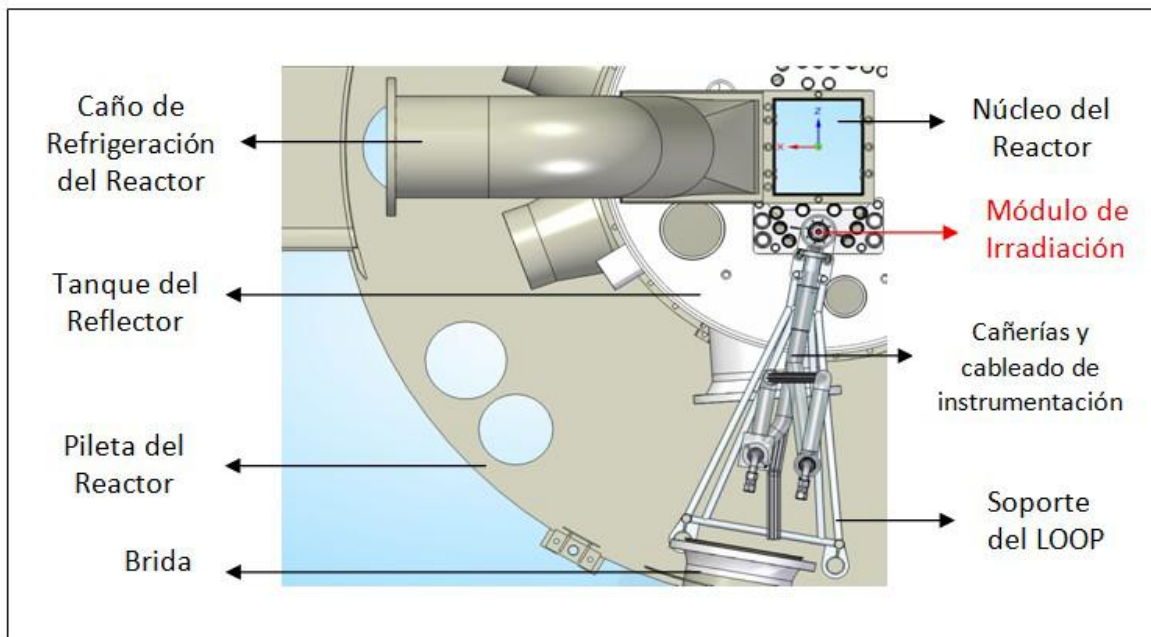


Figura 3: Vista superior de la Pileta del Reactor con el LOOP

La refrigeración de las barras combustibles se realiza con agua liviana a elevada presión y temperatura (15 MPa y 320°C como valores máximos de operación) a través del circuito SPTC que va desde la zona de irradiación dentro de la pileta del Reactor hasta la Sala de Servicio del LOOP. Las cañerías del SPTC luego de atravesar la brida de conexión para llegar a la sala, le transfieren el calor a un segundo circuito (SITC) y este a un tercer sistema de refrigeración (STCHSEC).



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Para establecer y mantener las condiciones químicas de operación del agua del SPTC hay una serie de tanques, filtros y resinas que conforman el sistema de purificación y control de volumen e inventario (SPCVI).

El diseño cuenta con barreras de seguridad y blindajes radiológicos apropiados para garantizar una operación segura, además de instrumental para medir, controlar y mantener los parámetros relevantes del proceso.

El dispositivo opera con el refrigerante primario en convección forzada durante la mayor parte del tiempo, salvo que sea solicitado el Sistema Pasivo de Refrigeración del LOOP (SPARL) que funciona por convección natural en un pequeño circuito dentro de la pileta del Reactor, posibilitando mantenimientos y reparaciones en la Sala de servicio del LOOP.

Los requerimientos de ensayo demandan trabajar a potencia constante y en otros casos realizar rampas de potencia que se logran con un sistema que contiene agua borada como veneno neutrónico. Este líquido se encuentra contenido en una cámara que envuelve al módulo con las barras combustibles. Variando la cantidad de veneno disuelto se logra apantallar al LOOP del flujo neutrónico proveniente del Reactor de manera específica. El sistema se denomina Sistema de Veneno Líquido (SVL).

La Sala de Servicios del LOOP contiene un Búnker para aislación radiológica de los sistemas con mayor energía e irradiación.

A continuación, en la Figura 4 se muestra un Diagrama de Proceso del LOOP diferenciando cada sistema (equipos, válvulas y cañerías conformantes) con un determinado color.



Referencias de la Figura 3:

- Color rojo: Sistema Principal de Transporte de Calor (SPTC)
- Color celeste: Sistema Intermedio de Transporte de Calor (SITC)
- Color verde: Sistema de Transporte de Calor Hacia el SEC del Reactor (STCHSEC)
- Color azul: Sistema de Veneno Líquido (SVL)
- Color violeta: Sistema de Purificación y Control de Volumen e Inventario (SPCVI)

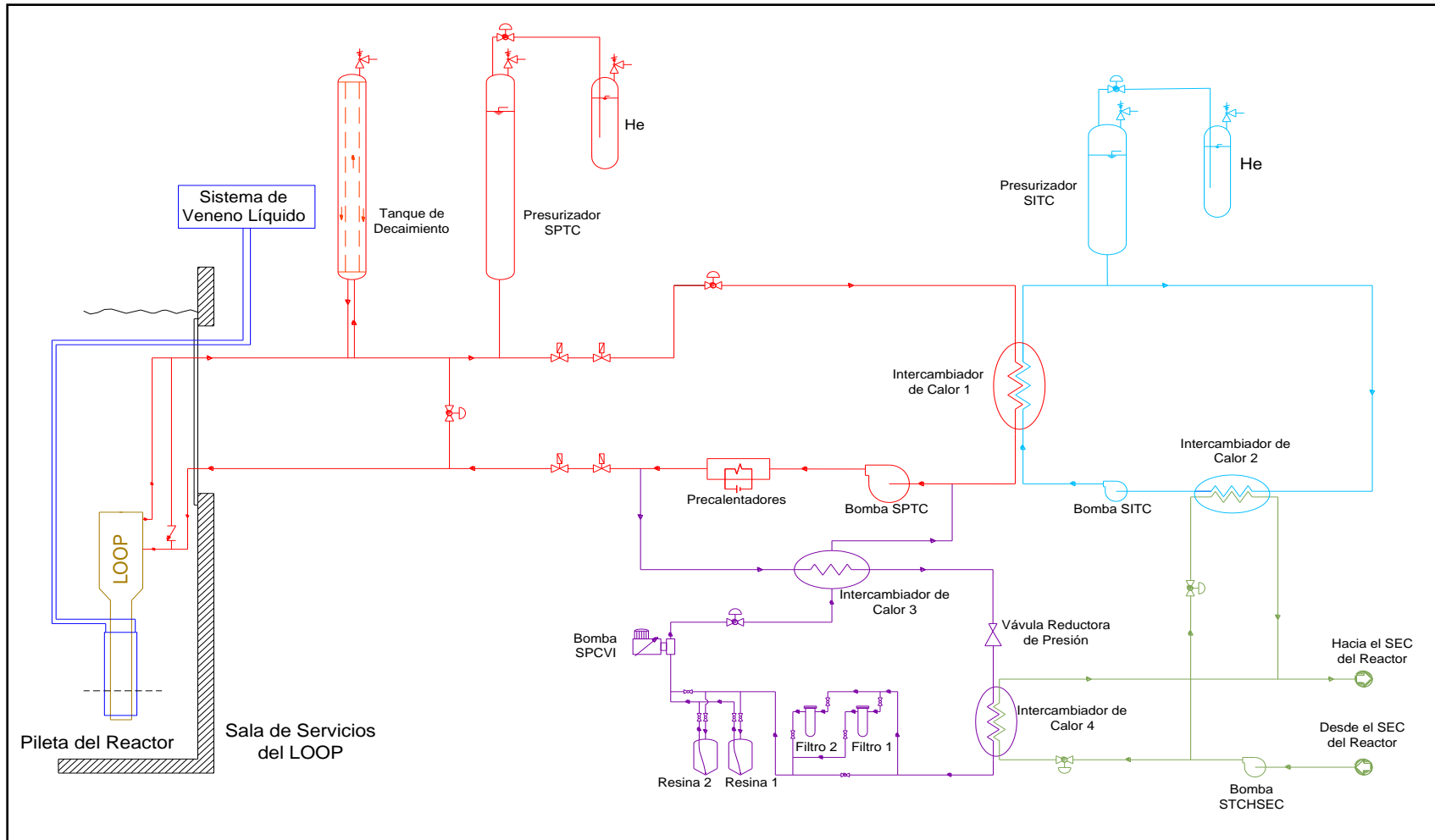


Figura 4: Diagrama de Proceso del LOOP



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

6. MARCO REGULATORIO

6.1 Revisión de la normativa argentina para licenciar una instalación nuclear

La seguridad de una instalación nuclear debe ser demostrada y notificada al órgano regulador como garantía del cumplimiento de los requerimientos establecidos por el mismo. El órgano regulador es una autoridad a la que el gobierno estatal confiere facultades legales para llevar a cabo el proceso de reglamentación y las leyes nacionales, incluida la concesión de autorizaciones.

Una licencia es un documento resultado del proceso de autorización que puede adoptar diversas formas, por ejemplo certificación, permiso, acuerdo, consentimiento, aprobación reglamentaria o concesión de otro instrumento reglamentario similar, según se establezca en el marco gubernamental y reglamentario de cada Estado.

En Argentina, el órgano regulador es la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) y es quien dispone de normas y guías para lograr el nivel de seguridad radiológica más alto que pueda razonablemente alcanzarse en la evaluación de emplazamientos, el diseño, la construcción, la puesta en marcha, la operación, la modificación y la clausura de establecimientos y actividades nucleares.

Siguiendo los lineamientos de dicho organismo, en su Norma Básica de Seguridad Radiológica (AR 10.1.1.) establece explícitamente en el criterio 45 que *“sólo se podrá operar una Instalación o llevar a cabo una práctica cuando esté licenciada o registrada por la Autoridad Regulatoria”*. Para licenciar o registrar una instalación, la ARN clasifica en Instalación Clase I, Clase II o Clase III dependiendo del riesgo radiológico y la complejidad tecnológica asociada. La identificación de la clase determina el proceso de licenciamiento al que deberá someterse la instalación y de acuerdo con el propósito de uso se le exigirá que cumpla con determinados requisitos de diseño, equipamiento y personal, previo a la autorización o licenciamiento de operación. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).

Entonces, con la intención de operar el dispositivo experimental LOOP es necesario previamente hacer un análisis para determinar qué clase de Instalación es y cuál es el proceso de licenciamiento por el cual avanzará hasta llegar a la etapa final de solicitud de la licencia o registro de operación, documento por el cual sólo una vez que se apruebe por la ARN el LOOP estará en condiciones para iniciar su operación.

6.2 Selección del tipo de instalación del LOOP a fines de licenciamiento

En la sección 6.1 del documento se explicó la importancia de identificar una instalación nuclear con un tipo de Clase para definir su proceso de licenciamiento. Teniendo en cuenta el listado que la Autoridad Regulatoria Nuclear dictamina en su Norma 10.1.1. acerca de las subclases que componen cada Clase (ver ANEXO 1), se observa que el dispositivo experimental LOOP no se encuentra en ninguna de ellas.



A pesar de ello, es necesario identificar un proceso de licenciamiento apropiado para demostrar la seguridad del LOOP para finalmente poder operar con la autorización correspondiente de la ARN, como lo indica el criterio 50 de la citada Norma: *“las instalaciones no comprendidas en los criterios N°47, 48 y 49 serán evaluadas caso por caso y clasificadas por la Autoridad Regulatoria de acuerdo al riesgo radiológico y a la complejidad tecnológica asociados”*. Entonces se propone analizar ciertos aspectos relevantes con los cuales enmarcar el licenciamiento del LOOP, desarrollar criterios y luego presentarlo como una respuesta posible ante la ARN. Los aspectos más relevantes que se encontraron son:

- El Reactor RA-10 es una instalación clasificada como Clase I. El LOOP es un dispositivo experimental dentro del Reactor. Utilizará como máximo sólo 3 barras combustibles que además no pueden fisiónar autosostenidamente, es decir dependen del flujo neutrónico del Reactor. Por lo tanto, esto implica que el LOOP a nivel seguridad sea de menor relevancia que el Reactor.
- El LOOP cuenta con un circuito de refrigeración semejante al de un Reactor de Potencia en términos de presión y temperatura (por requerimientos de ensayo). Esto demanda que existan otros sistemas alrededor del mismo para su control, seguridad, mantenimiento, etc. al estilo de un Reactor de Potencia aunque de menor tamaño. Es decir, el LOOP tiene un riesgo mayor respecto a un dispositivo experimental típico.
- Considerado individualmente y teniendo en cuenta su complejidad y riesgo potencial, el LOOP podría asimilarse a la Clase II.

Lo mencionado anteriormente genera una cota entre dos posibilidades y además identifica al LOOP con características particulares de ambas clases. Por lo tanto, el proceso de licenciamiento podría considerarse como un híbrido entre Clase I y Clase II. Constará de más de una etapa (semejante a Clase I) de las cuales solo una requerirá licencia ante la Autoridad Regulatoria Nuclear (semejante a Clase II) y las otras dos se gestionarán como instancias internas del proyecto RA-10.

La licencia será solicitada para la etapa de operación del dispositivo experimental (semejante a Clase II) con la misma vigencia que la Licencia de Operación del Reactor y será la CNEA la Entidad Responsable. Luego de la aprobación de la misma e inicio de operación del LOOP, se unificará al proceso de licenciamiento del Reactor como un “Uso” y cualquier autorización o modificación posterior se gestionará como un conjunto, entre las cuales el Retiro de Servicio aparece como una licencia requerida al Reactor RA-10. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).

En los incisos siguientes se detalla en qué consiste este proceso de licenciamiento híbrido propuesto para el LOOP y el alcance del mismo.

6.3 Identificación de las normas o requerimientos de ARN y las recomendaciones de OIEA aplicables al LOOP

En el campo nuclear existe un Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) encargado de promover la cooperación internacional para aumentar la seguridad nuclear



y radiológica mediante el intercambio de experiencias y el mejoramiento de la capacidad para controlar los peligros, prevenir los accidentes, responder a las emergencias y mitigar las consecuencias indeseables. Los servicios de OIEA prestan asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas y la evaluación de su eficacia a través de recomendaciones que generan continuamente.

Es responsabilidad de cada Estado la reglamentación en materia de seguridad nuclear y radiológica. Argentina a través de la Autoridad Regulatoria Nuclear dictamina normas (de carácter obligatorio) y guías (no obligatorio) con los requerimientos para las instalaciones y actividades que se desarrollan en el país.

En Argentina no existe una instalación similar al dispositivo experimental LOOP, por lo que cabe de esperar que la ARN no tenga requerimientos específicos para este tipo de instalación y entonces es oportuno recurrir a recomendaciones de OIEA para armar un marco normativo adecuado, acorde a la normativa nacional y teniendo en cuenta los aportes que le han transmitido al OIEA otros países del mundo sobre instalaciones similares.

Además de esa búsqueda específica para el LOOP, hay que articular los criterios de seguridad de este con aquellos de toda la instalación RA-10 donde se encuentra emplazado, es decir con el Reactor y los otros dispositivos experimentales. Esto se extrae de la norma de ARN 4.2.2.: Diseño de Reactores de Investigación, criterio 79: *“Los dispositivos experimentales que se introduzcan en el reactor deben diseñarse con los mismos criterios de seguridad establecidos para el mismo y deben ser compatibles en términos de materiales e integridad estructural”*.

En conclusión, la metodología de trabajo utilizada será agrupar aspectos particulares y generales dictaminados por ARN, por OIEA o en su defecto usando juicio de ingeniería para generar compatibilidad con su entorno y para garantizar la seguridad del dispositivo experimental LOOP en todos los aspectos en los que esté involucrado. Esa búsqueda de información se hace prestando atención en aspectos relativos a:

- **Dispositivos Experimentales:** función y entidad principal del LOOP. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).
- **Reactores de Investigación:** desde el punto de vista de la seguridad del Reactor existen requerimientos para los dispositivos experimentales que se introduzcan en el mismo. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).
- **Usos y Modificaciones:** superada la autorización de operación del LOOP, este dispositivo se constituirá en una utilidad específica dentro de las que ofrece el Reactor RA-10. En la normativa de OIEA se agrupan “usos y modificaciones” asignando criterios comunes para ambos casos y por ende la búsqueda se hace identificando el conjunto. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).
- **Reactores de Potencia:** el sistema de refrigeración a elevada presión y temperatura del LOOP requiere adoptar criterios de este tipo de instalación. (Para más detalles ver sección 1. DEFINICIONES).



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

A continuación, se lista el agrupamiento de las normas, guías y recomendaciones nacionales e internacionales sobre el marco regulatorio del LOOP:

Normas de la ARN	
AR 0.11.1.	Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I
AR 0.11.2.	Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas
AR 0.11.3.	Reentrenamiento de Personal de Instalaciones Clase I
AR 3.3.2.	Sistemas de remoción de calor de Reactores de Potencia
AR 3.3.3.	Circuito Primario de Presión en Reactores de Potencia
AR 3.3.4.	Seguridad de elementos combustibles para Reactores de Potencia
AR 4.1.1.	Exposición ocupacional en Reactores Nucleares de Investigación
AR 4.1.2.	Limitación de Efluentes Radiactivos en Reactores Nucleares de Investigación
AR 4.1.3.	Criterios Radiológicos Relativos a Accidentes en Reactores de Investigación
AR 4.2.2.	Diseño de Reactores de Investigación
AR 4.2.3.	Seguridad contra Incendios en Reactores de Investigación
AR 4.5.1.	Diseño del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica de Reactores de Investigación
AR 4.9.2.	Operación de Reactores Nucleares de Investigación
AR 10.1.1.	Norma Básica de Seguridad Radiológica
AR 10.12.1.	Gestión de Residuos Radiactivos
AR 10.13.1.	Norma de Protección Física de Materiales e Instalaciones Nucleares
AR 10.14.1.	Garantías de No Desviación de Materiales Nucleares y de Materiales, Instalaciones y Equipos de Interés Nuclear

Guías de la ARN	
GR 4	Diseño de Reactores de Investigación

Documentos del OIEA	
NS-R-4	Safety of Research Reactors
SSG-20	Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report
SSG-24	Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors
SSG-12	Licensing Process for Nuclear Installations Specific Safety Guide



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

7. PROCESO DE LICENCIAMIENTO

7.1 Definición de los hitos y etapas

El proceso de licenciamiento del LOOP se incorpora dentro del Proyecto RA-10 como un sistema de gestión de las funciones, responsabilidades, tareas y recursos para garantizar la implementación, en el diseño del dispositivo experimental, de los criterios de seguridad nuclear y radiológica, protección física y garantía de no desviación requeridos por la regulación vigente, y la verificación y control de las mismas. En este sentido, debe existir correlatividad entre el proceso de licenciamiento del LOOP y el respectivo al Reactor.

Se propone licenciar al LOOP cumpliendo tres hitos. Los dos primeros son definidos para solicitar una autorización en el marco del proyecto RA-10 que se aprobará como mínimo por el Jefe del Proyecto para tener correlatividad con los avances del Reactor y poder pasar a la siguiente etapa. Finalmente se llega al tercer hito, solicitando una licencia ante la Autoridad Regulatoria para la operación del dispositivo experimental LOOP. Las etapas y sus respectivas tareas se describen a continuación en orden cronológico:

- Etapa 1: Gestión para solicitar HITO 1
- HITO 1: OBTENCIÓN DE AUTORIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN
- Etapa 2: Construcción y gestión para solicitar HITO 2
- HITO 2: OBTENCIÓN DE AUTORIZACIÓN DE PRUEBAS PRELIMINARES
- Etapa 3: Pruebas Preliminares y gestión para solicitar HITO 3
- HITO 3: OBTENCIÓN DE LICENCIA DE OPERACIÓN
- Etapa 4: Puesta en Marcha del LOOP
- Etapa 5: Operación de Reactor con LOOP

En la Etapa 1 se llevará a cabo la obra civil y el montaje mecánico del Reactor (autorizadas en la Licencia de Construcción del Reactor), que incluyen la obra civil del LOOP, la colocación de la brida en el túnel de la Pileta del Reactor y la puerta estanca de ingreso al Búnker. En cuanto a la gestión del licenciamiento del LOOP se proponen las siguientes tareas para llegar al HITO 1:

1-A) Incorporar requerimientos regulatorios.

1-B) Listar requerimientos para los análisis de seguridad.

1-C) Listar los documentos de ingeniería que servirán como soporte.

1-D) Iniciar Comunicaciones con ARN teniendo en cuenta lo establecido en el criterio 148 de la Norma AR 10.1.1.: Norma Básica de Seguridad Radiológica.



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

1-E) Elaborar un Informe Preliminar de Seguridad.

1-F) Solicitar la Autorización de Construcción.

Una vez superado el HITO 1, se puede iniciar la Etapa 2 que cuenta con las siguientes tareas:

2-A) Montaje de equipos, cañerías y válvulas de los sistemas de proceso del LOOP.

2-B) Realizar pruebas de funcionamiento hidráulico de los sistemas.

2-C) Avance del Informe Preliminar de Seguridad.

2-D) Verificar que el Reactor esté en su etapa de Pruebas Preliminares (fase no nuclear).

2-E) Solicitar la Autorización de Pruebas Preliminares.

Una vez superado el HITO 2, se puede iniciar la Etapa 3 que cuenta con las siguientes tareas:

3-A) Realizar Pruebas Preliminares del LOOP.

3-B) Elaborar el Informe Final de Seguridad.

3-C) Verificar que el Reactor esté en su etapa de operación a plena potencia.

3-D) Permiso de ingreso de material físil.

3-E) Ingreso de barras combustibles del LOOP a la Pileta del Reactor.

3-F) Solicitar la Licencia de Operación de Reactor con LOOP.

Una vez superado el HITO 3, se puede iniciar la Etapa 4 que consiste en realizar los ensayos para la Puesta en Marcha del LOOP. Cuando se verifique un óptimo funcionamiento de los sistemas de proceso y las conexiones de instrumentación, se inicia la Etapa 4 que consiste en la Operación del Reactor con LOOP y en los ensayos de irradiación al dispositivo experimental.

Se prevé que el licenciamiento del dispositivo LOOP posteriormente se incorpore al proceso del Reactor como un “uso” y las etapas que requieran gestionarse o autorizarse lo hagan como un conjunto, entre las cuales deberá estar la licencia de Retiro de Servicio del Reactor RA-10.

7.2 Cronograma

A continuación se muestra un cronograma resumen de las etapas e hitos del proceso de licenciamiento del LOOP y la compatibilidad con el Reactor.



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

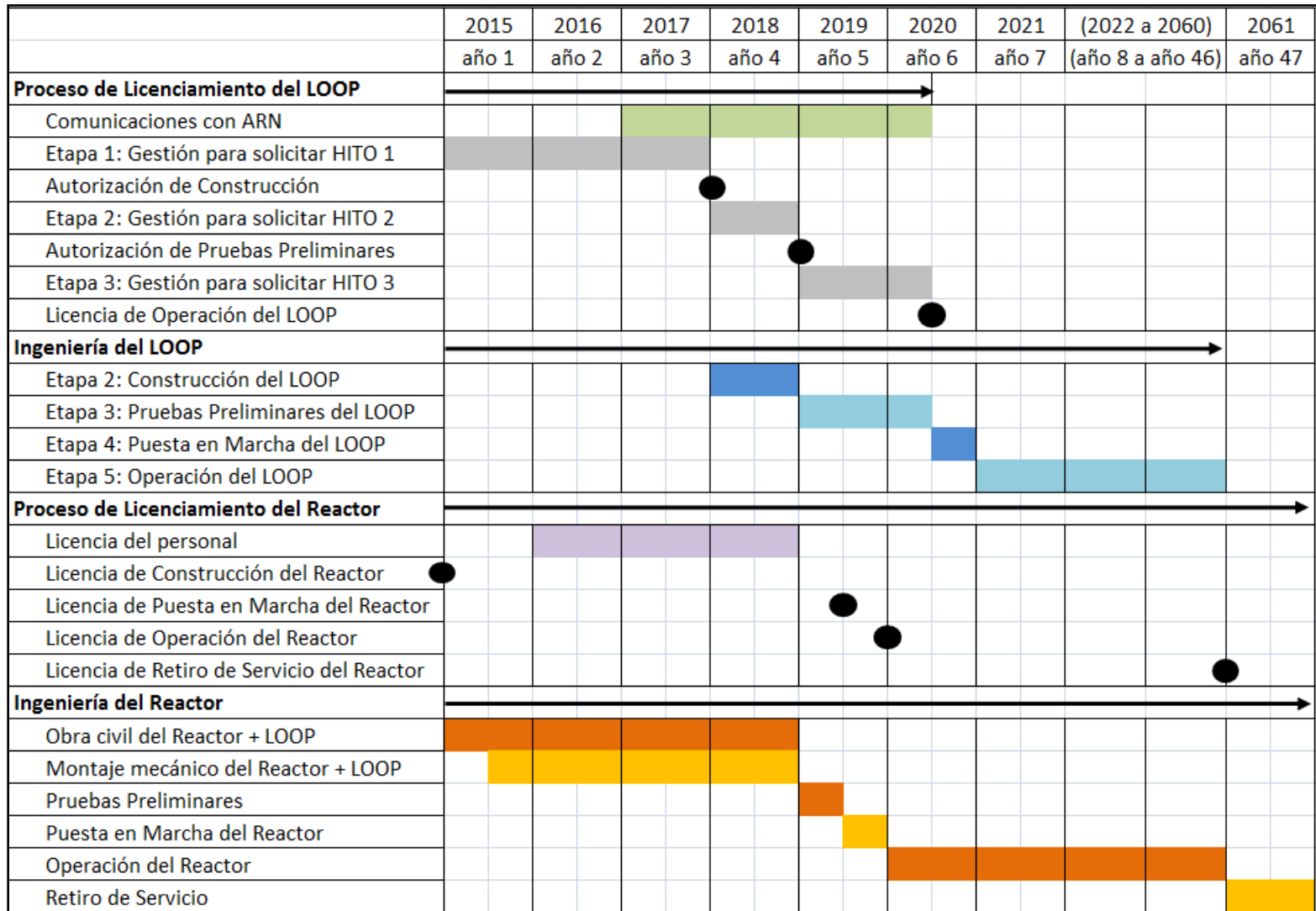


Figura 5: Hitos y Etapas del proceso de licenciamiento del LOOP



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

7.3 Titular de la Licencia y Organización

La responsabilidad primaria por la protección radiológica y la seguridad nuclear reside en el titular licenciado quien es la persona física o jurídica (en Argentina “Entidad Responsable”) que debe hacer todo lo razonable y compatible posible a favor de la seguridad, cumpliendo como mínimo lo establecido en la Licencia, en normas y requerimientos aplicables de la Autoridad Regulatoria.

Según el Sistema de Calidad del Proyecto RA-10, la Entidad Responsable de todas las actividades del proyecto es la Comisión Nacional de Energía Atómica y dicha responsabilidad se extiende a las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de toda la instalación RA-10.

El proceso de licenciamiento del LOOP propuesto cuenta con dos hitos iniciales que requieren aprobación del Jefe del Proyecto como se mencionó anteriormente, HITO 1: Autorización de Construcción e HITO 2: Autorización de Pruebas Preliminares. Esta persona es el Responsable Primario del Reactor RA-10 y se propone que asuma la nueva responsabilidad sobre el LOOP con la intención de verificar que los avances del LOOP sean compatibles con la instalación Clase I, que viene notificando ante la Autoridad Regulatoria sus instancias de prueba, sin interactuar negativamente con el Reactor y pueda continuar desarrollando su ingeniería con la mayor garantía de seguridad posible.

La Norma AR 4.9.2. en su criterio 40 establece: *“Los dispositivos experimentales que se instalen durante la operación del reactor deben someterse a ensayos previos y no deben modificar el cumplimiento de los límites y condiciones de operación”.*

Llegada la instancia HITO 3: Licencia de Operación del LOOP, el titular de dicha licencia será la CNEA. Se propone que delegue la realización de las tareas referidas al dispositivo experimental, durante la vigencia dicha licencia, al Jefe del Proyecto RA-10 de manera de que, una vez aprobada la licencia específica del LOOP, pueda unificarse con el licenciamiento del Reactor y así facilitar la gestión en las etapas siguientes como una sola instalación.

En la Norma el criterio 42: *“El responsable primario debe aprobar la realización de experimentos o irradiaciones, aun cuando ellos sean repetición o incluyan pequeñas variaciones de otros que hayan sido realizados en ocasiones anteriores”.*

Otro cargo importante en la organización del personal necesario para el LOOP, es la persona que operará el dispositivo experimental en la Sala de Control. Este cargo será ocupado por un operador del Reactor y los turnos entre el personal que ello demande. Para poder llevar a cabo estas tareas, los operadores designados deberán solicitar una Autorización Específica, es decir solicitar un certificado para ejercer una función específica (operar el dispositivo experimental LOOP) en una instalación Clase I (el Reactor RA-10). Esto se desprende del criterio 18 de la Norma AR 0.11.1.: Licenciamiento de personal de Instalaciones Clase I: *“Para ejercer una función específica en una instalación Clase I determinada, el personal debe poseer la Licencia Individual y la Autorización Específica que*



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

correspondan, ambas otorgadas por la Autoridad Regulatoria. Continuando con el criterio 20 de la misma Norma, se establece algo importante a tener en cuenta por la Entidad Responsable que asigne estos cargos: *“La persona que posea más de una autorización específica, sólo podrá desempeñar una única función específica a la vez”.*

Los operadores recibirán su capacitación, entrenamiento de trabajo y si correspondiera reentrenamiento para el mejor desempeño de su función según el cronograma estipulado en el proceso de licenciamiento del Reactor de acuerdo con lo especificado en la Norma AR 0.11.1. (Ver Figura 6).

7.4 Estructura del Informe de Seguridad

La seguridad tiene que ser demostrada y documentada por la Entidad Responsable en un conjunto llamado Documentos Mandatarios a entregarse a la Autoridad Regulatoria. La revisión y evaluación de la documentación presentada debe ser consistente con la magnitud potencial y naturaleza del riesgo asociado a la instalación o práctica en particular.

La solicitud de autorización se presenta acompañada de la información específica que corresponda al propósito de la autorización, incluyendo información general, características de la instalación, aspectos constructivos, el programa de protección radiológica, y seguridad, etc.

El Informe de Seguridad es el documento mediante el cual la Entidad Responsable demuestra que los criterios de seguridad impuestos por la Autoridad Regulatoria han sido efectivamente cumplidos al momento de solicitarse la Licencia de Operación. Dicho documento tiene dos fases que habitualmente se identifican como “Preliminar” y “Final”.

En la etapa Preliminar debe razonablemente demostrarse que la instalación podrá ser operada en condiciones de seguridad y que el emplazamiento facilita la implementación de un Plan de Emergencia acorde con el riesgo asociado. En la etapa Final, debe demostrarse que la instalación construida satisface los criterios de seguridad que en forma de normas y requerimientos específicos le impone la Autoridad Regulatoria.

La Norma AR 4.9.2. Operación de reactores nucleares de investigación dispone en el criterio 38 lo siguiente: *“El uso y manipuleo de dispositivos experimentales debe ser realizado en base a procedimientos escritos. Estos procedimientos deben tener en cuenta los efectos de estos dispositivos sobre la seguridad del reactor, particularmente sobre los cambios en la reactividad”.* Por lo tanto, es requerimiento presentar un conjunto de Documentos Mandatarios del LOOP para garantizar la seguridad de la utilización, los cuales tendrán el contenido que en el criterio 39 se establece: *“Los procedimientos para la revisión y aprobación de propuestas para experimentos y modificaciones, y para el control de su implementación deben incluir, en los casos aplicables, temas tales como:*

- a. Una descripción del propósito del experimento o modificación;*
- b. Justificación de la necesidad del experimento o modificación;*



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

- c. Requerimientos y criterios de diseño incluyendo la evaluación de seguridad;*
- d. Procesos de manufactura;*
- e. Procedimientos de instalación;*
- f. Procesos de puesta en servicio;*
- g. Revisión de procedimientos operativos y de emergencia;*
- h. Gestión de los residuos radiactivos generados por el experimento o modificación;*
- i. Actualización de la documentación;*
- j. Requerimientos especiales para entrenamiento y, si fuera necesario, el relicenciamiento de operadores;*
- k. Requerimientos de calidad.”*

Para el caso del LOOP, se propone que se elabore un Informe Preliminar de Seguridad en la etapa de construcción sin tener carácter definitivo, sino con la intención de mejorarse en vistas a alcanzar los objetivos de seguridad declarados para la Licencia de Construcción. Finalmente para cuando se solicite la Licencia de Operación de Reactor con LOOP debe presentarse un Informe Final de Seguridad.

La estructura de la información en el Informe de Seguridad puede variar según distintos modelos para el desarrollo del contenido. Dicho contenido se organiza en distintos capítulos del informe.

Según la Guía SSG-24 de OIEA: Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors Specific Safety Guide, que trata sobre análisis de seguridad para Usos y Modificaciones (la cual es una manera de referirse al LOOP como se mencionó en la sección 6.3), se recomienda diseñar un Informe de Seguridad en 10 capítulos. Por razones estratégicas del proyecto RA-10 se propone una estructura en 20 capítulos como el Informe de Seguridad del Reactor el cual ha respetado la Guía SSG-20 de OIEA: Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report Specific Safety Guide. Esta propuesta se justifica a la hora de ordenar y compaginar correctamente la información entre ambos informes.

Los títulos propuestos para el Informe de Seguridad del LOOP son:

- Capítulo 1: Introducción y Descripción General del LOOP
- Capítulo 2: Objetivos de Seguridad y Requerimientos de diseño
- Capítulo 3: Características del sitio y Ubicación del LOOP
- Capítulo 4: Edificios y Estructuras
- Capítulo 5: Módulo de Irradiación
- Capítulo 6: Sistemas de Procesos
- Capítulo 7: Elementos Técnicos
- Capítulo 8: Instrumentación y Control



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

- Capítulo 9: Sistema Eléctrico
- Capítulo 10: Sistema Auxiliares
- Capítulo 11: Utilización del LOOP y Experiencias
- Capítulo 12: Seguridad Radiológica Operacional
- Capítulo 13: Conducción de las Operaciones
- Capítulo 14: Evaluación Ambiental
- Capítulo 15: Puesta en Marcha
- Capítulo 16: Análisis de Seguridad
- Capítulo 17: Límites y Condiciones de Operación.
- Capítulo 18: Sistema de Gestión
- Capítulo 19: Retiro de Servicio
- Capítulo 20: Planes de Emergencia

8. CONCLUSIÓN

Luego de un minucioso análisis del marco normativo para el licenciamiento del dispositivo experimental LOOP y los requerimientos normativos para poder operarlo, se llegó a una propuesta consistente y compatible con el Reactor RA-10. Se trata de un proceso de licenciamiento en tres etapas, siendo la última una licencia ante la Autoridad Regulatoria y las dos anteriores instancias internas a superar dentro del proyecto RA-10. Se propone un cronograma compatible con el proceso de licenciamiento del Reactor con la intención de que, luego de aprobada la licencia específica del LOOP, se unifiquen ambos procesos en una sola gestión a cargo del Responsable Primario del Reactor RA-10.

Desde el análisis que se desarrolla en este trabajo se abren otros temas a estudiar por parte del licenciario del LOOP que implican tener como base lo que aquí se expone, como por ejemplo la clasificación de seguridad, la identificación de eventos iniciantes, los análisis de seguridad a llevar a cabo, etc. Más allá de que esta propuesta pueda ser aceptada, entendiendo al licenciamiento como un proceso, se prevé que pueda tener modificaciones con el avance del proyecto, especialmente a partir de las interacciones con la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Aparte de la utilidad dentro de proyecto RA-10, se recomienda que el análisis expuesto en este trabajo final se utilice como modelo en futuras instalaciones similares en el país.



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

9. REFERENCIAS

- [1]. Página web de la Autoridad Regulatoria Nuclear: <http://www.arn.gov.ar/>
- [2]. Norma AR 10.1.1.: Norma Básica de Seguridad Radiológica - ARN, Revisión 3, 2003.
- [3]. Guía AR 4: Diseño de Reactores Nucleares de Investigación - ARN, Revisión 0, 2003.
- [4]. Norma AR 0.11.1.: Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I - ARN, Revisión 3, 2002.
- [5]. Norma AR 4.9.2.: Operación de Reactores Nucleares de Investigación - ARN, Revisión 2, 2004.
- [6]. SF-1: Fundamental Safety Principles – OIEA, 2006.
- [7]. NS-R-4: Safety of Research Reactors Safety Requirements – OIEA, 2005.
- [8]. SSG-20: Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report Specific Safety Guide – OIEA, 2012.
- [9]. SSG-24: Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors Specific Safety Guide – OIEA, 2012.
- [10]. SSG-12: Licensing Process for Nuclear Installations Specific Safety Guide – OIEA, 2011.
- [11]. IT-006/RA-10/6400-1-002: Dispositivo Experimental para Irradiar Barras Combustibles- LOOP-CNEA. 2012.



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

10. ANEXOS

10.1 ANEXO 1: Subclases asignadas a cada Clase de Instalación (AR 10.1.1.: Norma Básica de Seguridad Radiológica - ARN)

Criterio 47: Las INSTALACIONES CLASE I llamadas también Instalaciones Relevantes comprenden 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 fijas o móviles.
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.

Criterio 48: Las INSTALACIONES CLASE II comprenden las siguientes subclases:

1. Aceleradores de Partículas con $E \leq 1$ MeV y aceleradores lineales de uso médico.
2. Instalaciones de Telecobaltoterapia.
3. Instalaciones de Braquiterapia.
4. Instalaciones de Medicina Nuclear.
5. Irradiadores Autoblindados.
6. Gammagrafía Industrial.
7. Instalaciones Minero Fabriles que no incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.
8. Instalaciones nucleares sin potencial de criticidad.
9. Medidores Industriales.
10. Investigación y Desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas.
11. Importación, Exportación y Depósito de material radiactivo.
12. Fraccionamiento y Venta de material radiactivo.

Criterios 49: Las INSTALACIONES CLASE III comprenden las siguientes subclases:

1. Diagnóstico in vitro para seres humanos.
2. Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.
3. Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otro tipo de aplicaciones.

