

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CON MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN**  
**EMPRESARIAL**



**Tesis para optar el Grado Académico de Maestra en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial**

**Implementación de un sistema de gestión integrado y la mejora en la gestión de riesgos del Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)**

**Autor: Bach. Prado Muro, Angélica del Carmen**

**Asesor: Mg. Saito Silva, Carlos Agustín**

**LIMA - PERÚ**  
**2019**

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que está integrado por:

1. Presidente: Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás
2. Miembro: Dr. Luis Alberto Dávila Solar
3. Miembro: Mg. Miguel Rodríguez Vásquez
4. Asesor: Mg. Carlos Agustín Saito Silva
5. Representante de la EPG: Mg. Max Agüero Fernández

## **Dedicatoria**

A mi princesa Ivanna por ser mi motor y motivo para culminar satisfactoriamente esta tesis, a mi esposo Carlos y a mi madre Angélica por su apoyo incondicional.

## **Agradecimientos**

Al Ing. Carlos Gayoso y al Ing. Rolando Arrieta por su apoyo y confianza en la realización de la tesis.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción del Problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	14
1.2.1 Problema General	14
1.2.2 Problemas Específicos	14
1.3. Importancia y Justificación del Estudio.....	15
1.4. Delimitación del estudio .....	24
1.5. Objetivos generales y específicos.....	25
1.5.1 Objetivo general	25
1.5.2 Objetivos específicos	25
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1. Marco Histórico .....	26
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.....	41
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio .....	47
2.4. Definición de términos básicos.....	71
2.5. Fundamentos teóricos y/o mapa conceptual .....	74
2.6. Hipótesis .....	75
2.6.1 Hipótesis general	75
2.6.1 Hipótesis específicas	75
2.7. Variables .....	76
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>78</b>
3.1. Tipo, método y diseño de la investigación .....	78
3.2. Población y muestra.....	81
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	82
3.4. Descripción de procedimientos de análisis.....	85
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ..</b>	<b>86</b>
4.1. Resultados.....	86
4.2. Análisis de resultados .....	100
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>122</b>
Anexo 1: Declaración de Autenticidad .....	122
Anexo 2: Matriz de consistencia .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.....	9
Tabla 02: Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando .....	9
Tabla 03: Cantidad de quejas de la PPRR .....	10
Tabla 04: Resultados de Auditoria – junio 2018 .....	12
Tabla 05: Matriz de Operacionalización.....	77
Tabla 06: Técnicas e instrumentos.....	82
Tabla 07: Matriz de Análisis de datos .....	85
Tabla 08: Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10 – Pre Test .....	87
Tabla 09: Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Pre Test.....	87
Tabla 10: Motivo de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Pre Test .....	88
Tabla 11: Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10 – Post Test.....	90
Tabla 12: Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Post Test .....	90
Tabla 13: Motivo de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Post Test.....	90
Tabla 14: Cantidad de quejas de la PPRR – Pre Test .....	91
Tabla 15 Cantidad de quejas de la PPRR – Post Test.....	94
Tabla 16: Resultados de Auditoria – junio 2018 .....	96
Tabla 17: Resultados de Auditoria – junio 2019 .....	99
Tabla 18: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de alarmas – Pre Test .....	100
Tabla 19: Prueba de normalidad – Cantidad de alarmas – Pre Test .....	101
Tabla 20: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de alarmas – Post Test.....	102
Tabla 21: Prueba de normalidad – Cantidad de alarmas – Post Test.....	102
Tabla 22: Contrastación de hipótesis – Cantidad de alarmas .....	104
Tabla 23: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de quejas – Pre Test .....	105
Tabla 24: Prueba de normalidad – Cantidad de quejas – Pre Test .....	106
Tabla 25: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de quejas – Post Test.....	107
Tabla 26: Prueba de normalidad – Cantidad de quejas – Post Test.....	107
Tabla 27: Contrastación de hipótesis – Cantidad de quejas.....	109
Tabla 28: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de no conformidad – Pre Test ..	110
Tabla 29: Prueba de normalidad – Cantidad de no conformidades – Pre Test.....	111
Tabla 30: Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de no conformidad – Post Test.	112

Tabla 31: Prueba de normalidad – Cantidad de no conformidades – Post Test .....	113
Tabla 32: Contratación de hipótesis – Cantidad de no conformidades .....	114
Tabla 33: Resumen de resultados .....	115
Tabla 2.01: Matriz de Consistencia .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Organigrama de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) .....	4
Figura 02: Mapa de proceso de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) .....	5
Figura 03: Lógica de SCRAM .....	7
Figura 04: Tablero Mímico del RP-10.....	8
Figura 05: Central Nuclear Three Mile Island.....	15
Figura 06: Accidente Nuclear - Chernóbil.....	17
Figura 07: Accidente Nuclear - Fukushima .....	19
Figura 08: Evolución de la Calidad .....	30
Figura 09: Sistema de Gestión Integrado (SGI).....	31
Figura 10: Centro Nuclear de Investigaciones del Perú .....	38
Figura 11: Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra “RACSO” .....	40
Figura 12: Etapas de la implantación completa de la calidad en los procesos .....	47
Figura 13: Diagrama de tres calidades.....	50
Figura 14: Instrumentación Nuclear ubicada en Sala de Control del RP-10.....	57
Figura 15: Reactor Nuclear RP-10.....	64
Figura 16: Sala de Control del RP-10.....	66
Figura 17: Partes básicas del Reactor Nuclear RP-10 .....	68
Figura 18: Elemento de combustible y barras de control .....	69
Figura 19: Núcleo del Reactor Nuclear RP-10 .....	69
Figura 20: Mapa conceptual .....	74



## **RESUMEN**

El desarrollo de esta tesis inició desde la situación actual en que se encontraba el proceso de gestión de irradiación de muestras en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) de la Dirección de Producción del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), donde se propuso implementar un sistema de gestión integrado mediante la mejora en la gestión de riesgos del Reactor Nuclear RP-10, siendo estas herramientas las que permitieron implementar procedimientos para la actuación de alarmas, procedimiento para quejas y/o reclamos y procedimiento de acciones correctivas y preventivas. Mediante la propuesta planteada en la tesis lo que buscaba era articular los diferentes sistemas de gestión, ayudando a no tener problemas en la operación con la activación de alarmas de seguridad, mejorando la satisfacción del cliente y mejorando los diversos procesos de la Sub dirección de RENU cumpliendo con las exigencias de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

El análisis se basó en el desarrollo de la determinación de las variables de control siendo estas la cantidad de alarmas, cantidad de quejas y cantidad de no conformidades. Donde luego de la implementación del procedimiento de atención de alarmas, procedimiento de quejas y/o reclamos y el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, los resultados indicaron que los procesos han tenido un mejor desempeño, donde se logró reducir la cantidad de alarmas en el tablero mímico de la Sala de Control del RP-10, reducir la cantidad de quejas de nuestros clientes y reducir la cantidad de no conformidades en los Departamentos de RENU.

### **Palabras clave:**

Ingeniería industrial, reactor nuclear, sistemas integrados de gestión, IPEN.

## ABSTRACT

The development of this thesis started from the current situation in which the process of management of irradiation of samples in the Nuclear Reactor RP-10 of the Sub-Directorate of Operation of Nuclear Reactors (RENU) of the Production Directorate of the Peruvian Institute of Nuclear Energy (IPEN), where it was proposed to implement an integrated management system by improving the risk management of Nuclear Reactor RP-10, these tools being the ones that allowed to implement procedures for the performance of alarms, procedure for complaints and / or claims and procedure of corrective and preventive actions. Through the proposal presented in the thesis, what I was looking for was to articulate the different management systems, helping to avoid problems in the operation with the activation of security alarms, improving customer satisfaction and improving the various processes of the Sub-Directorate of RENU complying with the requirements of the Technical Office of the National Authority (OTAN) and the International Atomic Energy Agency (IAEA).

The analysis was based on the development of the determination of the control variables, these being the number of alarms, number of complaints and number of nonconformities. Where after the implementation of the procedure of attention of alarms, procedure of complaints and / or claims and the procedure of corrective and preventive actions, the results indicated that the processes have had a better performance, where it was possible to reduce the number of alarms in the mimic board of the Control Room of the RP-10, reduce the number of complaints from our customers and reduce the number of non-conformities in the RENU Departments.

### **Keywords:**

Industrial engineering, nuclear reactor, integrated management systems, IPEN

## INTRODUCCIÓN

En los reactores nucleares resulta fundamental articular los sistemas para apuntar a un sistema de gestión integrado, cumpliendo con las exigencias de las normas de seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en especial en los Requisitos de Seguridad N° GS-R-3 “Sistema de Gestión de Instalaciones y Actividades” y en su Guía de Seguridad N° GS-G-3.1 “Aplicación del sistema de gestión de instalaciones y actividades”. En el caso del Reactor Nuclear RP-10, debe de cumplir además con las normas establecidas por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), por lo que es de vital necesidad la implementación de un sistema de gestión integrado en la Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) de la Dirección de Producción del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

El desarrollo de la tesis se inició con el primer capítulo, en este punto se describió la situación problemática en el proceso de gestión de irradiación de muestras del Reactor Nuclear RP-10 referente a las alarmas de seguridad generadas en el tablero mímico de la Sala de Control, las quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos y las no conformidades que cuentan los diferentes departamentos de RENU. Se establecieron los objetivos de la investigación del estudio, la importancia y justificación del estudio y las limitaciones en que estuvo sujeto el desarrollo de la presente investigación.

En el capítulo dos abordamos el marco histórico, las investigaciones relacionadas al tema de esta tesis, así mismo la base teórica que fueron necesarios en la implementación; además se presentó un glosario de términos y de igual forma se plantó las hipótesis y variables de investigación.

Respecto al capítulo tres se abordó temas concernientes a la metodología de la investigación, donde se comenzó planteando el tipo, método y diseño de la investigación, detallando lo referente a la población, donde también se determinó el tamaño de la muestra, por último se explicaron las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en el levantamiento de la información para su procesamiento y análisis de datos obtenidos en campo, las mismas que servirán para demostrar la hipótesis y llegar a las conclusiones del trabajo en esta tesis.

El capítulo cuatro, es donde se realizó la presentación de los resultados alcanzados respecto al estudio y sus respectivos análisis de cada uno de los objetivos planteados en nuestra investigación, en consecuencia se ha probado las hipótesis del estudio, las mismas que corroboraron que la implementación del procedimiento de actuación de alarmas, procedimientos de quejas y/o reclamos y el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, son herramientas útiles que ayudan en el sistema de gestión integrado y mejoran la gestión de riesgos.

Finalizamos registrando las conclusiones y recomendaciones, en este punto a manera de conclusión referimos que al implementar el procedimiento de actuación ante una alarma reducimos en un 37.5% la cantidad de alarmas de seguridad generadas en el tablero mímico de la Sala de Control del RP-10, al implementar el procedimiento de quejas y/o reclamos reducimos en un 40% la cantidad de quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos y por último al implementar el procedimiento de acciones correctivas y preventivas reducimos un 78.95% de las no conformidades como resultado de auditoría interna en el RP-10.

## **CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Descripción del Problema**

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), tiene dos (02) reactores nucleares de investigación, el Reactor Nuclear RP-0 y el Reactor Nuclear RP-10 los cuales deben seguir el enfoque establecido por los requisitos de seguridad de la OIEA GS-R-3, "Sistema de Gestión de instalaciones y actividades", del 2011 y la Guía de seguridad de la OIEA N° GS-G-3.1 "Aplicación del sistema de gestión de instalaciones y actividades" del 2016.

Para establecer la sistemática de mejora continua de la seguridad y del funcionamiento a través del Sistema de Gestión Integrado (SGI) y se encuentran bajo el siguiente organigrama (Ver Figura 01)

La problemática de las instalaciones nucleares y radiactivas a nivel mundial nace con el manejo de la gestión de la seguridad, evidenciado en un marco general de una convención mundial sobre la Seguridad Nuclear; redactada en Viena en setiembre de 1994, que fue firmada por Perú en Setiembre de 1994 y, posteriormente, ratificada y firmada por el congreso nacional, entrando finalmente en vigor en Mayo del 1997.

Los objetivos de esta Convención consisten en lograr y mantener un alto nivel de seguridad nuclear en todo el mundo a través de la mejora de las medidas nacionales y de la cooperación internacional; establecer y mantener en las instalaciones nucleares medios de defensa eficaces contra los potenciales riesgos radiológicos a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes eventualmente liberadas por dichas instalaciones; prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar éstas en caso de que se produjeran.

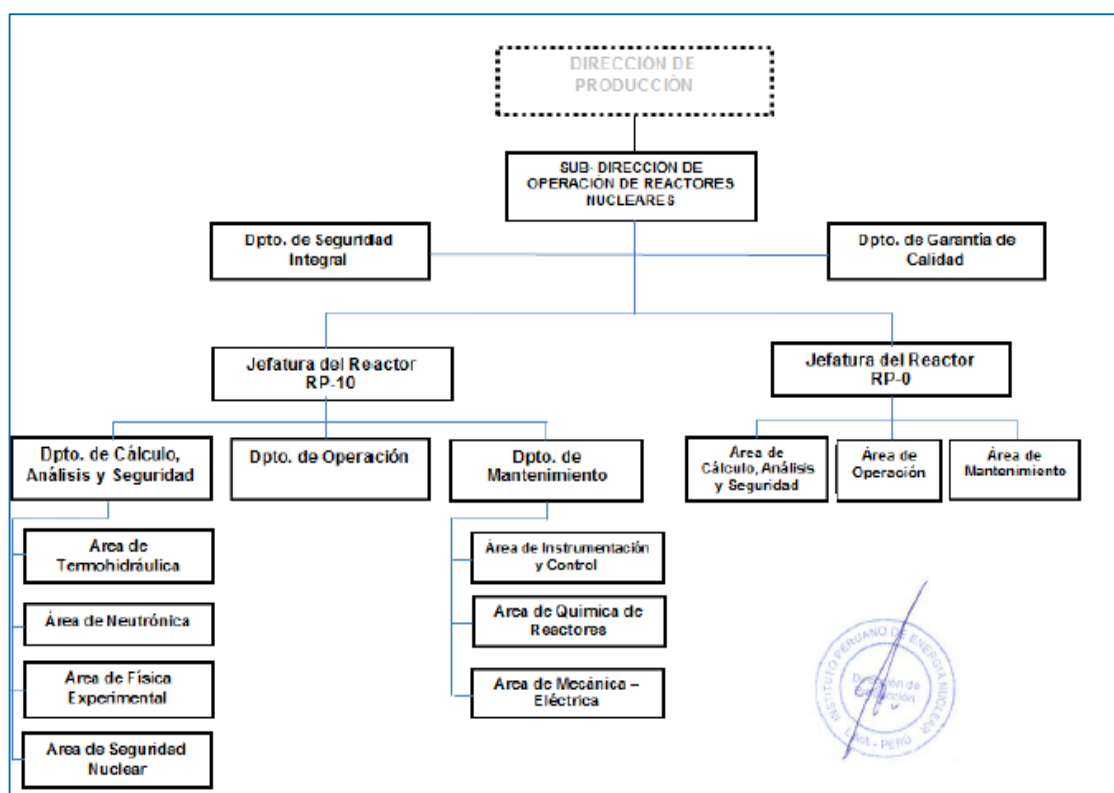


Figura 01: Organigrama de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)  
Elaboración: Instituto Peruano de Energía Nuclear – Dirección de Producción.

De acuerdo a la Figura 01, en esta investigación, se ha enfocado en el Reactor Nuclear RP-10 que tiene una potencia de 10 MW y se encuentra a cargo de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nuclear (RENU) de la Dirección de Producción, ubicado en el Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra (RACSO).

La problemática de la seguridad del RP-10 se traslada al proceso de explotación (operación y procesos conexos), que de acuerdo al mapa de procesos de la Sub-

Dirección de Operación de Reactores Nucleares (Ver Figura 02), se resumen en el proceso de gestión de irradiación de muestras.

Un indicador de un correcto funcionamiento del Reactor Nuclear RP-10 es la cantidad de alarmas que se generaban en los pupitres de la Sala de Control, por lo que se tenía que mitigar la cantidad de alertas generadas en dicho pupitre, ya que esto generaba problemas en la operación. Si esas alarmas no son adecuadamente gestionadas, se generan SCRAM (parada de emergencia del reactor, por medio de la caída libre de las 5 barras en simultáneo – 2 barras de control y 3 barras de seguridad).

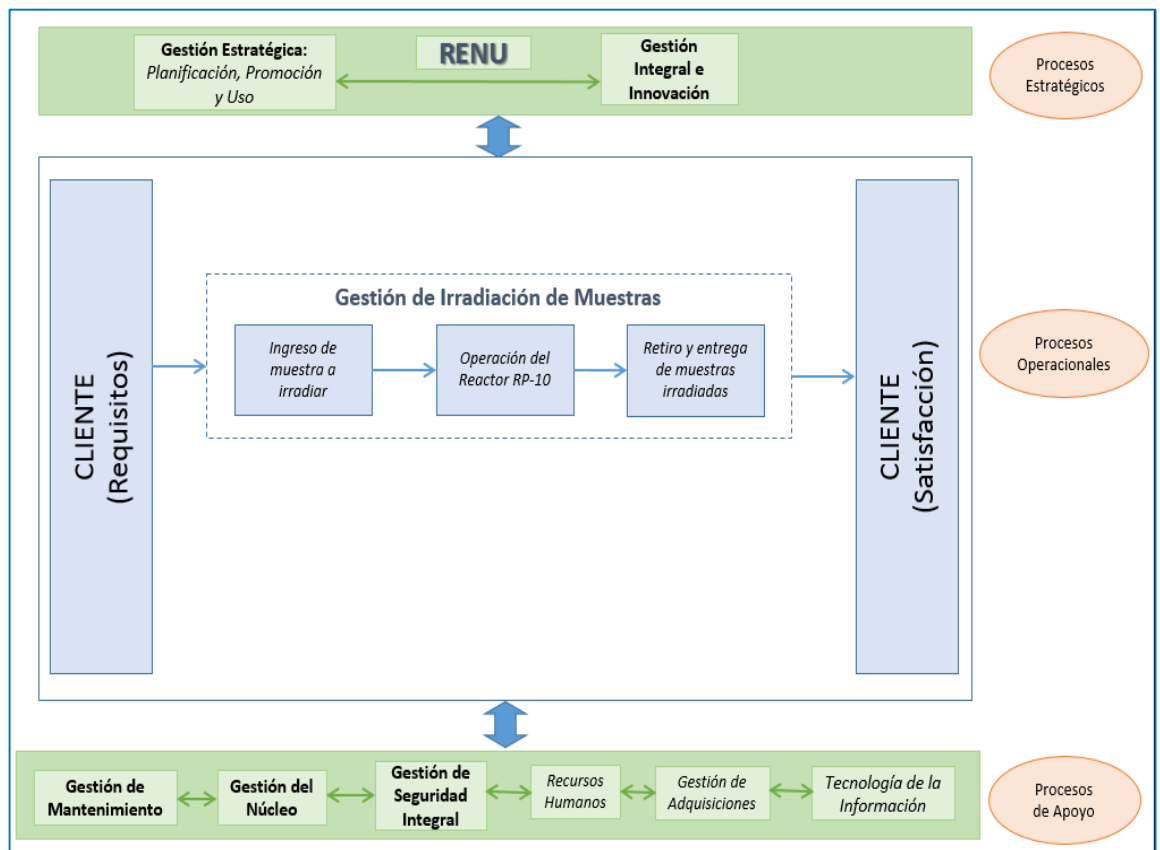


Figura 02: Mapa de proceso de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)  
Elaboración: Propia

Si por algún motivo fallasen los sistemas de seguridad, existe la probabilidad de poner en riesgo la integridad del núcleo de Reactor RP-10, que a su vez podía emitir contaminantes radiactivos hacia el medio ambiente ocasionando incidentes o accidentes de acuerdo a la gravedad de la pérdida de integridad.

Además, cada vez que se producía el SCRAM había un tiempo muerto para volver a levantar el reactor (Se tenía que volver a subir las barras de control y cada uno demoraba aproximadamente 7 minutos, en total eran 14 minutos).

Las alarmas se dan por fallos o errores en la operación del reactor (factor humano, fallas de equipos o máquinas) y se producía por los diversos motivos, entre ellos, sobrepasar el periodo, temperatura, diferencia de presión en el núcleo, caudal, depresión de aire en el edificio del reactor, niveles de dosis en boca de tanque, corte de energía eléctrica y de acuerdo a la lógica de seguridad podría generarse SCRAM.

Dentro de la lógica se tiene alarmas y acciones de seguridad (introducción automática y reducción de potencia) y trabajan con diversas lógicas y la mayoría son 2 / 3, dos indicaciones generan una acción al superar el nivel máximo de seguridad que se tiene en el Reactor Nuclear RP-10 que de acuerdo a su diseño, se tiene extinción del reactor, ver Figura 03 que indica la lógica de SCRAM.



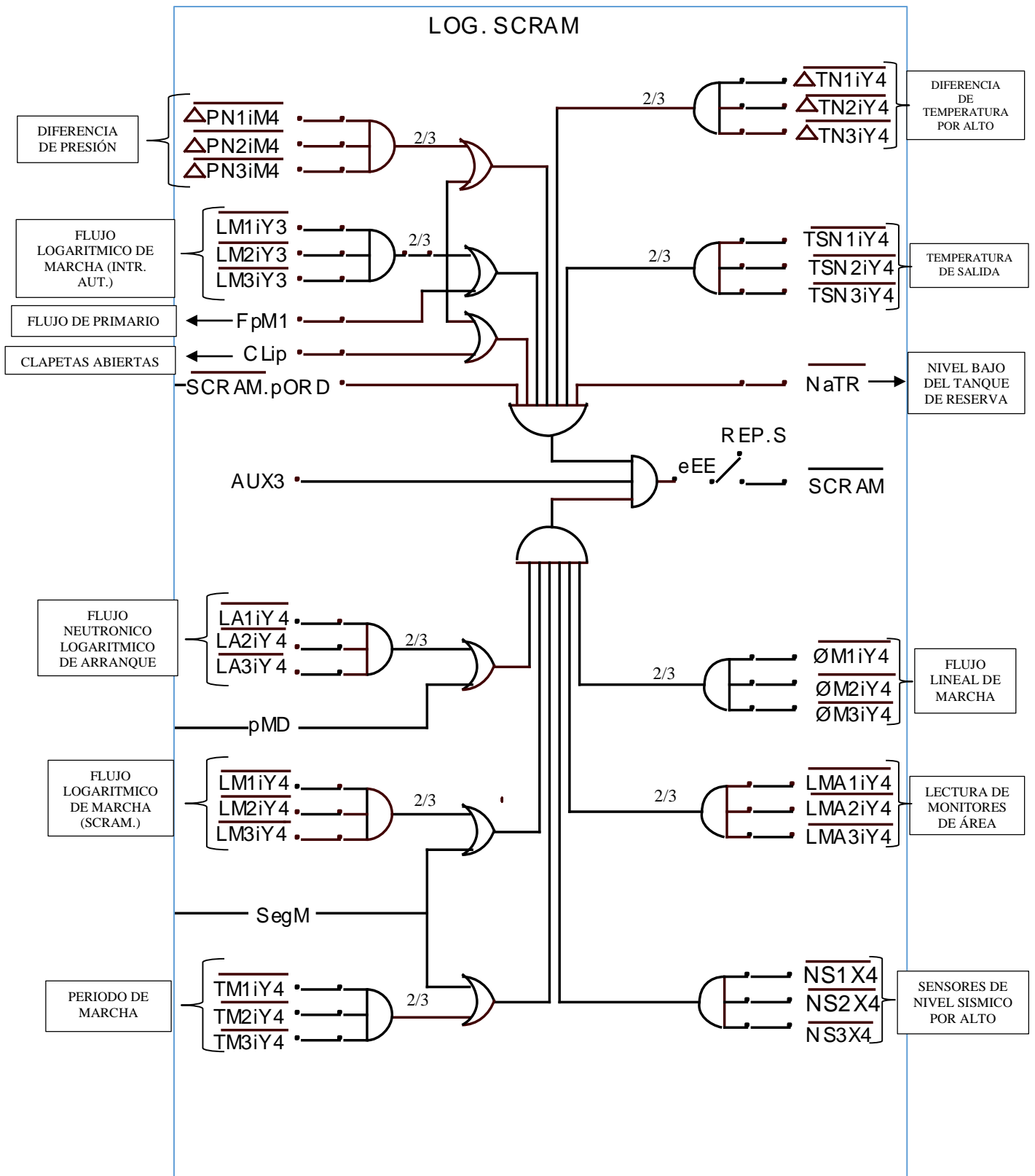


Figura 03: Lógica de SCRAM

Fuente: Informe de Análisis de Seguridad - Capítulo 8: Instrumentación y Control - IPEN

Las diversas alarmas e inhibiciones están mostrados en el tablero mímico (Ver Figura 04) donde están indicadas las alarmas mencionadas.

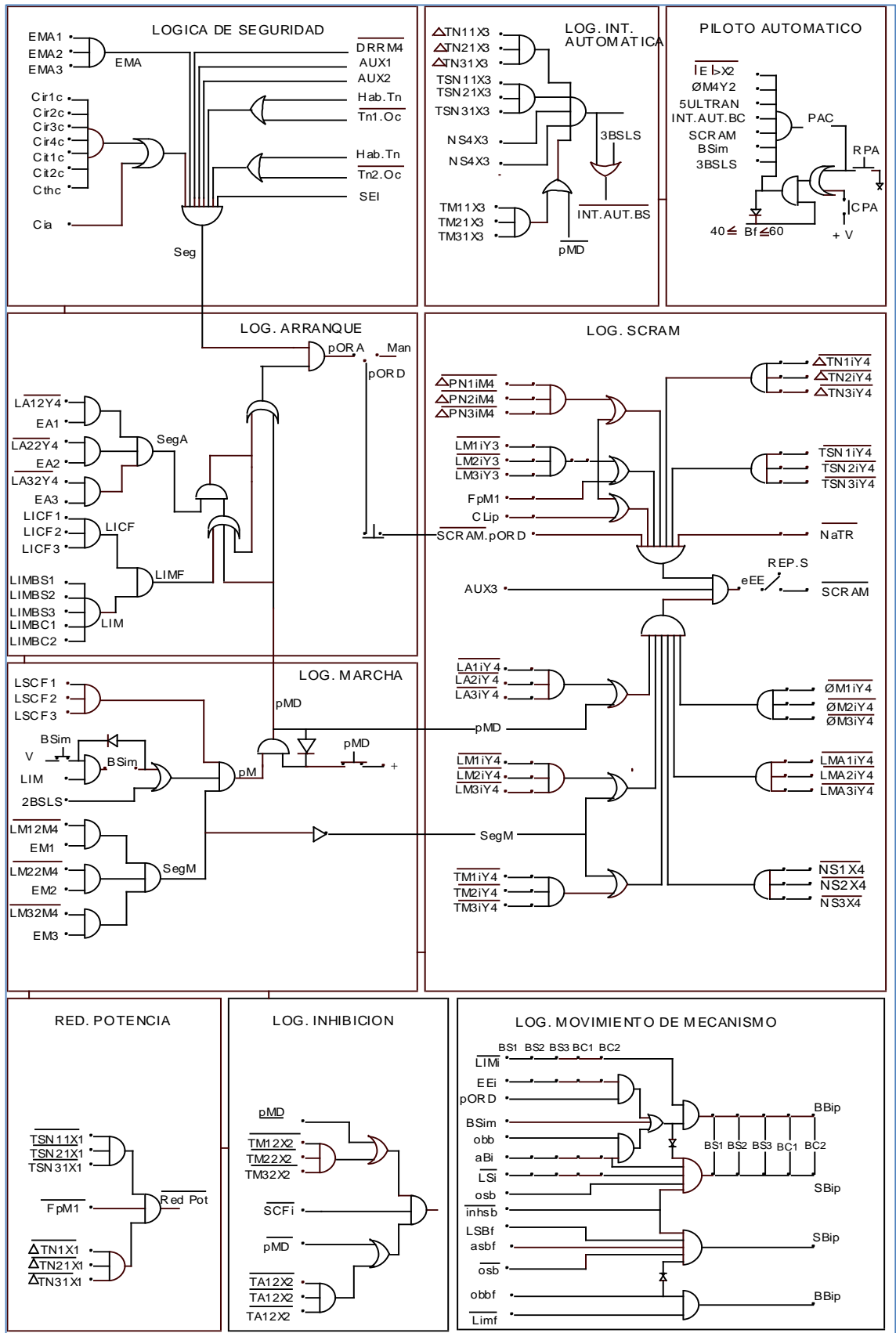


Figura 04: Tablero Mímico del RP-10  
Fuente: Informe de Análisis de Seguridad - Capítulo 8: Instrumentación y Control - IPEN

La data pre – test de la cantidad de alarmas desde enero del 2017 a diciembre del 2018, es la que se muestra en la siguiente Tabla 01.

Tabla 01:  
Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10

<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>8</b>	<b>7</b>

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

En la Tabla 02, se precisa las fechas en los cuales se han dado las alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.

Tabla 02:  
Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando

<b>2017</b>		<b>2018</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad</b>
09/02	01	03/03	01
02/03	01	25/05	01
22/03	01	26/05	01
19/04	01	06/06	01
29/04	01	25/08	01
19/05	01	21/09	01
15/07	01	28/11	01
06/10	01		

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

Por otro lado, no se venía realizando el análisis de la atención que se le brinda a la Planta de Producción de Radioisótopos con relación a las muestras o actividad entregada en Curie por cada operación del Reactor Nuclear RP-10, no teníamos información sobre el nivel de aceptación o rechazo sobre el servicio de atención brindado por la irradiación a sus muestras.

Además, los diversos sistemas de gestión no se encontraban articulados y no se contaba con un procedimiento de queja y/o reclamos en la cual se explica todos los pasos y secuencias que se realizan para poder registrar, atender, dar solución y una acción correctiva para que no vuelva a ocurrir dicho reclamo para nuestro cliente interno, que es la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR).

En aquel entonces, el cliente interno cuando tenía alguna insatisfacción sobre la muestra y/o cantidad de actividad entregada en Curie (Ci), nos lo hacían saber por medio de una llamada telefónica o algún correo al día siguiente de entregada la muestra o en algunos casos 2 a 3 días después, en la cual se recepcionaba la información y se tomaba en cuenta para poder darle solución en la próxima operación del Reactor Nuclear RP-10 o en algunos casos se analizaba la posibilidad de entregarle alguna muestra adicional si contábamos disponible en ese momento en el Reactor y con la actividad solicitada.

La data pre-test de la cantidad de quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos desde enero del 2017 a diciembre del 2018, es la que se muestra en la siguiente Tabla 03.

Tabla 03:  
Cantidad de quejas de la PPRR

<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>8</b>	<b>12</b>

Fuente: Apuntes de entrevista al Sub director de RENU

Hay muchos casos en las cuales no quedaba registro alguno sobre las quejas o reclamos del cliente interno y por ende no teníamos un histórico confiable de los problemas repetitivos o posibles fallas que podíamos tener en el proceso de irradiación de sus muestras, para poder tomar una acción efectiva de los mismos.

Adicional a ello, se contaba solo con registros de la cantidad de muestras entregadas más no de la actividad entregada, puesto que el Departamento de Operaciones no contaba con un Activimetro, por lo cual al día siguiente si un operador o Jefe del Reactor RP-10 deseaba conocer la actividad entregada tenía que preguntar al Jefe de Producción de la Planta de Producción de Radioisótopos dicha actividad, la cual solo lo tenían para conocimiento pero no lo registraban en ningún documento, por ende no se tenía registro histórico de la actividad entregada versus la solicitada. Solo se consideraba un aproximado de actividad por muestra entregada que es de 5 Curie y se multiplicaba por las muestras entregadas y así obtenían la cantidad aproximada total entregada.

Por todo lo indicado en los párrafos anteriores, se veía necesario realizar una estrategia de atención a nuestro cliente interno para poder corregir nuestras falencias y optimizar nuestros recursos para poder brindarles un servicio de calidad en la producción de irradiación de sus muestras, en la cual podíamos entregar la actividad requerida sin problemas ni retrasos y con la satisfacción al cliente adecuado.

Por todo lo indicado en los párrafos anteriores, se veía necesario implementar un procedimiento de queja y/o reclamos para poder registrar, corregir nuestras falencias y optimizar nuestros recursos para poder brindarles un servicio de calidad en la producción de irradiación de sus muestras, en la cual podíamos entregar la actividad requerida sin problemas ni retrasos y con la satisfacción al cliente adecuado.

También, es necesario resaltar, que una manera de mejorar la gestión es aprender de los errores e implementar las correcciones y mejoras de acuerdo a los hallazgos en las revisiones. Se resalta que no se tenía implementado un procedimiento de acciones correctivas y preventivas para poder analizar las no conformidades u observaciones que resultaban de las auditorías internas realizadas a todos los Departamentos de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) correspondiente al Reactor Nuclear RP-10.

Para soportar mejor el sistema de gestión, se está implementando un procedimiento de acciones correctivas y preventivas para poder analizar la causa raíz de la no conformidad u observaciones obtenidas como resultados de las auditorías internas, hallazgo del personal, servicio no conforme, entre otros. Además, se colocan las acciones correctivas y/o preventivas con fechas propuestas de su implementación y luego se realiza la verificación de la eficacia de las acciones tomadas.

Siguiendo el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se ha minimizado los riesgos existentes, así como también se está trabajando de manera segura.

Por todo ello, se ha realizado una auditoria interna realizada en el mes de junio del 2018 sobre el cumplimiento de la licencia de operación del RP-10 vigente. Esta auditoría del año 2018 fue realizada 4 años después de su última auditoria (2014).

Los resultados de la auditoria del año 2018 se muestran en la Tabla 04.

Tabla 04:  
Resultados de Auditoria – junio 2018

<b>PROCESOS AUDITADOS</b>	<b>NO CONFORMIDADES</b>
Dpto. Operaciones	7
Dpto. Seguridad Integral	5
Dirección de Producción	3
Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)	2
Dpto. Garantía de Calidad	2
Dpto. Mantenimiento	0
<b>Total</b>	<b>19</b>

Fuente: Informes de Auditoria Interna 2018

Teniendo un total de 19 No conformidades como resultados de la Auditoria del mes de junio del 2018.

En aquel entonces había algunas No Conformidades que no habían sido levantadas y otras que se encontraban en proceso, lo cual fueron de suma importancia poder tomar las acciones correctivas y posteriormente las acciones preventivas para poder evitar tener una gestión de riesgo alta, en la cual era comprometedor para el Reactor Nuclear RP-10.

En el caso de no alterar los escenarios anteriormente mencionados, es de esperarse que no se reduzca la cantidad de alarmas del tablero mímico y por ende la probabilidad de que existiera un incidente o accidente es alta o en el peor de los casos quizás ya hubiera sucedido algún incidente pequeño.

Y de no lograrse implementar el procedimiento de queja y/o reclamos para nuestros clientes internos, en especial a la Planta de Producción de Radioisótopo, podría incurrir en entregar muestras que no estén de acuerdo a los requerimientos de los clientes o que se esté haciendo uso innecesario del reactor RP-10 al no contar con una buena planificación de la irradiación de muestras; y no se implemente un procedimiento para las acciones correctivas y preventivas en los Departamentos de RENU, podría incurrir en que se generen mayores recursos y mayor costo por no atacar las causas raíz de las no conformidades.

Por otro lado, para evitar los escenarios anteriormente mencionados, sería necesario que se implementará un sistema de gestión integrado, de acuerdo a la Guía de la OIEA GS-R-3, "Sistema de Gestión de instalaciones y actividades", del 2011 y se mejore la gestión de riesgos del reactor nuclear RP-10, sin embargo, en la realidad esto no se realizaba, por lo cual originaba los problemas que se detallan en la siguiente sección.

La implementación del sistema de gestión integrado se realizaba para el Reactor Nuclear de Investigación RP-10 perteneciente a la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) de la Dirección de Producción del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) ubicado en el Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra "RACSO" en el distrito de Carabayllo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo mejorar la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Subdirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo influye la implementación de un procedimiento de actuación ante una alarma, para reducir la cantidad de alertas en el Reactor Nuclear RP-10?
- b) ¿Cómo influye la aplicación de un procedimiento de quejas y/o reclamos para reducir la cantidad de quejas?
- c) ¿Cómo influye la implementación de un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, para reducir la cantidad de no conformidades?



### 1.3. Importancia y Justificación del Estudio

#### ✓ Importancia del estudio

Dentro de la importancia del estudio, tenemos que tomar en cuenta los eventos que han sucedido a nivel mundial con relaciones a otros reactores nucleares, de los cuales se tienen 3 incidentes considerados los más graves teniendo en cuenta la Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES) los cuales se explican a continuación:

#### 1. Three Mile Island (Pensilvania, Estados Unidos) (Ver Figura 05 )



Figura 05: Central Nuclear Three Mile Island

Fuente: Página web – Energía Nuclear

URL: <https://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares/three-mile-island.html>

**¿Cómo sucedió?** El accidente comenzó a las 4.00 horas de la mañana del 28 de marzo de 1979, cuando hubo un fallo en un circuito de la planta y comenzó un prolongado escape de agua radiactiva a través de los circuitos de refrigeración del reactor.

Se produjo mientras la planta operaba al 97% de sus 1.000 megavatios de potencia y fue consecuencia de procedimientos erróneos por parte de los operadores.

Los fallos pusieron en estado crítico el sistema de enfriamiento del reactor produciendo una grave fuga de materiales radiactivos a los circuitos secundarios que obligaron a evacuar la planta y sus alrededores.

**¿Qué consecuencias tuvo?** En Three Mile Island no hubo víctimas mortales, pese a que en el momento del accidente unas 25.000 personas residían en zonas a menos de ocho kilómetros de la central. Los estudios realizados sobre la población demuestran que tampoco hubo daños a personas a largo plazo.

Aun así, miles de habitantes fueron evacuados ante la nube radiactiva que se formó, de unos treinta kilómetros cuadrados.

Las consecuencias económicas y de relaciones públicas sí fueron importantes, y el proceso de limpieza largo y costoso (duró diez años).

Además, el accidente redujo notablemente la confianza de la población en las centrales nucleares porque fue el más grave de la historia hasta ese momento.

Según la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES) tuvo una categoría 5 (de un total de 7) que supone un "accidente con consecuencias amplias". Hoy en día la central sigue funcionando y tiene licencia de explotación hasta el año 2034. (El País, 2011)

El segundo evento es el de Chernóbil que es considerado el peor accidente nuclear de la historia hasta el día de hoy. Se detalla a continuación.

## 2. Chernóbil (Ucrania)

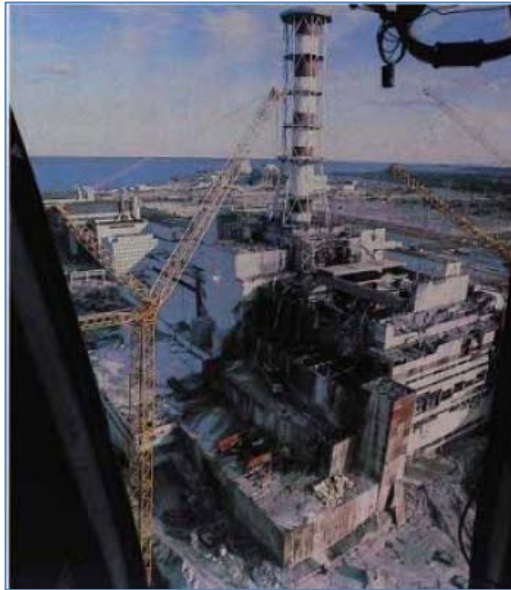


Figura 06: Accidente Nuclear - Chernóbil

Fuente: Página web – Energía Nuclear

URL: <https://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares/chernobyl>

**¿Cómo sucedió?** El accidente nuclear más grave de la historia sucedió el 26 de abril de 1986, cuando el equipo que operaba en la central se propuso realizar una prueba con la intención de aumentar la seguridad del reactor.

Durante la prueba en la que se simulaba un corte de suministro eléctrico, un aumento súbito de potencia en el reactor 4 de esta central nuclear produjo el sobrecalentamiento del núcleo del reactor nuclear lo que terminó provocando la explosión del hidrógeno acumulado en su interior. (Ver Figura 06 )

Fueron arrojadas a la atmósfera unas 200 toneladas de material fisible con una radiactividad equivalente a entre 100 y 500 bombas atómicas como la que fue lanzada sobre Hiroshima.

**¿Qué consecuencias tuvo?** Causó directamente la muerte de 31 personas, forzó al gobierno de la Unión Soviética a la evacuación de unas 135.000 personas y provocó una alarma

internacional al detectarse radiactividad en diversos países de Europa septentrional y central.

El gobierno ocultó la catástrofe las primeras dos semanas y mintió informando de una forma breve que había sucedido un accidente muy controlado y nada alarmante en la central.

Fueron investigadores Suecos los primeros en darse cuenta del suceso.

Según los expertos ucranianos, Chernóbil se cobró la vida de más de 100.000 personas en Ucrania, Rusia y Bielorrusia -los países afectados por la catástrofe-, cifra que organizaciones ecologistas, como Greenpeace, elevan hasta 200.000.

Aunque las conclusiones de los estudios que se han hecho sobre la tragedia son objeto de controversia, sí coinciden en que miles de personas afectadas por la contaminación han sufrido o sufrirán en algún momento de su vida efectos en su salud.

El cierre definitivo de la central se completó en el año 2000. Todavía hay una zona de exclusión alrededor de la instalación en la que la vida humana es imposible. (El País, 2011)

Y el tercer evento es el de Fukushima considerado al inicio en Nivel 5 y luego por la emisión de radiactividad al exterior fue elevado al Nivel 7 de acuerdo a la escala de INES. Se detalla a continuación:

### 3. Fukushima (Japón)



Figura 07: Accidente Nuclear - Fukushima

Fuente: Página web – Energía Nuclear

URL:<https://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares/fukushima.html>

El día 11 de marzo de 2011 se produjo un accidente nuclear en Fukushima. Se trata del accidente nuclear más grave de la historia después del accidente nuclear de Chernobyl.( Ver Figura 07 )

El origen del accidente fue un terremoto de 8,9 grados cerca de la costa noroeste de Japón. A consecuencia del terremoto se produjo un tsunami que afectó gravemente la central nuclear de Fukushima Daiichi, en la costa noreste de Japón.

En el momento del accidente nuclear la central de Fukushima disponía de 6 reactores nucleares. Los reactores 1, 2 y 3 estaban operando, mientras que los reactores nucleares 4, 5 y 6 estaban parados por mantenimiento.

Después del terremoto los reactores de Fukushima que todavía estaban funcionando se pararon automáticamente. Para enfriar los reactores, en este tipo de centrales nucleares, se necesita energía eléctrica, generalmente de la red, pero a causa del terremoto la red eléctrica no funcionaba. Empezaron a funcionar

los motores diésel para generar esta electricidad, pero también se estropearon a las 15:41 cuando llegó el tsunami. En este momento empiezan los problemas de refrigeración del núcleo del reactor con el riesgo de fusión del núcleo. Más adelante se confirmaría la fusión del núcleo de los reactores 1, 2 y 3. (Energía Nuclear, 2013).

La importancia de la presente investigación se basa en resolver el problema encontrado en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) de la Dirección de Producción, en el cual no se tenía implementado un Sistema de Gestión Integrado, ya que se vienen teniendo deficiencias en la operación del Reactor Nuclear RP-10 –proceso de irradiación de muestras para nuestro cliente interno (Planta de Producción de radioisótopos)– porque ha ocurrido una cantidad considerable de alarmas, trayendo como consecuencia una alta probabilidad de que ocurra un SCRAM y esto podría terminar en algún incidente o accidente nuclear en el Reactor Nuclear RP-10.

Además, han existido algunos incumplimientos en los estándares de seguridad exigidos por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) y por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Por tal motivo, se ha implementado un procedimiento de actuación ante una alarma en el tablero mímico de la Sala de Control del RP-10 que nos explica los pasos que se van a realizar para tener mayor control y supervisión por parte del personal de operación ante una alarma, de esta manera reduciendo la cantidad de alarmas, que a su vez nos redujo la probabilidad de que ocurra un SCRAM y por ende de que ocurra algún accidente o incidente nuclear en el Reactor Nuclear RP-10.

Así mismo, se ha implementado el procedimiento de queja y/o reclamo con lo cual se logró reducir la cantidad de quejas y/o reclamos de la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR), además ya se cuenta con el registro y seguimiento de todas las quejas y/o reclamos y también se tiene el control de

las acciones correctivas que se han implementado a fin de que no vuelva a incurrir dichas quejas y/o reclamos con nuestro cliente interno. Adicional nos permitió mejorar la atención, comunicación y satisfacción de nuestro cliente interno.

Por otro lado, se realizó una auditoria a los Departamentos de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares, de los cuales podemos observar que se redujo la cantidad de las no conformidades con relación a los resultados de la auditoria del año 2018, en todos los departamentos de RENU y en especial en el Departamento de Operaciones, los cuales nos confirma que la implementación del procedimiento de acciones correctivas y preventivas se ha realizado de forme eficaz, ya que se realiza el seguimiento del cierre de brechas de las medidas de control tomadas ante las acciones correctivas y/o preventivas que fueron exitosas y los riesgos se encuentran controlados y minimizados.

Por lo cual, esto nos permite cumplir con todos los requisitos exigidos por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) y las del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Por otro lado, la tesis sirvió para que la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) compruebe la mejora en la gestión de riesgos, optimizando recursos, mejorando la calidad y seguridad en su servicio de irradiación de muestras para nuestro cliente interno (Planta de Producción de Radioisótopos), con la implementación de un sistema de gestión integrado, lo cual le dio los siguientes resultados y beneficios:

- Se redujo la cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10, en el cual redujo la cantidad de SCRAM y la probabilidad de un incidente nuclear.
- Se redujo la cantidad de quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos, lo cual nos permite tener un mayor compromiso con nuestro cliente interno, mejorando la comunicación, atención y satisfacción del mismo.

- Se redujo la cantidad de no conformidades, lo cual nos permite trabajar de manera preventiva.

Con dichos resultados, se benefició todo el personal de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) de la Dirección de Producción, desde el director hasta el personal técnico.

#### ✓ **Justificación del estudio**

La justificación del estudio se dio de acuerdo a lo siguiente:

##### **Justificación Teórica**

El estudio de la investigación tiene justificación teórica, ya que está aportando nuevos elementos a la teoría aplicada relacionada al tema de investigación.

##### **Justificación Metodológica**

Además, se tiene una justificación metodológica, ya que se ha propuesto y se ha validado un sistema de gestión integrado aplicable al manejo de reactores nucleares similares al de la investigación realizada.

##### **Justificación Práctica**

Además, se tiene justificación práctica, ya que ha solucionado un problema real que afecta a organizaciones similares que cuentan con reactores nucleares similares al de la investigación realizada.

##### **Justificación Económica**

Además, se tiene una justificación económica, ya que mediante la implementación del sistema de gestión integrado y reduciendo la gestión de riesgos, se ha propuesto y validado, que se va a generar ahorros a la organización.



### **Justificación Social**

Además, se tiene una justificación social, ya que el desarrollo de la investigación logró una mayor satisfacción de los clientes y una mayor calidad de los servicios que se les brinda, lo cual repercute en la calidad de la aplicación en el sector salud, así como propone los cimientos para avanzar en otras aplicaciones relacionadas al bienestar y mejora de la calidad de vida de la población.

### **Justificación Legal**

Además, se tiene una justificación legal, ya que se ha logrado cumplir con las normativas de seguridad y salud ocupacional, así como las guías prácticas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), las normas de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), la Ley 28028 “Ley de Regulación del uso de fuentes de radiación ionizante y el cumplimiento a la licencia de operación del RP-10”.

## **1.4. Delimitación del estudio**

### **▪ Delimitación espacial**

El siguiente trabajo de investigación se realiza en el Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra (RACSO) del Instituto Peruano de Energía Nuclear, ubicado en Av. José Saco S/N en el distrito de Carabayllo, provincia Lima, país Perú, para el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de operación de reactores nucleares (RENU) de la Dirección de Producción (PROD). Además, nos hemos enfocado en un solo cliente interno que es la Planta de Producción de Radioisótopos.

### **▪ Delimitación temporal**

El siguiente trabajo de investigación utiliza los datos de los años 2017 y 2018 para las primeras dos variables independientes; para la tercera variable independiente utiliza datos del año 2018 y los efectos de la investigación se mantienen constantes o mejores a lo largo del tiempo, siempre y cuando se mantengan las mismas condiciones del entorno.

### **▪ Delimitación teórica**

En el siguiente trabajo de investigación utiliza las siguientes variables: La variable independiente general es el Sistema de Gestión Integrado y la variable dependiente general es la Gestión de Riesgos.

## **1.5. Objetivos generales y específicos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de gestión integrado, para mejorar la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a) Implementar un procedimiento de actuación ante una alarma, para reducir la cantidad de alertas en el Reactor Nuclear RP-10.
- b) Aplicar un procedimiento de quejas y/o reclamos, para reducir la cantidad de quejas.
- c) Implementar un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, para reducir la cantidad de no conformidades.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco Histórico**

#### **Calidad**

El concepto de calidad se puede describir en seis etapas las cuales son las siguientes: civilizaciones antiguas, actividad artesanal, revolución industrial, Segunda Guerra Mundial, post guerra (Japón) y post guerra (resto del mundo). Se describen a continuación de acuerdo al siguiente autor:

1. Civilizaciones Antiguas: Alrededor del año 1450 A.C. los inspectores egipcios comprobaban las medidas de los bloques de piedra con un pedazo de cordel. Los mayas también usaron este método.

La mayoría de las civilizaciones antiguas daban gran importancia a la equidad en los negocios y como resolver las quejas, aun cuando esto implicara condenar al responsable a la muerte, la tortura o la mutilación.

2. Actividad Artesanal “Control de calidad del operario”: Gran conocimiento de su trabajo, producto y clientes, buscaban hacer las cosas bien a cualquier costo o esfuerzo necesario, control individual de cada tarea, trabajan basados en su experiencia profesional, crean productos únicos.

Todo eso lo realizaban para satisfacer al cliente y para obtener el prestigio y reconocimiento.

3. Revolución industrial (A principios 1700): El trabajo manual fue reemplazado por la industria y la manufactura, altos niveles de producción sin importar la calidad.

Todo eso lo realizaban para satisfacer una gran demanda de bienes (generalmente escasos) y obtener beneficios económicos.

4. Segunda Guerra Mundial: Proveer armamento de calidad aceptable, asegurar la eficacia del producto sin importar el costo.

“Eficacia + Plazo = Calidad”

Todo eso lo realizaban para garantizar la disponibilidad del producto en la cantidad y en el momento preciso, para bajos estándares de calidad y altos niveles de productos defectuosos.

5. Post Guerra (Japón): Inicio de la filosofía de hacer las cosas bien a la primera, con eso se obtiene el de minimizar costos mediante la calidad, satisfacer al cliente y ser competitivo.
6. Post Guerra (Resto del Mundo): Producir y producir, en cuanto mas es mejor, con eso se enfocó para satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra. (Martínez, 2013)

En los años 1940 se dio a conocer el concepto de Control de Calidad en la cual se define por el autor de la siguiente manera.

Es la definición técnica de inspección en producción para evitar la salida de bienes defectuosos, logrando satisfacer las necesidades técnicas del producto mediante 7 pasos:

1. Elegir que controlar.
2. Determinar las unidades de medición.
3. Establecer el sistema de medición.
4. Establecer los estándares esperados.
5. Medir los resultados actuales.
6. Interpretar la diferencia entre lo real y el estándar.
7. Tomar acción sobre la diferencia. (Martínez, 2013)

Luego se dio a conocer el concepto de control estadístico de la calidad, en la cual se decía que la calidad era un problema de variación y se podía identificar las causas de la variación y poder eliminarlas. Posteriormente se dieron a conocer las siete herramientas básicas de la calidad como son: diagrama causa - efecto, diagrama de flujo, diagrama de Pareto, histograma, hoja de verificación, diagrama de control y diagrama de dispersión.

En los años 1960 se dio a conocer el concepto de Aseguramiento de la Calidad “Prevención” en la cual el autor lo describe de la siguiente manera:

Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos (anticiparse).

“Evoluciono el control de calidad”

Beneficios: Satisfacer al cliente, prevenir errores, reducir costos, ser competitivo y el sistema de gestión de calidad ISO 9000 (Año 1987). (Martínez, 2013).

En los años 1980 se dio a conocer el concepto de Gestión de la Calidad Total en la cual el autor lo describe de la siguiente manera:

Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente. En la cual nos brindó los siguientes beneficios: satisfacer tanto al cliente externo como interno, ser altamente competitivo, mejora continua y aumentar niveles de calidad. (Martínez, 2013)

Luego, por Deming se dio a conocer sobre la mejora continua en la cual se basaba en el ciclo de mejoramiento PHVA o PDCA en la cual el autor lo describe de la siguiente manera:

- Planear: En esta fase se definen las actividades del proceso necesarias para lograr el resultado deseado. En otras palabras, se determinan los objetivos a lograr de acuerdo con los objetivos del cliente y las políticas de la organización, derivado de lo anterior se definen los procesos necesarios para lograr dichos objetivos.
- Hacer: Se ejecuta lo establecido en la fase anterior, entonces los procesos vigentes son modificados de acuerdo con lo planeado para lograr la mejora propuesta.
- Verificar: De manera periódica, según lo establecido en la etapa de planeación, se recopilan los datos de control, se analizan y se verifica si se cumplieron los objetivos establecidos al inicio; es decir se verifica si se logró la mejora.
- Actuar: Se analizan los resultados obtenidos en el monitoreo para obtener las lecciones aprendidas y se realizan ajustes a los procesos, cerrando con esta retroalimentación el ciclo de mejora continua. (ISM Consultoria y mejoras de negocios con soluciones GRC, 2018)

A partir del año 2000 se dio a conocer el concepto de Excelencia Empresarial en la cual el autor lo describe de la siguiente manera:

Calidad centrada en la satisfacción de los clientes y eficiencia económica. Es una adaptación del modelo de Calidad Total (de origen japonés) a las costumbres occidentales.

Son modelos ampliamente aceptados: BALDRIGE en los Estados Unidos y EFQM en Europa.

Fundamentado en: Satisfacción del cliente externo como interno, ser altamente competitivo y mejorar continuamente. (Martínez, 2013)

Todo lo anteriormente indicado se simplifica en la Figura 08, en la cual se muestra la evolución de la Calidad.

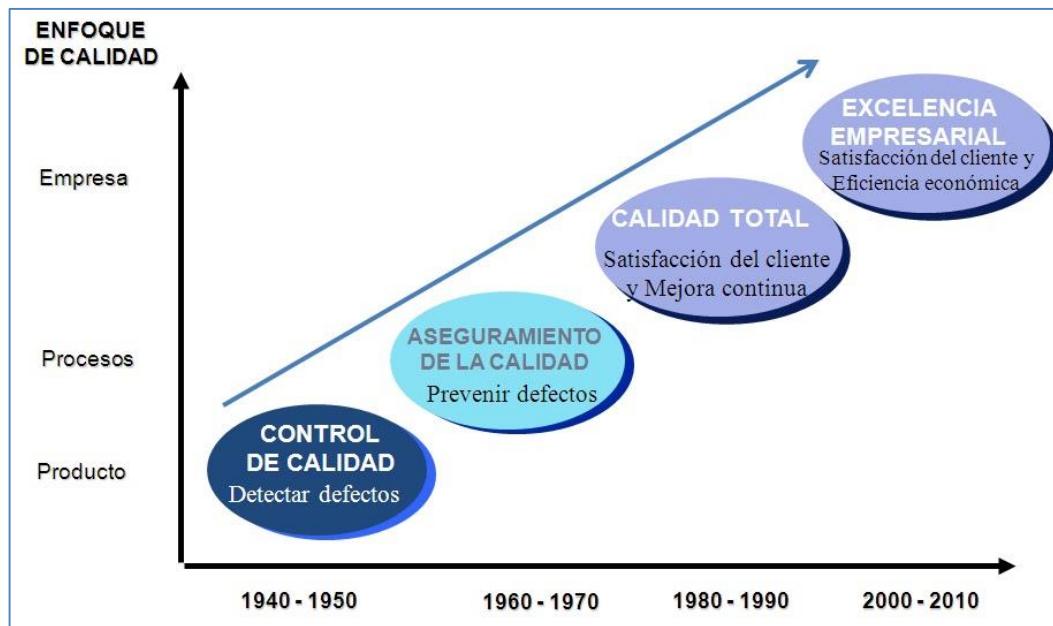


Figura 08: Evolución de la Calidad

Fuente: Yisel Carolina Martínez Suarez, 2 de Setiembre del 2013

URL: <http://martinezconsultoria.blogspot.com/2013/09/evolucion-de-los-sistemas-de-gestion.html>

## Sistema De Gestión

La evolución del sistema de gestión integrado es la integración de diversos sistemas de gestión que se complementan entre sí para dar mejoras y beneficios a las organizaciones, dentro de los más comunes son: Sistema de gestión de la calidad, sistema de gestión ambiental y sistema de gestión de seguridad.

Un sistema de gestión significa lo siguiente:

Es un conjunto de acciones y tareas ejecutados sistemáticamente sobre un conjunto de recursos (gente, procesos, activos, herramientas) para promover logros consistentes en los objetivos de una organización. Promueve orden, consistencia y predictibilidad para satisfacer las necesidades y las expectativas de clientes, colaboradores y otras partes interesadas de manera



equilibrada y sostenible. Los enfoques de los sistemas de gestión son diversos, siendo los más comunes:

- Gestión de la calidad
- Gestión Ambiental
- Gestión de Inocuidad
- Gestión de Control Interno
- Gestión de Seguridad de la Información
- Gestión de Servicios de TI
- Gestión Energética

En la Figura 09, se describe los diversos sistemas de gestión como se integran para formar el Sistema de Gestión integrado (SGI).



Figura 09: Sistema de Gestión Integrado (SGI)

Fuente: ISM Consultoría y Mejoras de Negocios con Soluciones GRC, 27 de Abril del 2018.

URL: <https://www.ismgrc.com/sistema-gestion-integrado-sgi/>

Un sistema de gestión permite optimizar recursos, reducir costos y mejorar a la productividad en la empresa. Los mecanismos de gestión incluyen monitoreo y medición que reportan datos oportunamente permitiendo tomar decisiones para corregir fallos y prevenir la aparición de gastos innecesarios. (ISM Consultoria y mejoras de negocios con soluciones GRC, 2018)

De acuerdo a la OIEA, el sistema de gestión se define de la siguiente manera:

Conjunto de elementos interrelacionados o interactivos (sistema) para establecer políticas y objetivos y para permitir que esos objetivos se alcancen de manera eficiente y eficaz.

El sistema de gestión integra todos los elementos de una organización en un sistema coherente para posibilitar el logro de todos los objetivos de la organización. Esos elementos incluyen la estructura, los recursos y los procesos.

El personal, el equipo y la cultura institucional, así como las políticas y los procesos documentados, forman parte del sistema de gestión. Los procesos de la organización deben abordar la totalidad de los requisitos correspondientes a la organización establecidos, por ejemplo, en las normas de seguridad de la OIEA y otros códigos y normas internacionales.

Además, se establecerá un sistema de gestión, que se aplicará, evaluará y mejorará de manera continua. El sistema se ajustará a los objetivos de la organización y contribuirá a su consecución.

El sistema de gestión estará destinado principalmente al logro y la mejora de la seguridad, al:

- Agrupar de manera coherente todos los requisitos para la gestión de la organización;
- Describir las medidas sistemáticas y preestablecidas necesarias para dar la debida seguridad de que se satisfacen todos estos requisitos;
- Asegurar que los requisitos relacionados con la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad, así como con los elementos económicos, no se consideran

separadamente de los Requisitos de seguridad, a fin de ayudar a evitar sus posibles efectos negativos en la seguridad.

La seguridad será la consideración primordial dentro del sistema de gestión, por encima de todas las demás exigencias.

El sistema de gestión se identificará e integrará con los requisitos contenidos en la presente publicación:

- Los requisitos legales y reglamentarios del Estado miembro.
- Todos los requisitos oficialmente acordados con las partes interesadas (conocidas también como “interesados directos”)
- Los requisitos previstos en otros códigos y normas pertinentes aprobados para su uso por la organización.

La organización deberá poder demostrar que cumple eficazmente los requisitos inherentes a su sistema de gestión.  
(Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011)

## CULTURA DE LA SEGURIDAD

El sistema de gestión se utilizará para promover y apoyar una sólida cultura de la seguridad mediante:

- El logro de un entendimiento común de los aspectos clave de la cultura de la seguridad dentro de la organización
- La previsión de los medios por los que la organización presta apoyo a las personas y grupos de personas en el desempeño seguro y eficaz de sus tareas, teniendo en cuenta la interacción entre las personas, la tecnología y la organización
- El fortalecimiento de una actitud inquisitiva y de aprendizaje a todos los niveles de la organización
- La previsión de los medios que faciliten los esfuerzos de la organización por desarrollar y mejorar constantemente su cultura de la seguridad.

## APLICACIÓN ESCALONADA DE LOS REQUISITOS RELATIVOS AL SISTEMA DE GESTIÓN

Con miras a la utilización adecuada de los recursos, los requisitos relativos al sistema de gestión se aplicarán de manera escalonada y en función de las siguientes consideraciones:

- La importancia y complejidad de cada producto o actividad;
- Los peligros y la magnitud de los posibles impactos (riesgos) asociados a los elementos económicos, así como a los relacionados con la seguridad tecnológica, la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad, de cada producto o actividad;
- Las posibles consecuencias si un producto falla o una actividad no se ejecuta correctamente.

Los requisitos relativos al sistema de gestión se aplicarán de manera escalonada a los productos y actividades de cada proceso. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011)

Otro autor nos hace referencia sobre la tendencia actual que tiene el sistema integrado de gestión en el marco empresarial y los sistemas que se integran.

En el marco empresarial actual existe una tendencia creciente a la integración de varios sistemas de gestión, entre los que se destacan la calidad, el medio ambiente, la salud y seguridad en el trabajo, y recientemente el sistema de gestión energética. De esta forma, las organizaciones gestionan sus procesos y brindan productos y servicios con mayor calidad, garantizando la preservación del medio ambiente, la salud y seguridad de sus trabajadores y mayor exigencia e integralidad en el control y sostenibilidad de sus recursos energéticos. A pesar de que no existe ninguna norma internacional que establezca los requisitos para un sistema integrado de gestión, vale la pena destacar que con la integración se logra una mejor planificación, dirección y control de todas las

actividades de la organización. Además, se consigue una posición más competitiva en el mercado, al ofrecer productos con requisitos recogidos en varias normas internacionales, así se garantiza mayor confiabilidad por parte de los clientes. (Antúnez, 2016).

Un sistema integrado de gestión (SIG) es aquel que unifica todos los componentes de la organización en un sistema coherente, que permite el cumplimiento de su propósito y misión, los cuales deben estar enfocados a la satisfacción de las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas de la organización, tanto externas como internas. (Antúnez, 2016)

La integración de los sistemas de gestión, según demuestra la práctica internacional, constituye una alternativa viable para las organizaciones, ya que se logra una mejor planificación, dirección y control de todas las actividades y una posición más competitiva en el mercado, al ofrecer productos con requisitos recogidos en varias normas internacionales, y de esta manera se garantiza mayor confiabilidad por parte de los clientes y partes interesadas. (Antúnez, 2016)

Entre los beneficios principales de los sistemas integrados de gestión, están la racionalización de la documentación, la armonización de los criterios referidos a la organización, medición y seguimiento de los procesos; así como el logro de una mayor eficiencia en la toma de decisiones por la dirección, al disponer de una visión global de los sistemas. Todo ello contribuye a la mejora de la capacidad de reacción de la organización, frente a las nuevas necesidades o expectativas de las partes interesadas. (Antúnez, 2016)

De acuerdo a la definición de los 03 autores indicados líneas arriba, se puede detallar que el sistema de gestión es la integración de diversos sistemas de gestión que se integran entre sí para beneficios de la organización y en el caso de esta

investigación estamos integrando el sistema de gestión de calidad, sistema de gestión documentario y sistema de gestión de riesgos.

### **Instituto Peruano de Energía Nuclear**

A comienzos de los setenta el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) estaba interesado en adquirir un reactor de investigación a Francia o Inglaterra. La historia del acuerdo entre Perú y la Argentina había comenzado en 1972, cuando una delegación del IPEN visitó CNEA para ver si era posible obtener asesoramiento para la firma de un acuerdo con Francia.

A cambio, el asesor legal de CNEA, Jorge Martínez Favini, convenció a los funcionarios del IPEN de negociar la compra con la Argentina. CNEA envió una misión a Perú para iniciar las negociaciones. Mientras los representantes de CNEA se encontraban en Lima, en la Argentina tuvo lugar el golpe de estado de marzo de 1976. Castro Madero rápidamente apoyó la iniciativa.

Durante las negociaciones, CNEA asumió la responsabilidad de construir una facilidad crítica para entrenar al personal del IPEN. Si el contrato se firmaba, esta facilidad sería donada al IPEN (Radicella, 2005). Finalmente, el 5 de noviembre de 1977 se firmó el contrato para la construcción de un Centro de Investigación Nuclear en Huarangal, a 35 kilómetros de Lima (Castro Madero, 1978a: 37). La facilidad crítica, bautizada RP-0, entró en operación en julio de 1978.

Un aspecto importante del contrato fue el entrenamiento de 150 científicos y técnicos peruanos, que parcialmente fue realizado en la Argentina.

Renato Radicella, químico de CNEA a cargo de las negociaciones, sostiene: “Esta fue la primera transferencia de tecnología

importante realizada por CNEA. La Argentina ganó en experiencia y conocimiento y no perdió plata a pesar de la inflación. Hubo mucha colaboración del Banco Central y la Aduana. Tuvimos el país atrás” (Radicella, 2005). Para facilitar los aspectos administrativos de la venta se promulgó la “ley del proyecto Perú”. (Hurtado, 2009)

La primera etapa, abarca los años 1977 a 1983 y tiene como finalidad obtener dos parámetros básicos:

- a. Una infraestructura humana con capacidad y número suficientes
- b. Las facilidades operacionales mínimas que permitan el pleno desarrollo de esa capacidad.

La segunda etapa, tiende fundamentalmente a proporcionar un rédito importante y ponderable de la significativa inversión y esfuerzo que el país derive a la Energía Nuclear, a través de una transferencia efectiva a la población y a los sectores productivos de todas aquellas aplicaciones y desarrollos nucleares de interés para el país, respaldando esta acción con una capacidad científica y tecnológica nacional correspondiente al nivel de riesgo y de problemas tecnológicos que la naturaleza del material nuclear supone.

Los objetivos del Instituto Peruano de Energía Nuclear, además de la prioritaria actividad de capacitación del personal, se encausa fundamentalmente a la ejecución de la siguiente realización: Construcción del nuevo Centro Nuclear de Huarangal que dispondrá de un reactor de 10 megavatios, laboratorio de radioisótopos, protección radiológica y seguridad nuclear, elementos combustibles, facilidades para la enseñanza, etc, con un total de área cubierta de aproximadamente 12,000 metros cuadrados. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 1980)

En la Figura 10 se muestra la planificación de la construcción del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú.

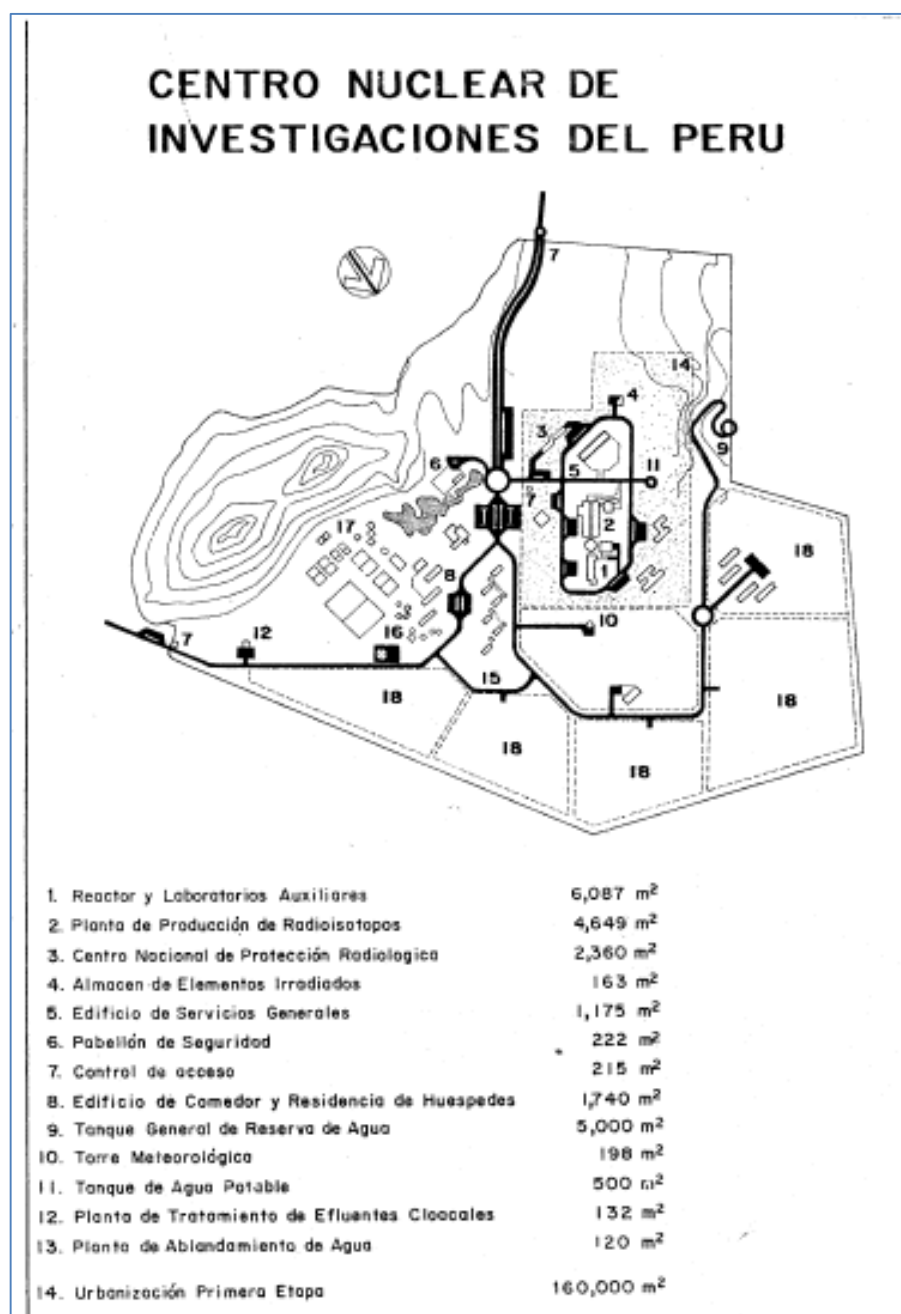


Figura 10: Centro Nuclear de Investigaciones del Perú  
Fuente: IPEN

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) es un Organismo Público Ejecutor adscrito al Ministerio de Energía y Minas con la misión fundamental de normar, promover, supervisar y desarrollar las actividades aplicativas de la Energía Nuclear de tal forma que



contribuyan eficazmente al desarrollo nacional. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2015)

Dirige sus actividades de promoción e investigación aplicada a través de Proyectos de interés socioeconómico, en armonía con las necesidades del país, incentivando la participación del sector privado, mediante la transferencia de tecnología. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2015)

En el ámbito del control de la aplicación de las actividades relacionadas con radiaciones ionizantes, el IPEN actúa como Autoridad Nacional, velando fundamentalmente por el cumplimiento de las Normas, Reglamentos y Guías orientadas, para la operación segura de las instalaciones nucleares y radiactivas, basadas en la Ley 28028 Ley de Regulación del uso de Fuentes de Radiación Ionizante y su reglamento, así como en las recomendaciones del Organismo Internacional de la Energía Atómica - OIEA. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2015)

Estas funciones son encargadas desde su creación, el 04 de febrero de 1975 mediante Decreto Ley N° 21094, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas; también determinadas en su propia Ley Orgánica Decreto Ley N° 21875 del 5 de junio de 1977, sus modificatorias y por su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 062-2005-EM de fecha 16 de diciembre de 2005. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2015)

El Centro Nuclear OSCAR MIROQUESADA DE LA GUERRA (RACSO) (Ver Figura 11), fue inaugurado en 1989 y comprende las siguientes instalaciones:

- Reactor RP-10
- Laboratorios de Ciencias
- Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR)
- Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas (LSCD)

- Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR)



Figura 11: Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra “RACSO”  
Fuente: IPEN

El principal objetivo de estas instalaciones es la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías; para ello cuenta con laboratorios modernos que pueden ser modificados y ampliados rápidamente para abarcar los diversos campos de la ciencia.

Asimismo, estos laboratorios están disponibles para actividades de investigación a nivel internacional, y realizar trabajos conjuntos con centros de investigación de otros países. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2015)

## 2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

- Autor: Guerrero Ron, Xaira Maité, 2011. Tesis para optar al título de Especialista en Sistemas de la Calidad. Título: “Método para el control de Gestión del Sistema de la Calidad. Caso: División de Desarrollo de Telemática de EDELCA”. Universidad Católica Andrés Bello.

Fuente:

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS2210.pdf>

Recuperado el 19 de Mayo del 2015.

La tesis abordó el siguiente problema: ¿cuál es el método adecuado que requiere para el control de la gestión del sistema de la calidad de la división de desarrollo de telemática de EDELCA, tomando en consideración que sus productos/servicios corresponden a una unidad de desarrollo de proyectos de infraestructura y aplicaciones de telemáticas?, así mismo el objetivo general fue: Proponer el método para el Control de Gestión del Sistema de la Calidad de la División de Desarrollo de Telemática de EDELCA con base a los requisitos de la Norma FONDONORMA ISO 9001:2008, para ello se planteó la siguiente hipótesis: Mediante la implementación de un método para el control de la gestión del sistema de la calidad se mejorará el seguimiento, medición y control de la división de desarrollo de telemática de EDELCA. (Guerezo, 2011)

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó: Recopilación documental, observación directa y entrevista no estructurada, para analizar los datos uso las técnicas lógicas del análisis de contenido o cualitativo, además llego a la siguiente conclusión: Se concluye que luego de la aplicación del método se ha detectado que se requieren documentar algunos procesos claves, así como

existen más debilidades que fortalezas, en donde destaca la deficiencia en el uso de indicadores que permitan disponer de mediciones objetivas de los procesos asociados y los instrumentos que permitan realizar el seguimiento y control de la gestión del sistema de calidad de la División de Desarrollo de Telemática de EDELCA. (Guerreo, 2011)

La tesis sirve para verificar como solucionaron el problema, método y herramientas a utilizar para mejorar el proceso del control de la gestión del sistema de calidad.

- Autor: Álvarez C. Gelsi. Tesis para optar el título de Magister en Sistemas de la Calidad. Título: “Satisfacción de los clientes y usuarios con el servicio ofrecido en redes de supermercados gubernamentales”. Universidad Católica Andrés Bello.

Fuente:

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS3832.pdf>

Recuperado el 22 de Mayo del 2015.

La tesis abordó el siguiente problema: ¿Cuál será el grado de satisfacción de los clientes y usuarios de las redes de supermercados gubernamentales, respecto al servicio ofrecido?, así mismo el objetivo general fue: Determinar el grado de satisfacción de los clientes, con respecto a la calidad del servicio ofrecido, en una red de supermercados del Gobierno, para ello se planteó la siguiente hipótesis: Mediante la aplicación de una estrategia de ventas, se mejorará su nivel de satisfacción. (Álvarez, 2012)

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó: observación directa y entrevista, para analizar los datos uso la escala de calidad de la oferta realizada por supermercados, además llego a la siguiente conclusión: En

este estudio se obtuvieron los resultados estadísticos, en primer lugar se determinó el índice de la calidad del servicio el cual presento un valor global de 1.27 indicando que las percepciones de los clientes son más bajas que las expectativas en un 25.4% por lo que existen oportunidades de mejoras para lograr una satisfacción total. (Álvarez, 2012)

La tesis sirve para saber cómo obtener el grado de satisfacción de los usuarios, conocer el instrumento de medición y los resultados de la investigación que ayudarán a mejorar a la organización.

- Autor: Pelaes León, Oswaldo Clemente. Tesis para optar el grado académico de Magister en Administración con mención en Gestión Empresarial. Título: “Hacia la calidad de los servicios de las empresas contratistas de Telefónica del Perú”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Fuente: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2722>

Recuperado el 22 de Mayo del 2015.

La tesis abordó el siguiente problema: ¿Por qué Telefónica Empresa necesita brindar calidad de servicio y cómo influye esto en la satisfacción del cliente?, así mismo el objetivo general fue: Investigar la calidad de servicio de Telefónica Empresas y su impacto en la satisfacción del cliente, para ello se planteó la siguiente hipótesis: Existen áreas críticas o deficientes del servicio prestado por Telefónica Empresas la cual no brinda la calidad del servicio que exige el mercado actual, siendo necesario corregir esta situación para elevar la satisfacción del cliente final. (Pelaes, 2005)

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó: Encuesta, entrevista, matriz de datos, instrumentos de metodología informática y pruebas estadísticas, además llevo a la siguiente conclusión: Aplicar de manera sistemática

encuestas de satisfacción del cliente con la finalidad de que la empresa este permanentemente informada y pueda tomar las medidas apropiadas para corregir cualquier contingencia. (Pelaes, 2005)

La tesis sirve para revisar la metodología utilizada para influenciar en la calidad del servicio sobre la satisfacción del cliente.

- Autor: Quijada, Milagros. Tesis para optar el título de especialista de sistemas de calidad. Título: “Sistema de documentación del sistema de gestión de la calidad para una empresa nacional de transporte de encomiendas”.: Universidad Católica Andrés Bello.

Fuente:

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR4834.pdf>

Recuperado el 19 de Mayo del 2015.

La tesis abordó el siguiente problema: ¿Cómo diseñar un sistema documental, de los proceso de transporte de encomiendas que integre los servicios ofrecidos por Documentos Mercantiles S.A. (DOMESA), en conformidad con la norma Venezolana COVENIN-ISO-9001:2000 “Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos” y COVENIN-ISO TR 10013:2002 “Directrices para la documentación de Sistema de Gestión de la Calidad?”, así mismo el objetivo general fue: Diseñar un Sistema de Documentación para el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa de transporte de encomiendas DOMESA, fundamentado en los requisitos de la norma COVENIN-ISO TR 9001:2000, Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos” y COVENIN-ISO TR 10013:2002 “Directrices para la documentación de Sistema de Gestión de la Calidad”, para ello se planteó la siguiente hipótesis: Mediante la aplicación del sistema documental como se mejora la integración del sistema de gestión de

calidad con las normas COVENIN-ISO TR 9001:2000, Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos” y COVENIN-ISO TR 10013:2002 “Directrices para la documentación de Sistema de Gestión de la Calidad. (Quijada, 2007)

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó: entrevistas y cuestionarios, para analizar los datos uso una lista de chequeo la cual le da respuesta a cada una de las cláusulas de la norma COVENIN ISO 9001:2000, además llego a la siguiente conclusión: A través de la aplicación de una lista de chequeo fundamentada en las exigencias de la norma COVENIN ISO 9001:2000 se evidencio la deficiencia en la documentación, ya que el nivel de cumplimiento es de 44%. (Quijada, 2007)

La tesis me sirve para revisar la metodología utilizada para el sistema documentario y revisar como diseño el sistema de gestión de calidad.

- Autor: Rivera Valdez, Javier. Tesis para obtener el grado de Maestro en Administración. Título: “Implementación de un sistema de calidad nuclear en una empresa que trabaja bajo la norma ISO”. Instituto Politécnico Nacional. Fuente: <http://148.204.210.201/tesis/1355938356599TesisMaestria.pdf> Recuperado el 25 de Enero del 2019.

La tesis abordó el siguiente problema: ¿Para poder vender equipos es necesario cumplir con la normativa nuclear 10CFR 50 Apéndice B en los procesos y áreas que se vean afectados, o en las líneas de producción por donde se fabricarán los productos a suministrar a la central nuclear CFE Laguna Verde? , así mismo el objetivo general fue: Implementar un sistema de gestión de calidad para la industria nuclear en una empresa del ramo eléctrico que cuenta con certificación ISO 9001:2008, para ello se planteó

la siguiente hipótesis: Mediante la aplicación de la normativa nuclear 10CFR 50 Apéndice B como mejora el sistema de gestión de calidad para la industria nuclear. (Rivera, 2012)

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó: Inspección, además llego a la siguiente conclusión: Para poder implementar la normativa nuclear en una empresa que trabaje con la norma ISO 9001:2008, se debe tener claro los beneficios que debe traer ya que al hacerlo se requiere de mucho esfuerzo, recursos y el cambio de algunos procesos. Sin embargo, la implementación de esta norma es posible, se puede crear una cultura organizacional para elaborar mejores productos. Lo que se puede usar como herramienta de mercadotécnica y distinguirse entre sus competidores. (Rivera, 2012)

De esta tesis se puede extraer el método de análisis que utiliza el autor ya que es similar al escenario que se va a estudiar.



## 2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

### ➤ Gestión Integral de la Calidad

La correcta gestión de todos los aspectos relacionados con la calidad supone la planificación, diseño y desarrollo de productos y procesos en el marco de una organización y gestión de los recursos humanos para la calidad, así como la adecuada implantación y control de calidad y su certificación final. (Ver Figura 12)

Todo ello supondrá una gestión de la empresa, sus productos y procesos, basada en la calidad, y llevará a la misma a obtener el máximo de ventajas competitivas y la satisfacción total de los clientes mediante la identificación, aceptación y satisfacción de todas sus expectativas y necesidades a través de los procesos, productos y servicios.

Cuando se mencionan las expectativas de los clientes, no solo se refiere a aquellas necesidades definidas de forma explícita por el cliente, sino a todas aquellas que potencialmente puedan satisfacerle. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

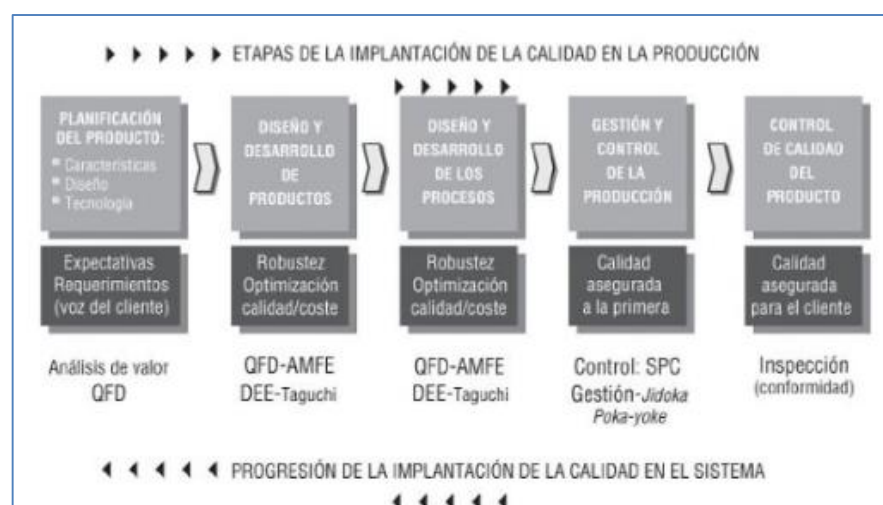


Figura 12: Etapas de la implantación completa de la calidad en los procesos  
Fuente: Cuatrecasas & Gonzáles. Gestión Integral de la calidad. 2017. Página 26.

Los clientes podrán ser los receptores del producto o servicio que se esté entregando fruto de un proceso, por lo que igual puede ser el mercado como el proceso productivo. Por ello diferenciaremos dos clases de clientes: clientes externos y clientes internos.

El cliente externo corresponde a la acepción que normalmente se emplea de consumidor del bien o servicio, en el que se incluyen las personas, las empresas o el mercado en general y que tiene la característica de ser independiente a la empresa: es el destinatario del producto o servicio que producimos. Por otra parte, los clientes internos representan el área, departamento, sección, personal, etc que emplean o consumen los productos obtenidos, pero con la característica particular de que pertenecen al conjunto de la empresa.

De esta forma, dentro de la empresa todos se convierten en clientes y proveedores a la vez, Si para los clientes externos se busca la satisfacción plena de sus necesidades, para los clientes internos se persigue el mismo trato, de tal forma que todos los inputs que reciban o consuman deben cubrir todas las necesidades y cumplir con las especificaciones, satisfaciendo plenamente todas sus expectativas. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

A consecuencia del aumento de la calidad se produce un incremento de la productividad. La calidad y la productividad no están reñidas, en contra de lo que se pueda pensar. La idea es sencilla: la productividad y con ella la rentabilidad, aumenta porque disminuyen las reparaciones de aquellos productos que salen defectuosos o no cumplen las especificaciones que deben pasar a una fase que resuelva el problema, con el consiguiente coste en tiempo y dinero que conlleva. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

La calidad reduce costes y aumenta los beneficios. Aunque la obtención de calidad represente por sí misma una inversión determinada, la disminución de los enormes costes de control, inspecciones, recuperaciones, pérdida de facturación, etc., que surgen por falta de calidad son tan importantes que permiten rentabilizar la inversión realizada.

Esta reducción de costes totales trae consigo un aumento de los beneficios que favorecerán las inversiones, la repartición de dividendos, etc. Pero con la calidad no solo se obtienen beneficios económicos, también se consigue el aumento de prestigio de la empresa, la satisfacción de los clientes, la imagen de marca, etcétera. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

No obstante, no hay que caer en el error de seguir una estrategia basada exclusivamente en la reducción de costes. Es conveniente emplear una estrategia centrada en la obtención de calidad y a consecuencia de ello, los costes se reducirán. Es decir, la disminución de los costes será el resultado del aumento de calidad, que es el objetivo fundamental. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

Actualmente, las empresas persiguen una certificación que testifique que los sistemas de calidad que han implantado se ajustan a unas determinadas normas. La certificación debe entenderse no como una meta final, sino como un inicio o un buen punto de partida que permita mejorar día a día la calidad y conseguir la excelencia como objetivo o última meta de la empresa.

En la gestión orientada hacia la calidad es el propio cliente el que determina el grado de calidad que precisa. Escuchar, entender y asimilar la <<voz del cliente>> es el método más rápido y útil para satisfacer de forma plena sus necesidades. Pero una cosa es lo que el cliente desea (calidad requerida) y otra la que entiende que se la

entrega (calidad percibida). Se puede establecer un enfoque de la calidad desde diferentes puntos de vista (Figura 13).



Figura 13: Diagrama de tres calidades.

Fuente: Cuatrecasas & Gonzáles. Gestión Integral de la calidad. 2017. Página 30.

- Calidad del cliente o concertada: representa la calidad que desea el cliente para satisfacer sus necesidades y está relacionada con las diferentes características que aportan calidad al producto.
- Calidad de diseño o programada: es la calidad que la empresa diseña, planifica y quiere llegar a producir para responder a las necesidades que el cliente calcula o prevé que quiere satisfacer. Es la calidad prevista.
- Calidad realizada o de producción: tiene que ver con el grado de cumplimiento de las características de calidad de un producto o servicio y de las especificaciones de diseño. Es la calidad resultante del proceso de producción. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

## **Características determinantes de la calidad y su gestión**

A continuación, exponemos algunos aspectos relacionados con la gestión de la calidad, que deben establecerse como características del sistema de calidad, pautas de actuación u objetivos que alcanzar:

### **1. Establecimiento de la calidad y su nivel**

Ante todo, el nivel de calidad y los requerimientos del producto o servicio los establece y define el cliente. El que decide si el producto o servicio es adecuado y verifica si el cumplimiento de las características satisface sus necesidades es el propio cliente. Por tanto, la empresa ha de captar su confianza ofreciéndole la calidad que desea. Se debe tratar de comprender y determinar los criterios y valoraciones que tiene el cliente, saber escucharle en todo momento o actuar en consecuencia.

### **2. Información, educación y motivación**

No se puede exigir una implicación activa de todos los recursos humanos sin una adecuada información y formación sobre los conceptos de calidad, los objetivos que persiguen la empresa, las mejores que se obtienen y, sobre todo, la forma práctica y efectiva de cómo aplicar las ideas de calidad, la aportación de ideas y mejoras. De nada servirá aplicar las técnicas y procesos más avanzados para la mejora de la calidad sin una motivación importante de los recursos humanos.

La información también implica la comunicación a los clientes del nivel de calidad proporcionado y procura conseguir una asociación de la empresa con el concepto de calidad, resaltando aquellos aspectos o características de los procesos, productos o

servicios que diferencian a la empresa del resto de los competidores.

### **3. El liderazgo activo de la dirección**

La aportación de la dirección es fundamental en la implantación efectiva de la calidad. La gestión de la calidad debe contar con todo el apoyo y liderazgo de la alta dirección y esta, a su vez, debe implicarse practicando con el ejemplo en la consecución de los objetivos de la calidad de forma activa y constante. En el marco de este liderazgo es aconsejable un estilo de gestión participativa que promueva un consenso en la toma de decisiones, con la implicación de todos los participantes.

### **4. Ventaja competitiva**

La calidad constituye un factor básico para obtener ventaja competitiva. La empresa debe adoptar una estrategia que persiga la calidad en todos sus productos, procesos y servicios, que la diferencie del resto de la competencia y le permita afrontar los nuevos retos desde una posición de privilegio. La consecución de esta ventaja es fundamental para el crecimiento de la empresa y es uno de los objetivos principales de cualquier empresa en la actualidad.

### **5. Implicación de todos los recursos humanos**

Para aplicar una gestión estratégica basada en la calidad es necesario que toda la organización, comenzando desde la alta dirección y terminando por el último operario, esté involucrada y participe del proyecto común. Por este motivo, los recursos humanos representan un papel esencial en el desarrollo y obtención de los objetivos de calidad.

Será imposible llevar a cabo tales objetivos de calidad marcados si no existe una clara motivación de todos los estamentos que forman la organización de la empresa, con entusiasmo y con la convicción plena de que es la mejor forma para satisfacer plenamente a todos los clientes y alcanzar el grado de excelencia.

La idea de que la calidad solo es tarea del Departamento de Calidad queda en desuso. La calidad es tarea de todos y su implicancia va a depender de una correcta selección del personal que, mediante un proceso de formación adecuado, trabaje con criterios acordes con la <<cultura de la calidad>>.

## **6. Los proveedores**

El papel que desempeñan los proveedores resulta fundamental para que la aplicación de la calidad llegue a realizarse de forma efectiva. Los proveedores constituyen el primer eslabón de la cadena y sobre ellos habrá que actuar para obtener la calidad desde el origen. Debe existir un compromiso de calidad para que los objetivos sean comunes. La calidad de nuestros productos no depende exclusivamente de nuestra organización, sino que vendrá supeditada al nivel que presente la misma en los suministros de los proveedores. Es muy importante trabajar conjuntamente con ellos de forma que asuman la responsabilidad de proporcionar los niveles de calidad que tenga por objetivo nuestra empresa o nuestros clientes. Cada día es más frecuente que dichas empresas exijan a sus proveedores la certificación de sus sistemas de calidad de acuerdo a las normas ISO 9000, o normas equivalentes.

## 7. Ética de la calidad

Existen una serie de preceptos o actitudes positivas que constituyen la ética de la calidad, algunos de los cuales se enumeran a continuación:

- Hacerlo bien desde el principio. Es el camino más rápido, efectivo y económico para lograr la calidad.
- Prevenir la aparición de los fallos. Se han de analizar las causas de los defectos antes de que lleguen a producirse, con lo cual disminuyen los costes y esfuerzos para tratar de solucionarlos.
- Apreciar y resaltar el aspecto positivo y educativo que aportan los defectos como forma de aprender y avanzar. Hay que evitar buscar culpables y dedicarse a encontrar la forma de que no vuelvan a ocurrir tales defectos.
- Ante los errores repetitivos, resulta más efectiva una información adecuada y objetiva que una amonestación o crítica.
- La calidad persigue la satisfacción plena de los consumidores. Un exceso de calidad sobre el nivel requerido puede no ser apreciado y resultar costoso.
- La calidad debe implicar un clima de sensibilidad y preocupación en la empresa por el entorno social y medioambiente. (Cuatrecasas & González, 2017)

### ➤ Gestión de Riesgos

Cada empresa tiene su propia estructura organizativa, que determina la responsabilidad sobre las distintas actividades desarrolladas. El ámbito y la distribución del análisis de los riesgos que se realice es importante vincularlo a esta estructura organizativa, con el fin de que existan responsabilidades claras para asignar la gestión de los riesgos y la ejecución de las distintas



medidas que se puedan establecer para mitigarlos (áreas, líneas de negocio, áreas de soporte, etc.).

Siguiendo el criterio anterior, para poder diseñar el modelo de evaluación de riesgos se puede segregar a la empresa en diversas áreas de riesgo, teniendo en cuenta el organigrama vigente e intentando mantener una homogeneidad en el tipo de actividad que desarrollan.

El proceso de identificación y evaluación de los riesgos debe abarcar a toda la organización, por lo que supone un proyecto ambicioso y laborioso.

Puede realizarse un análisis previo para determinar unos criterios de priorización de las áreas que se consideran más sensibles al riesgo (por volumen de operaciones, activos, aportación a los márgenes de la entidad, presupuesto de gasto, plantilla, etc.) con las que iniciar el trabajo y progresivamente extender el análisis al resto de la entidad.

La clasificación que se realice tendrá naturaleza para cada empresa; sin embargo, puede ser conveniente planificar el trabajo tomando como referencia alguna estructura a priori para los tipos y causas de riesgo.

Aunque este esquema deba ser adaptado, su aplicación reduce las posibilidades de que alguna fuente relevante de indeterminación pueda pasar desapercibida, y proporciona además una guía general en cuanto a los modelos de evaluación y los procedimientos de mitigación que podrían ser aplicables en cada caso. (Rodríguez, Piñero, & De llano, 2013)

De acuerdo a la norma ISO 9001 en su versión 2015, nos explica sobre el pensamiento basado en el riesgo, el cual es el siguiente:

El pensamiento basado en riesgos es esencial para lograr un sistema de gestión de calidad eficaz. Para ser conforme con los requisitos de esta Norma Internacional, una organización necesita planificar e implementar acciones para abordar los riesgos y las oportunidades. Abordar tanto los riesgos como las oportunidades establecen una base para aumentar la eficacia del sistema de gestión de la calidad, alcanzar mejores resultados y prevenir los efectos negativos.

Las oportunidades pueden surgir como resultados de una situación favorable para lograr un resultado previsto, por ejemplo, un conjunto de circunstancias que permita a la organización atraer clientes, desarrollar nuevos productos y servicios, reducir los residuos o mejorar la productividad. Las acciones para abordar las oportunidades también pueden incluir la consideración de los riesgos asociados. El riesgo es el efecto de la incertidumbre y dicha incertidumbre puede tener efectos positivos o negativos. Una desviación positiva que surge de un riesgo puede proporcionar una oportunidad, pero no todos los efectos positivos del riesgo tienen como resultado oportunidades. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)

#### ➤ **Instrumentación Nuclear**

La instrumentación nuclear (Ver Figura 14) será la encargada de revelar el estado de aquellos parámetros físicos de naturaleza nuclear. Se define funcionalmente en dos grupos o sistemas:



Figura 14: Instrumentación Nuclear ubicada en Sala de Control del RP-10  
Fuente: IPEN

### **Control**

Comprende, la instrumentación neutrónica que permite vigilar el flujo neutrónico a lo largo de por lo menos once décadas de evolución, determinando a través del mismo la tasa de evolución del flujo neutrónico y la potencia del reactor, observando que estos no se aparten de los valores nominales de operación, para evitar daños al reactor y/o a las personas, produciendo las acciones automáticas de seguridad adecuada cada vez que sea necesario.

Este sistema está formado por:

- El recipiente de contención de los sensores (el cual se encuentra aislado eléctricamente).
- Cables coaxiales con doble malla de blindaje aislado entre si y aislados externamente.
- El rack de instrumentación y pupitre de comando.
- Instrumentación neutrónica compuesta por tres sistemas principales. Sistema de Arranque, Sistema de Marcha y Sistema de Regulación (Comando automático)

## **Seguridad**

Son aquellos destinados a informar sobre situaciones anormales o de riesgo, tanto para el personal como para la planta.

Estos sistemas, según su capacidad de llevar a cabo o no acciones automáticas pueden subdividirse en dos:

a.- Sistemas de alarma con acción automática: tenemos el sistema de parada (Lógica de SCRAM), introducción automática de las barras de control y el sistema de reducción de potencia (únicamente para el comando automático).

b.- Sistemas de alarma simples: según su mayor o menor importancia para la operación del reactor, se ubican los respectivos indicadores sobre el pupitre de comando o en los armarios de instrumentación (paneles sinópticos) en la sala de control. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2018)

## **BASES DE DISEÑO**

La ingeniería básica de la instrumentación nuclear se ha desarrollado de acuerdo con las siguientes bases de diseño:

### **Redundancia en las cadenas de Medición**

A fin de aumentar la confiabilidad del sistema frente a las fallas con riesgo de sus componentes se han redundado las cadenas:

- Medición del flujo neutrónico, se encarga de vigilar el combustible nuclear no opere a mayor potencia que la nominal.
- Obtención de la tasa de evolución del reactor (Período), vigila la velocidad porcentual de incremento del flujo neutrónico, a fin de limitarlo dentro de valores que sean fácilmente controlables.

## **Diversificación de los Sistemas de Medición**

La vigilancia del núcleo ha sido reforzada mediante la medición de distintos parámetros indicativos del estado del mismo, permitiéndose así la detección de una anomalía por medio de cadenas funcionalmente distintas.

Cumplen con esta base de diseño, la medición de la potencia a través del flujo neutrónico y la medición del mismo parámetro a través de la temperatura de salida del núcleo, así como la diferencia de temperatura entre la entrada y salida del núcleo.

Todas las cadenas involucradas son capaces de efectuar acciones de seguridad.

## **Fallas Sin Riesgo**

Los sistemas han sido diseñados de tal manera que la salida de servicio de alguno de sus componentes o la rotura o desconexión de algún conducto se traducen en una información equivalente a la que existirá en caso de valores anormales del parámetro vigilado.

De esta manera se consigue aumentar marcadamente la confiabilidad del sistema, en cuanto el reactor quedaría fuera de servicio solo ante falla con riesgo simultáneamente en dos o más cadenas.

Cumplen con esta base de diseño las siguientes fallas:

- Por desconexión o rotura del cable de los sensores neutrónicos a los respectivos amplificadores.
- Falta de Alta Tensión en los sensores neutrónicos.
- Valor de Alta Tensión (Módulo. CNEA 112) de los sensores neutrónicos fuera de rango (10%).
- Falta de alimentación eléctrica a las cadenas de medición.
- Valor de medición del flujo neutrónico por debajo de valores

mínimos para lecturas confiables y suficientemente veloces.

- Salida de las etapas amplificadoras fuera de rango de funcionamiento normal sin fallas.

### **Fallas debido a causas comunes**

El cableado de las distintas cadenas redundantes de seguridad se ha hecho por caminos independientes, de manera de minimizar el riesgo de fallas por causas comunes.

De la misma manera los componentes de cada cadena han sido ubicados en armarios diferentes, constituidos por una serie de módulos BIN-NIM montados sobre bastidores con sus fuentes de alimentación de los diversos conjuntos independientes.

En todos los casos los circuitos lógicos fueron construidos con circuitos integrados de la familia C-MOS con tensión de alimentación de +12 Vdc, por tener estos bajos consumos y una inmunidad contra ruidos (bastante aceptable).

Las lógicas son negativas, de fallas sin riesgo es decir los niveles normales son altos y los de alarma 0 Vdc.

A fin de reducir la probabilidad de falla insegura de los equipos generadores de las señales de alarma, cada amplificador de instrumentación nuclear presente circuito desacoplados de salida con entrada a comparadores independientes, que serán los encargados de generar las señales de alarma. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2018)

### **Acciones de seguridad**

Las acciones de seguridad son automáticas a fin de asegurar la máxima protección del reactor y las personas en forma inmediata y

no estén sujetos a la apreciación humana.

Una vez iniciadas éstas acciones de seguridad no pueden ser interrumpidas por el operador.

### **Confiabilidad**

Para el estudio de la confiabilidad de los sistemas relacionados con la seguridad del reactor, se han tenido en cuenta las tasas de falla de los componentes que inhabilitan el sistema para cumplir su función, sin que la falla sea detectada ni lleve aquel a un estado de falla sin riesgo.

Ejemplos de estas fallas son:

- Estado estacionario de la salida ante variaciones de la entrada.
- Salida alta (Comparadores)
- Salida errática
- Fallas incipientes

Los esquemas adoptados comprenden.

- Cadenas de medición asociada en lógica 2/3.
- Disparos de seguridad duplicados en cada cadena y asociados a su vez en lógica 2/3, con auto prueba de periodo menor a 100 mseg.
- Las salidas de las lógicas 2/3 de los disparos asociados en lógica 1/2.

### **Disponibilidad**

Han sido asociadas en una lógica 2/3 lo que permite aumentar la disponibilidad del reactor en cuanto se evita la parada del reactor debido a disparos espurios o funcionamiento defectuoso de un instrumento.

Permite sacar de servicio una cadena para efectuar reparaciones o

reemplazo de módulos sin que se vea afectado el normal funcionamiento del reactor, y sin que disminuya la seguridad del mismo, ya que, al efectuarse esta acción, sus salidas pasan a modo de falla sin riesgo y por ende el sistema de seguridad opera como si se tuviera sólo dos cadenas de medición, operando en este caso asociado en lógica 1/2.

### **Prueba en servicio**

La asociación en lógica 2/3 elegida para dar cumplimiento el criterio, del mantenimiento eficiente, en cuanto es posible verificar su funcionamiento sin necesidad de interrumpir el servicio.

Por otra parte, los instrumentos indicadores y señalizaciones asociadas a cada cadena permiten la verificación continua de la instrumentación crítica por simple comparación de lecturas. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2018)

### ➤ **Reactor nuclear**

Un reactor nuclear es una instalación capaz de iniciar, controlar y mantener las reacciones nucleares (generalmente de fisión nuclear) en cadena que se produzcan en el núcleo de esta instalación. La composición del reactor nuclear está formada por el combustible nuclear, el refrigerante, los elementos de control, los materiales estructurales y, en el caso de que se trate de un reactor nuclear térmico, el moderador nuclear.

Para construir un reactor nuclear es necesario disponer de combustible nuclear suficiente, que llamamos masa crítica. Tener suficiente masa crítica significa disponer de suficiente material fisible en óptimas condiciones para mantener una reacción de fisión nuclear en cadena.



La disposición de absorbentes de neutrones y de las barras de control permite controlar la reacción en cadena y la parada y puesta en funcionamiento del reactor nuclear. En el núcleo del reactor se produce y mantiene la reacción nuclear en cadena con el objetivo de calentar el agua que se utilizará para accionar las turbinas de la central. (Energía Nuclear, 2013)

Por otro lado, el autor Gayoso explica sobre los tipos importantes de reactores nucleares y nos da una pequeña descripción:

Es una instalación que produce energía y neutrones mediante la fisión nuclear controlada, de un material fisionable, denominado combustible nuclear. Los tipos más importantes de reactores nucleares son:

- Los reactores de potencia
- Los reactores de investigación

Los **reactores de potencia**, concebidos para producir energía eléctrica, desalinización de agua de mar y en forma motriz para propulsión naval. En estos reactores se utiliza la energía (calórica) producida por la fisión.

Los **reactores de investigación** son fuentes de neutrones utilizados principalmente para la producción de radioisótopos, estudios de materiales y diversas actividades de investigación y docencia en el campo de las ciencias naturales. En estos reactores se utiliza los neutrones producidos por la fisión. (Gayoso, 2000)

El Organismo Internacional de Energía Nuclear nos explica sobre los reactores de investigación:

Los reactores de investigación son reactores nucleares que se utilizan con fines de investigación, desarrollo, enseñanza y capacitación. Producen neutrones para su uso en la industria, la

medicina, la agricultura y la ciencia forense, entre otros ámbitos. El OIEA presta asistencia a los Estados Miembros en la construcción, la explotación, la utilización y el ciclo del combustible de los reactores de investigación, así como en la creación de capacidad y el desarrollo de infraestructuras. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2019)

### ➤ **Reactor Nuclear de Investigación RP-10**

Fue inaugurado el 19 de diciembre de 1988 y se encuentra ubicado en Pampas de Huarangal – distrito de Carabayllo, Lima – Perú.

El Reactor RP-10, es un reactor del tipo piscina (tanque abierto), utiliza un combustible del tipo MTR con uranio enriquecido al 19.75% en U-235, moderado y refrigerado con agua liviana y su potencia nominal es de 10MW térmicos. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2018)

En la Figura 15 se muestra una foto del Reactor Nuclear RP-10, fotografía tomada desde el Hall del Reactor.



Figura 15: Reactor Nuclear RP-10  
Fuente: IPEN

En el RP-10 se controla la fisión nuclear que consiste en la ruptura del núcleo atómica del U-235 que genera una gran liberación de energía, neutrones y emisión de radiaciones. Los neutrones producidos de esta manera son utilizados para la investigación y producción de radioisótopos.

Dentro de sus principales funciones está la producción de radioisótopos (Tecnecio 99, Samario 153, I-131, Iridio 192, entre otros) y gammagrafías que se emplean en el país para diagnosticar enfermedades como el cáncer y realizar estudios sobre los tejidos humanos, pero a su vez se producen fármacos útiles para la agricultura y el cuidado del medio ambiente y otras sustancias radiactivas a escala industrial. Además, se pueden efectuar trabajos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

El RP-10 es operado desde la sala de control (Ver Figura 16) dentro del Edificio Principal del reactor y desde ahí los operadores pueden verificar las condiciones en las cuales se encuentra funcionando el reactor y realizar el seguimiento de las condiciones de seguridad. En el caso que se produzca alguna anomalía en la operación, el reactor tiene diseñado un mecanismo para que se apague automáticamente y además está diseñado con sistemas que minimizan los riesgos. La operación del reactor se realiza a través del movimiento de barras de control de cadmio que controla las reacciones de fisión.



Figura 16: Sala de Control del RP-10  
Fuente: IPEN

El RP-10 tiene: un Edificio Principal, Edificio Secundario y Edificio de Laboratorios Auxiliares. En el Edificio Principal, se encuentra la sala de control y el reactor y sus principales componentes, tales como: tanque principal, núcleo del reactor, facilidades de irradiación, pileta auxiliar, sistema de refrigeración primario, etc. En el Edificio Secundario se encuentran las bombas del sistema de refrigeración secundaria, y sistemas auxiliares. En el Edificio de Laboratorios Auxiliares se tienen los talleres de mantenimiento y laboratorios de investigación. Fuera de estos edificios se encuentran las torres de enfriamiento del sistema de refrigeración secundaria. (Gayoso, 2000)

### **Facilidades de Irradiación del RP-10**

El reactor cuenta con las siguientes facilidades de irradiación:

- Siete facilidades de irradiación dentro del núcleo (in-core), con flujo de neutrones térmicos de  $1.0 \times 10^{13}$  a  $2.0 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>.s
- Seis facilidades de irradiación exterior al núcleo (ex-core) constituida por un tubo tangencial y 4 tubos radiales con flujo de neutrones térmicos inferiores a  $5 \times 10^{11}$  n/cm<sup>2</sup>.s

- Una columna térmica de grafito con cinco posiciones de irradiación.
- Un sistema neumático de envío de muestras usado para el análisis por activación neutrónica.

En cada una de las siete facilidades de irradiación internas (in-core) se tienen cajas donde se pueden irradiar hasta 16 muestras o blancos, para fines de investigación o producción de radioisótopos.

Las seis facilidades de irradiación externas pueden considerarse como cañones de neutrones, que pueden ser utilizados para: neutrografía, difracción de neutrones, gammas instantáneos, entre otros. (Gayoso, 2000)

**Partes básicas del reactor** (Ver Figura 17):

**Tanque principal del reactor RP-10:** Es de acero inoxidable y tiene forma cilíndrica, con dimensiones, de 11.2m de altura y 4m de diámetro. Está rodeado externamente por una estructura de concreto que sirve de blindaje contra las radiaciones. En la parte inferior a 0.7m del nivel del fondo del tanque, se encuentra la grilla en la que se ubica el núcleo del reactor. El tanque principal del reactor está lleno de agua liviana químicamente pura, que cumple funciones de: refrigerante, blindaje contra las radiaciones y moderador de los neutrones.

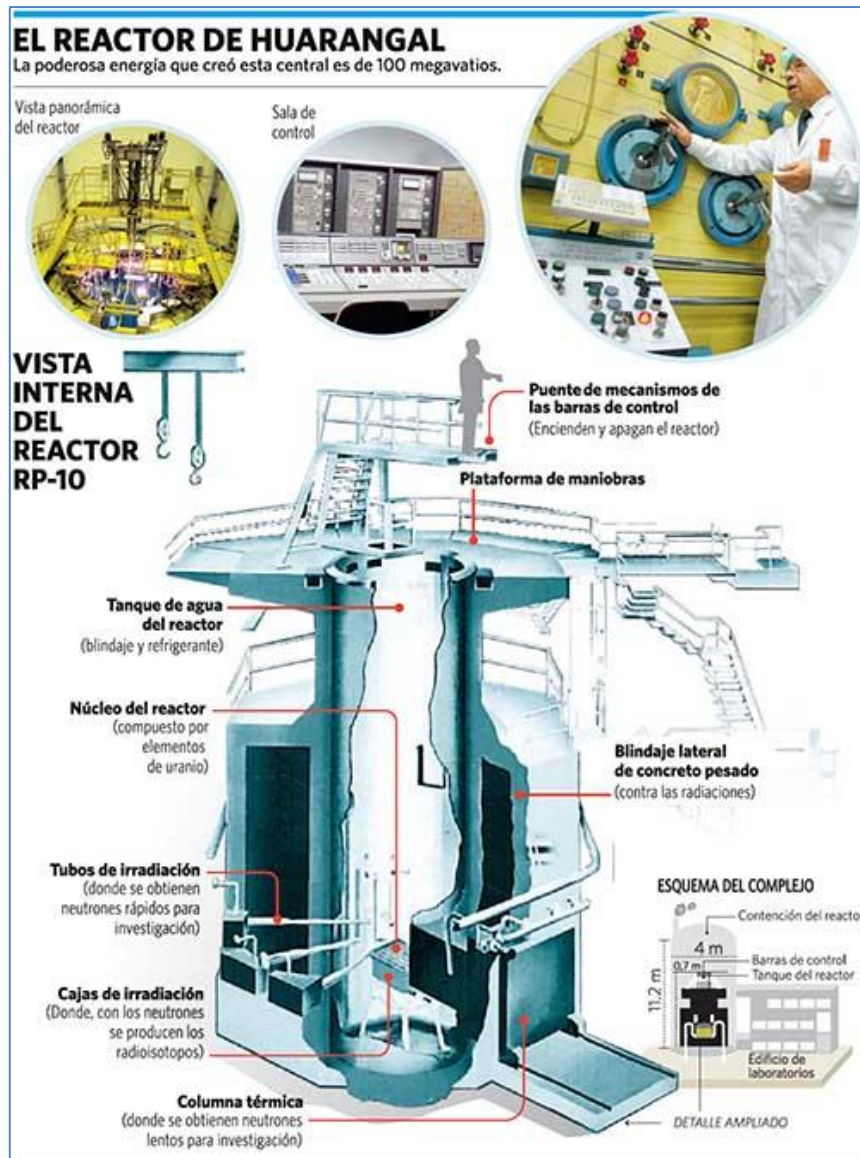


Figura 17: Partes básicas del Reactor Nuclear RP-10  
Fuente: Diario la república.

**Elementos Combustible (EECC)** (Ver Figura 18): Lugar físico de forma paralelepípedo donde se confina el combustible nuclear. Son mezclas de uranio y otros elementos. Disponen de espacios, por donde discurre el fluido que disipa el calor generado.

**Barras de Control (BC)** (Ver Figura 18): Permite el control del número de reacciones de fisión que ocurren en el núcleo, mediante elementos muy absorbentes de neutrones, está constituido por 2 placas de Cadmio.

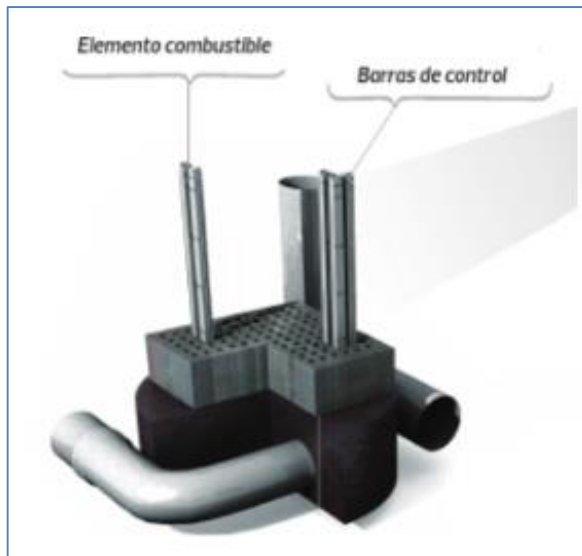


Figura 18: Elemento de combustible y barras de control  
Fuente: IPEN

**Núcleo del Reactor** (Ver Figura 19): Es el lugar que contiene los combustibles, cajas de irradiación, reflectores y otros, que pueden adoptar diferentes configuraciones. Es la “fuente de fisiones y neutrones”.

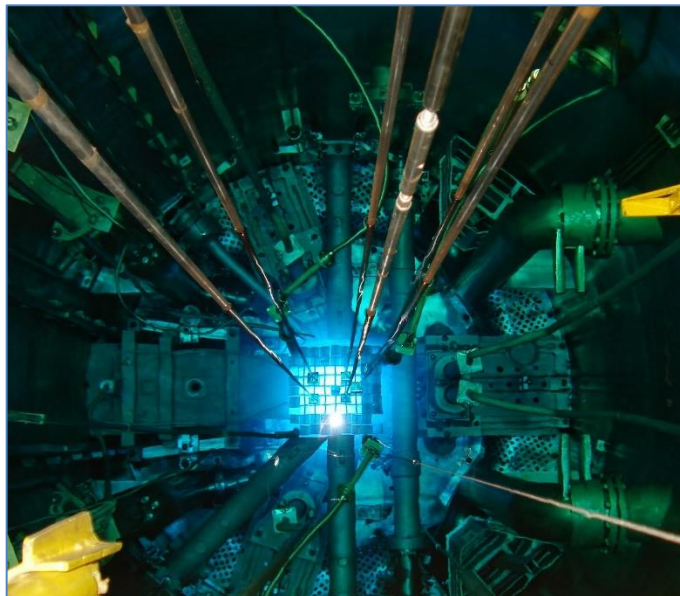


Figura 19: Núcleo del Reactor Nuclear RP-10  
Fuente: IPEN

## **Usos y Servicios del Reactor RP-10**

Los principales usos y servicios del reactor RP-10 son: Tecnología de reactores nucleares, producción de radioisótopos, ciencia de materiales, análisis por activación neutrónica, capacitación y entrenamiento en tecnología de reactores nucleares. Su gran versatilidad permite que simultáneamente puedan realizarse estas aplicaciones. (Gayoso, 2000)



## 2.4. Definición de términos básicos

➤ Accidente

“En instalaciones nucleares y radiactivas, es la alteración grave de una situación operacional que puede provocar la liberación de cantidades de materiales radiactivos, cuando los correspondientes sistemas de seguridad no funcionan según lo previsto en el diseño”. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

➤ Acciones correctivas

“Acción para eliminar la causa de una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir”. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)

➤ Barra de control

Tubos cilíndricos hechos de material absorbente de neutrones (carburo de boro o aleaciones de plata, indio y cadmio) con las mismas dimensiones que las varillas de combustible. Su función es proporcionar un medio rápido de control de la reacción nuclear, permitiendo efectuar cambios rápidos de potencia y su parada eventual en caso de emergencia.

Precisamente, la reactividad del núcleo se aumenta o disminuye subiendo o bajando las barras de control. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

➤ Barras de seguridad

“Conjunto de componentes, sistemas, instalaciones o normas administrativas dispuestas en centrales nucleares e instalaciones radiactivas para evitar o mitigar accidentes de cualquier tipo”. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

➤ Calidad

“Grado en el que un grupo de características inherentes de un objetivo cumple con los requisitos”. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)

- Cliente

“Persona u organización que podría recibir o que recibe un producto o un servicio destinado a esa persona u organización o requerido por ella”. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)
- Cultura de la seguridad

“Conjunto de características y actitudes de las organizaciones y personas que establecen, como prioridad absoluta, que las cuestiones de protección y de seguridad reciban la atención que merecen por su importancia”. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011)
- Eficacia

“Es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (Gutiérrez Pulido, 2010)
- Energía Nuclear

“Energía contenida en los núcleos de los átomos, que se libera en una reacción nuclear, como fisión, fusión o desintegración radiactiva”. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)
- Incidente

Suceso con fallo significativo de las disposiciones de seguridad, pero en los que subsiste una defensa en profundidad suficiente para hacer frente a otros fallos, o que tenga por resultado una dosis recibida por un trabajador que exceda el límite de dosis anual establecido y/o un suceso que cause la presencia de cantidades significativas de radiactividad en la instalación en zonas no previstas según el diseño y que requiera medidas correctivas. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)
- INES (Escala Internacional de Sucesos Nucleares)

Escala para la clasificación de incidentes y accidentes que pudieran ocurrir en una central nuclear, elaborada por un equipo internacional

de expertos con el objeto de proporcionar una más pronta y mejor comunicación sobre la gravedad y trascendencia que pudiera alcanzar un determinado suceso anómalo en una central nuclear. La escala comprende 7 niveles, de menor a mayor gravedad. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

➤ Núcleo del Reactor

“Región del reactor que contiene el combustible, el moderador, los venenos neutrónicos y estructuras soporte, y en la que se produce la reacción de fisión nuclear en cadena”. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

➤ Proceso

“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto”. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)

➤ Productividad

“Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos”. (Gutiérrez Pulido,H).

➤ Servicio

“Salida de una organización con al menos una actividad, necesariamente llevada a cabo entre la organización y el cliente”. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)

➤ SCRAM

“Disparo o parada rápida de emergencia del reactor; parada brusca del reactor mediante la inserción manual o automática de las barras de control, para evitar o minimizar las consecuencias de una condición considerada peligrosa”. (Foro de la Industria Nuclear Española, 2019)

## 2.5. Fundamentos teóricos y/o mapa conceptual

En el mapa conceptual de la Figura 20, se explica en resumen las variables dependientes que dan solución a la problemática general que es la gestión de riesgos, así como también se muestra las variables independientes con las cuales se da solución y apoyo al marco teórico que es al sistema de gestión integrado de la tesis de investigación realizada. A continuación, se detalla el esquema de como se ha implementado esta tesis:

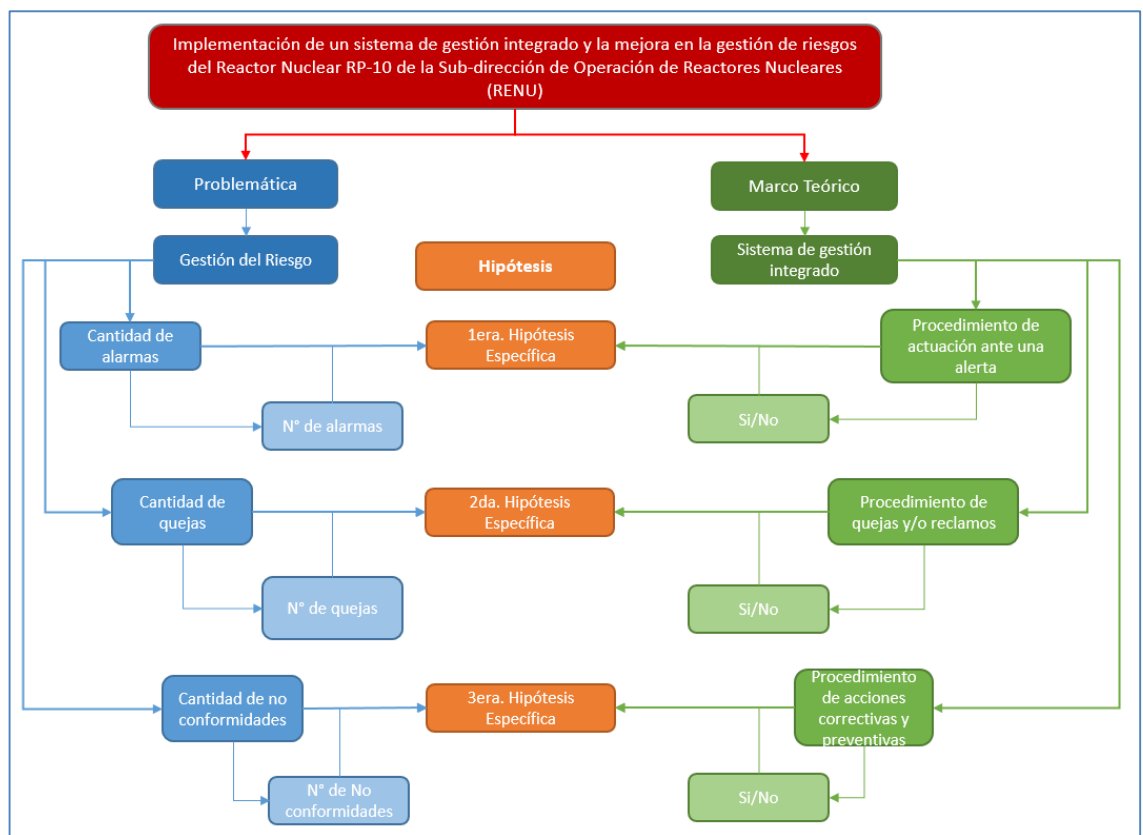


Figura 20: Mapa conceptual  
Elaboración Propia

## **2.6. Hipótesis**

### **2.6.1 Hipótesis general**

Si se implementa un sistema de gestión integrado, entonces se mejorará la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)

### **2.6.1 Hipótesis específicas**

- a. Mediante la implementación de un procedimiento de actuación ante una alarma, se reducirá la cantidad de alertas en el Reactor Nuclear RP-10.
- b. Mediante la aplicación de un procedimiento de quejas y/o reclamos, se reducirá la cantidad de quejas.
- c. Mediante la implementación de un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se reducirá la cantidad de no conformidades.

## 2.7. Variables

### Para la hipótesis general:

- ✓ Independiente
  - Sistema de Gestión Integrado
- ✓ Dependiente
  - Gestión de Riesgos

### Para la hipótesis 1:

- ✓ Independiente
  - Procedimiento de actuación ante una alarma
- ✓ Dependiente
  - Cantidad de alarmas
- ✓ Indicadores
  - N° de alarmas

### Para la hipótesis 2:

- ✓ Independiente
  - Procedimiento de quejas y/o reclamos
- ✓ Dependiente
  - Cantidad de quejas
- ✓ Indicadores
  - N° de quejas

### Para la hipótesis 3:

- ✓ Independiente
  - Procedimiento de acciones correctivas y preventivas
- ✓ Dependiente
  - Cantidad de no conformidades

- ✓ Indicadores
  - N° de no conformidades

✓ **Matriz de Operacionalización**

Las variables independientes como las variables dependientes y sus indicadores, presentadas anteriormente permitieron trasladar el marco metodológico en un plan de acción, donde se pudo determinar en detalle el método a través del cual cada una de las variables serán medidas y analizadas. A continuación, se muestra la matriz de operacionalización utilizada para el estudio de la investigación. Ver Tabla 05.

Tabla 05:  
Matriz de Operacionalización

<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Procedimiento de actuación ante una alarma	Si / No	Establecer los pasos a seguir para la actuación ante una alarma que se presente en el tablero mímico. Elaboración: Propia	Mediante la aplicación de herramientas y/o técnicas a favor del procedimiento de actuación ante una alarma.
Procedimiento de quejas y/o reclamos	Si / No	Establecer el método para recepcionar, realizar seguimientos, evaluar, investigar, tomar las acciones necesarias para el cierre y dar respuesta a las quejas y/o reclamos recepcionada por parte de los clientes. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2019)	Mediante la aplicación de herramientas y/o técnicas a favor del procedimiento de quejas y/o reclamos.
Procedimiento de acciones correctivas y preventivas	Si / No	Establecer los lineamientos para el tratamiento de las no conformidades u observaciones, desde su declaración hasta el cierre de las mismas; a fin de asegurar que las acciones correctivas y/o preventivas tomadas sean eficaces y permitan eliminar las causas que las ocasionaron. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2019)	Mediante la aplicación de herramientas y/o técnicas a favor del procedimiento de acciones correctivas y preventivas.
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Cantidad de alarmas	N° de alarmas	Alarmas: Probables fallas de los equipos que no se encuentran dentro del rango normal de funcionamiento. Fuente: Propia	Mediante el resultado de alarmas en el RP-10.
Cantidad de quejas	N° de quejas	Queja: Toda expresión de insatisfacción hecha por el cliente, relacionado con el servicio y donde se espera una respuesta o solución. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)	Mediante el resultado de reclamos en el RP-10.
Cantidad de no conformidades	N° de No Conformidades	No conformidad: Incumplimiento de un requisito. (Organismo Internacional de Normalización, 2015)	Mediante el resultado de las no conformidades en el RP-10.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

#### ✓ Tipo de la investigación

De acuerdo al autor Murillo, la investigación aplicada tiene el siguiente concepto:

Toma el nombre de “investigación práctica o empírica”, busca la aplicación o utilización de conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la practica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Murillo, 2008)

El tipo de investigación que se ha planeado para realizar esta tesis es mediante la investigación aplicada ya que se buscarán nuevas formas de aplicación de dicho conocimiento en problemas prácticos detectados en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU). No se interesa necesariamente en incrementar el conocimiento teórico, sino más bien busca nuevas formas de aplicación de dicho conocimiento en problemas prácticos.



✓ **Método de la investigación**

De acuerdo al autor Hernández, Fernández & Baptista, la investigación explicativa tiene el siguiente concepto:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

El método de la investigación que se ha planeado para realizar esta tesis es mediante la investigación explicativa porque busca encontrar las causas que originan los problemas establecidos en dicha investigación.

✓ **Diseño de la investigación**

De acuerdo al autor Pedhazur & Schmelkin, el diseño de la investigación -cuasi experimental tiene el siguiente concepto:

Es una investigación que posee todos los elementos de un experimento, excepto que los sujetos no se asignan aleatoriamente a los grupos. En ausencia de aleatorización, el investigador se enfrenta con la tarea de identificar y separar los efectos de los tratamientos del resto de factores que afectan a la variable dependiente. (Pedhazur & Schmelkin, 1991)

El diseño de la investigación que se ha planeado para realizar esta tesis es experimental mediante su variante cuasi experimental, por medio de pre test – post test con series de tiempo, cuyo esquema se presenta a continuación:

**O1 O2 O3 X O4 O5 O6**

En donde:

**O:** Observación o resultado de la variable dependiente

**X:** Aplicación de la variable independiente.

Por ende, los sujetos son diferentes, no se asignan al azar ni se emparejan.

### 3.2. Población y muestra

De acuerdo al autor Hernández, Fernández & Baptista, la población tiene el siguiente concepto:

Población o universo, conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Una deficiencia que se presenta en algunos trabajos de investigación es que no describen lo suficiente las características de la población o consideran que la muestra la representa de manera automática. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

De acuerdo al autor Hernández, Fernández & Baptista, la muestra tiene el siguiente concepto:

Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población. El interés es que la muestra es estadísticamente representativa. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

A continuación, se presenta la población y la muestra que se emplearán por cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación en el Pre Test y Post Test:

#### ✓ Variable Dependiente 01

- **Población:** La población está compuesta por todas las alarmas que se generan en el tablero mímico y el tamaño es finito.

- **Muestra:** La muestra es igual a la población.

✓ **Variable Dependiente 02**

- **Población:** La población está compuesta por todos los reclamos que tiene el RP-10 del cliente interno, que es la Planta de Producción de Radioisótopo y el tamaño es finito.
- **Muestra:** La muestra es igual a la población.

✓ **Variable Dependiente 03**

- **Población:** La población está compuesto por todas las no conformidades que tiene la Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) y el tamaño es finito.
- **Muestra:** La muestra es igual a la población.

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente Tabla 06 se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

Tabla 06:  
Técnicas e instrumentos

Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar
Análisis Documental	Registro de contenido del documento
Entrevistas	Apuntes

Fuente: Elaboración propia

#### **a. Técnicas de recolección de datos**

- ✓ Análisis documental

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de alarmas

- ✓ Entrevista

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de quejas

- ✓ Análisis documental

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de no conformidades

#### **b. Instrumentos de recolección de datos**

- ✓ Registro en el cuaderno de incidentes del RP-10

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de alarmas

- ✓ Apuntes de entrevista al Sub director de RENU

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de quejas

- ✓ Registro en los informes de auditoría, revisión de evidencias y auditoria a todo RENU

Se aplica a la variable dependiente: Cantidad de no conformidades

#### **c. Criterio de validez del instrumento**

De acuerdo al autor Hernández, Fernández & Baptista, la validez tiene el siguiente concepto:

“Grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir”.  
(Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

En el caso de mis tres hipótesis, se está usando información formalmente entregada por la Sub dirección de RENU, del cual la información de la cantidad

de alarmas se han obteniendo del cuaderno de incidentes; la información de las quejas se ha obtenido mediante una entrevista al Jefe del Reactor RP-10 y por último la información de las no conformidades se han obtenido de los informes de auditoría.

#### **d. Criterio de confiabilidad de instrumento**

De acuerdo al autor Hernández, Fernández & Baptista, la confiabilidad tiene el siguiente concepto:

“Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”.  
(Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

En el caso de mis tres hipótesis, no es aplicable el criterio de confiabilidad de instrumento.

### 3.4. Descripción de procedimientos de análisis

Se tomarán datos de la población de estudio de las operaciones realizadas durante los años 2017 y 2018 para las primeras dos variables y del año 2018 para la tercera variable, a fin de conocer la información que nos servirá como pre – test de datos. Luego de lo cual se aplicarán las herramientas propuestas para una futura recopilación de datos para el post – test, durante el año 2019 ( enero a junio).

Por otro lado, con las variables y sus indicadores ya establecidos, me permitió medir, analizar y verificar los datos, y así obtener la información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. Para ello se desarrolló la matriz de análisis de datos que se muestra a continuación (Ver Tabla 07).

Tabla 07:  
Matriz de Análisis de datos

Variable	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Cantidad de alarma	N° de alarmas	Escala de Proporción / Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)</li> <li>✓ Dispersión (varianza, desviación estándar)</li> <li>✓ Posición (cuartiles)</li> <li>✓ Forma (asimetría y curtosis)</li> </ul>	Prueba no paramétrica (Wilcoxon).
Cantidad de quejas	N° de quejas	Escala de Proporción / Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)</li> <li>✓ Dispersión (varianza, desviación estándar)</li> <li>✓ Posición (cuartiles)</li> <li>✓ Forma (asimetría y curtosis)</li> </ul>	Prueba no paramétrica (Wilcoxon).
Cantidad de no conformidades	N° de No Conformidades	Escala de Proporción / Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)</li> <li>✓ Dispersión (varianza, desviación estándar)</li> <li>✓ Posición (cuartiles)</li> <li>✓ Forma (asimetría y curtosis)</li> </ul>	Prueba no paramétrica (Wilcoxon).

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados

#### ✓ **Variable Independiente 1: Procedimiento de actuación ante una alarma**

##### ✓ **Antes**

Un indicador de un correcto funcionamiento del Reactor Nuclear RP-10 es la cantidad de alarmas que se generaban en los pupitres de la Sala de Control, por lo que se tenía que mitigar la cantidad de alertas generadas en dicho pupitre, ya que esto generaba problemas en la operación. Si esas alarmas no son adecuadamente gestionadas, se generan SCRAM (parada de emergencia del reactor, por medio de la caída libre de las 5 barras en simultáneo – 2 barras de control y 3 barras de seguridad).

Si por algún motivo fallasen los sistemas de seguridad, existe la probabilidad de poner en riesgo la integridad del núcleo del Reactor RP-10, que a su vez podía emitir contaminantes radiactivos hacia el medio ambiente ocasionando incidentes o accidentes de acuerdo a la gravedad de la pérdida de integridad. Además, cada vez que se producía el SCRAM había un tiempo muerto para volver a levantar el reactor (Se tenía que volver a subir las barras de control y cada uno demoraba aproximadamente 7 minutos, en total eran 14 minutos).



Las alarmas se dan por fallos o errores en la operación del reactor (factor humano, fallas de equipos o máquinas) y se producía por los diversos motivos, entre ellos, sobrepasar el periodo, temperatura, diferencia de presión en el núcleo, caudal, depresión de aire en el edificio del reactor, niveles de dosis en boca de tanque, corte de energía eléctrica y de acuerdo a la lógica de seguridad podría generarse SCRAM.

Dentro de la lógica se tiene alarmas y acciones de seguridad (introducción automática y reducción de potencia) y trabajan con diversas lógicas y la mayoría son 2 / 3, dos indicaciones generan una acción al superar el nivel máximo de seguridad que se tiene en el Reactor Nuclear RP-10 que, de acuerdo a su diseño, se tiene extinción del reactor.

La data pre – test de la cantidad de alarmas desde enero del 2017 a diciembre del 2018, es la que se muestra en la siguiente Tabla 08

Tabla 08:  
Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10 – Pre Test

2017	2018
8	7

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

En la Tabla 09 se precisan las fechas en las cuales se han dado las alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.

Tabla 09:  
Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Pre Test

2017		2018	
Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad
09/02	01	03/03	01
02/03	01	25/05	01
22/03	01	26/05	01
19/04	01	06/06	01
29/04	01	25/08	01
19/05	01	21/09	01
15/07	01	28/11	01
06/10	01		

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

Se agrupan las alarmas de acuerdo a los motivos y se detallan en la siguiente Tabla 10:

Tabla 10:  
Motivo de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Pre Test

2017- 2018	
Motivo	Cantidad
Falla en módulo de instrumentación	02
Salto por periodo de cadena de arranque	03
Salto por periodo de cadena de marcha	02
Corte de energía	02
Disparo por diferencia de presión	03
Disparo por periodo alto en temperatura	03

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

### ✓ Teoría

Para esta variable independiente, se ha implementado un procedimiento de actuación ante una alarma para poder evitar que se lleguen a generar SCRAM en el RP-10 y reduciendo la probabilidad de que suceda algún accidente nuclear.

Las alarmas de seguridad son:

Aquellos destinados a informar sobre situaciones anormales o de riesgo, tanto para el personal como para la planta.

Estos sistemas, según su capacidad de llevar a cabo o no acciones automáticas pueden subdividirse en dos:

a.- Sistemas de alarma con acción automática: tenemos el sistema de parada (Lógica de SCRAM), introducción automática de las barras de control y el sistema de reducción de potencia (únicamente

para el comando automático).

b.- Sistemas de alarma simples: según su mayor o menor importancia para la operación del reactor, se ubican los respectivos indicadores sobre el pupitre de comando o en los armarios de instrumentación (paneles sinópticos) en la sala de control. (Instituto Peruano de Energía Nuclear, 2018)

Estos sistemas de alarmas que se pueden generar en la lógica del RP-10 se pueden dar por lo siguiente: Redundancia en las cadenas de medición, diversificación de los sistemas de medición, fallas sin riesgo, fallas debido a causas comunes, acciones de seguridad, confiabilidad, disponibilidad, prueba en servicio.

Las alarmas que se producen en el tablero mímico son por los siguientes motivos: sobrepasar el periodo, temperatura, diferencia de presión en el núcleo, caudal, depresión de aire en el edificio del reactor, niveles de dosis en boca de tanque, corte de energía eléctrica y de acuerdo a la lógica de seguridad podría generarse SCRAM. Estas lógicas de seguridad (introducción automática y reducción de potencia) en su mayoría son 2/3, es decir dos indicaciones generan una acción al superar el nivel máximo de seguridad que se tiene en el Reactor Nuclear RP-10.

Además estos sistemas de alarmas tienen valores establecidos como límites y condiciones de la operación que son calculados por medio de lenguajes de programación (software) por el departamento de cálculo, análisis y seguridad (CASE). Estos límites y condiciones para la operación del RP-10 se calculan cada vez que se realiza un cambio de configuración de núcleo y se tienen que establecer antes de cada inicio de operación con una nueva configuración de núcleo. En este procedimiento se ha establecido que esta verificación de los límites y condiciones de la operación los realice el departamento de garantía de calidad, en la cual previo al inicio de la operación libera el sistema de seguridad y el SAD, así como el departamento de mantenimiento también realiza liberaciones de los diversos sistemas del reactor previo al inicio de una operación.

✓ **Después**

Luego de la implementación del procedimiento de actuación de alarma, se obtuvieron los siguientes datos post – test con relación a la cantidad de alarmas desde Enero a Junio 2019, en la cual se presenta en la siguiente Tabla 11

Tabla 11:  
Cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10 – Post Test

2019
5

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

En la Tabla 12 se precisan las fechas en las cuales se han dado las alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.

Tabla 12:  
Fechas de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Post Test

2019	
Fecha	Cantidad
04/01	01
30/01	01
01/02	01
19/02	01
01/06	01

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

Se agrupan las alarmas de acuerdo a los motivos y se detallan en la siguiente Tabla 13:

Tabla 13:  
Motivo de las alarmas ocurridas en el tablero de mando – Post Test

2019	
Motivo	Cantidad
Falla en módulo de instrumentación	01
Disparo por temperatura de salida	02
Disparo por cámara de fisión N° 1	01
Salto por periodo de cadena de arranque	01

Fuente: Libro de Incidentes Operacionales del RP-10

✓ **Variable Independiente 2: Procedimiento de quejas y/o reclamos**

✓ **Antes**

No se venía realizando el análisis de la atención que se le brinda a la Planta de Producción de Radioisótopos con relación a las muestras o actividad entregada en Curie por cada operación del Reactor Nuclear RP-10, no teníamos información sobre el nivel de aceptación o rechazo sobre el servicio de atención brindado por la irradiación a sus muestras. Además, los diversos sistemas de gestión no se encontraban articulados y no se contaba con un procedimiento de queja y/o reclamos en la cual se explica todos los pasos y secuencias que se realizan para poder registrar, atender, dar solución y generar una acción correctiva para que no vuelva a ocurrir dicho reclamo por parte de nuestro cliente interno, que es la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR).

En aquel entonces, el cliente interno cuando tenía alguna insatisfacción sobre la muestra y/o cantidad de actividad entregada en Curie (Ci), nos lo hacían saber por medio de una llamada telefónica o algún correo al día siguiente de entregada la muestra o en algunos casos 2 a 3 días después, en la cual se recepcionaba la información y se tomaba en cuenta para poder darle solución en la próxima operación del Reactor Nuclear RP-10 o en algunos casos se analizaba la posibilidad de entregarle alguna muestra adicional si contábamos disponible en ese momento en el Reactor y con la actividad solicitada.

La data pre – test de la cantidad de quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos desde enero del 2017 a diciembre del 2018, es la que se muestra en la siguiente Tabla 14.

Tabla 14:  
Cantidad de quejas de la PPRR – Pre Test

<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>8</b>	<b>12</b>

Fuente: Apuntes de entrevista al Sub director de RENU

Hay muchos casos en las cuales no quedaba registro alguno sobre las quejas o reclamos del cliente interno y por ende no teníamos un histórico confiable de los problemas repetitivos o posibles fallas que podíamos tener en el proceso de irradiación de sus muestras, para poder tomar una acción efectiva de los mismos.

Adicional a ello, se contaba solo con registros de la cantidad de muestras entregadas más no de la actividad entregada, puesto que el Departamento de Operaciones no contaba con un Activimetro, por lo cual al día siguiente si un operador o Jefe del Reactor RP-10 deseaba conocer la actividad entregada tenía que preguntar al Jefe de Producción de la Planta de Producción de Radioisótopos dicha actividad, la cual solo lo tenían para conocimiento pero no lo registraban en ningún documento, por ende no se tenía registro histórico de la actividad entregada versus la solicitada.

Solo se consideraba un aproximado de actividad por muestra entregada que es de 5 Curie y se multiplicaba por las muestras entregadas y así obtenían la cantidad aproximada total entregada.

Por todo lo indicado en los párrafos anteriores, se veía necesario realizar una estrategia de atención a nuestro cliente interno para poder corregir nuestras falencias y optimizar nuestros recursos para poder brindarles un servicio de calidad en la producción de irradiación de sus muestras, en la cual podíamos entregar la actividad requerida sin problemas ni retrasos y con la satisfacción al cliente adecuado.

### ✓ **Teoría**

Para esta variable independiente, se articularon diversos sistemas de gestión y se implementó un procedimiento para quejas y/o reclamos aplicables para todos los clientes que cuenta el Reactor Nuclear RP-10, pero en esta investigación solo nos basamos en el cliente interno que es la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR). Este procedimiento se encuentra basado

en los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015, Requisito de Seguridad N° GS-R-3 “Sistemas de gestión de instalaciones y actividades” y la Guía de Seguridad N° GS-G-3.1 “Aplicación del sistema de gestión de instalaciones y actividades” del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Este procedimiento nos establece el método para recepcionar, realizar seguimiento, evaluar, investigar, tomar las acciones necesarias para el cierre y dar respuesta a las quejas recepcionadas por parte de los clientes internos, así como también nos ayuda a tener una base de datos, una trazabilidad y un seguimiento de las quejas y/o reclamos de nuestros clientes, la cual nos brinda información sobre el nivel de aceptación o rechazo sobre el servicio de atención que brindamos, que en esta investigación es sobre el servicio de irradiación de muestra.

Todo ello supondrá una gestión de la empresa, sus productos y procesos, basada en la calidad, y llevará a la misma a obtener el máximo de ventajas competitivas y la satisfacción total de los clientes mediante la identificación, aceptación y satisfacción de todas sus expectativas y necesidades a través de los procesos, productos y servicios. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

Las quejas son recepcionadas por el Jefe del Reactor RP-10, Sub director de RENU y Director de Producción, luego son comunicadas al Departamento de Garantía de Calidad, quien registrará y realizará el seguimiento de la queja y/o reclamo.

El registro es realizado por el Departamento de Garantía de Calidad en el formulario de atención de queja o reclamos del cliente, en donde se registra todas las quejas o reclamos (es decir, quejas procedentes), comunicadas formalmente por parte de nuestros clientes, incluyendo a la Planta de Producción de Radioisótopos. Las quejas formuladas por la PPRR son referentes a las muestras irradiadas o actividad entrega en Curie, las cuales no cumplen con los requisitos solicitados como son: Entrega de menor actividad

en Curie, entrega de mayor actividad en Curie, cantidad de muestras irradiadas innecesarias, etc. Con esta información registrada podemos realizar el análisis sobre la atención y/o satisfacción de nuestros clientes a fin de tener una retroalimentación y mejora continua de nuestro proceso de irradiación de muestras para la PPRR.

Con relación a las quejas que proceden, se vuelven en reclamos y se les trata igual que una No conformidad, en la cual se tiene que realizar el registro en el formulario de solicitud de acción correctiva/preventiva correspondiente al procedimiento de acciones correctivas y preventivas, en donde se analiza la investigación de las causas, se proponen acciones correctivas y al cabo de 90 días calendarios se verifica la eficacia de las acciones tomadas.

Adicional a ello, se instaló un Activímetro en la puerta del corredor caliente, para poder realizar la medición de la actividad en Curie de las muestras irradiadas entregadas a la Planta de Producción de Radioisótopos en cada operación del Reactor Nuclear RP-10. De esta manera ya el Departamento de Operaciones contaba con la cantidad exacta de la actividad entrega en Curie a la Planta de Producción de Radioisótopos y ya no dependíamos de la Planta para poder tener la información real o final.

#### ✓ Después

Luego de la implementación del procedimiento de quejas y/o reclamos, se obtuvieron los siguientes datos post – test con relación a la cantidad de quejas de la Planta de Producción de Radioisótopos desde Enero a Junio 2019, en la cual se presenta en la siguiente Tabla 15

Tabla 15  
Cantidad de quejas de la PPRR – Post Test

2019
6

Fuente: Registro de quejas - IPEN



### **Variable Independiente 3: Procedimiento de acciones correctivas y preventivas**

#### **✓ Antes**

Una manera de mejorar la gestión es aprender de los errores e implementar las correcciones y mejoras de acuerdo a los hallazgos en las revisiones. Se resalta que no se tenía implementado un procedimiento de acciones correctivas y preventivas para poder analizar las no conformidades u observaciones que resultaban de las auditorías internas realizadas a todos los Departamentos de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU) correspondiente al Reactor Nuclear RP-10.

Para soportar mejor el sistema de gestión, se está implementando un procedimiento de acciones correctivas y preventivas para poder analizar la causa raíz de la no conformidad u observaciones obtenidas como resultados de las auditorías internas, hallazgo del personal, producto no conforme, entre otros. Además, se colocan las acciones correctivas y/o preventivas con fechas propuestas de su implementación y luego se realiza la verificación de la eficacia de las acciones tomadas.

Siguiendo el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se ha minimizado los riesgos existentes, así como también se está trabajando de manera segura.

Por todo ello, se ha realizado una auditoría interna realizada en el mes de junio del 2018 sobre el cumplimiento de la licencia de operación del RP-10 vigente. Esta auditoría del año 2018 fue realizada 4 años después de su última auditoría (2014).

Los resultados de la auditoría del año 2018 se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16:  
Resultados de Auditoría – junio 2018

PROCESOS AUDITADOS	NO CONFORMIDADES
Dpto. Operaciones	7
Dpto. Seguridad Integral	5
Dirección de Producción	3
Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)	2
Dpto. Garantía de Calidad	2
Dpto. Mantenimiento	0
<b>Total</b>	<b>19</b>

Fuente: Informes de Auditoría Interna 2018

Teniendo un total de 19 No conformidades como resultados de la Auditoría del mes de junio del 2018.

En aquel entonces había algunas No Conformidades que no habían sido levantadas y otras que se encontraban en proceso, lo cual fueron de suma importancia poder tomar las acciones correctivas y posteriormente las acciones preventivas para poder evitar tener una gestión de riesgo alta, en la cual era comprometedor para el Reactor Nuclear RP-10.

#### ✓ Teoría

Para esta variable independiente, se procedió a implementar un procedimiento de acciones correctivas y preventivas para poder analizar las no conformidades u observaciones que se generen de las auditorías internas realizadas a todos los Departamentos de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU), así como los hallazgos del personal, producto no conforme, revisión por la dirección u por otro motivo que se vea pertinente hacer uso de acciones correctivas para poder corregir los hallazgos encontrados.

En este procedimiento, se establece los lineamientos para el tratamiento de las no conformidades u observaciones, desde su declaración hasta el cierre de las

mismas; a fin de asegurar que las acciones correctivas y/o preventivas tomadas sean eficaces y permitan eliminar las causas que las ocasionaron.

A consecuencia del aumento de la calidad se produce un incremento de la productividad. La calidad y la productividad no están reñidas, en contra de lo que se pueda pensar. La idea es sencilla: la productividad y con ella la rentabilidad, aumenta porque disminuyen las reparaciones de aquellos productos que salen defectuosos o no cumplen las especificaciones que deben pasar a una fase que resuelva el problema, con el consiguiente coste en tiempo y dinero que conlleva. (Cuatrecasas & Gonzáles, 2017)

Luego se tienen los siguientes criterios para el ingreso de la información al formulario “solicitud de acciones correctivas/preventivas” los cuales son los siguientes:

En primer lugar, se llenarán los datos preliminares:

- Fecha:
- Número (se registrará el N°, de acuerdo al correlativo manejado por el Departamento de Garantía de Calidad, según fuese el caso).
- Tipo: Deberá marcarse con un aspa (X) si se trata de una No Conformidad (NC) o de una Observación (OBS).
- Fuente: Deberá marcarse con un aspa (X) de dónde proviene la No Conformidad u Observación (auditoría interna/externa, hallazgo del personal, producto no conforme, revisión por la dirección u otros).

Posteriormente, se redactará la No Conformidad u Observación, debiendo incluirse los siguientes criterios:

- Norma/Requisito Afectado: Deberá indicarse si se trata de un incumplimiento de un requisito concreto de la(s) norma(s) de referencia

auditadas y/o un incumplimiento de un requisito estipulado en el Sistema de Gestión de RENU.

- Evidencia: Es la prueba objetiva que sustenta la descripción redactada: documento(s) y/o registro(s) hallados, identificación de equipos, fotografías, etc.
- Descripción: Donde se redactará – de manera clara, precisa y concreta – cuál es el incumplimiento detectado y qué dimensión tiene (es decir, si el incumplimiento es parcial o total). Su contenido deberá ser incuestionable, evitándose los términos reiterativos y/o que dificulten su comprensión por parte del auditado.

Luego, se redactará la investigación de las causas que originaron la No Conformidad u Observación. En este punto, deberá considerarse en el análisis la solución de la causa raíz involucrada, utilizando la retroalimentación recibida de otras organizaciones, tanto internas como externas, se recurrirá a los adelantos técnicos y las investigaciones, se intercambiarán conocimientos y experiencias y se utilizarán técnicas que permitan determinar las mejores prácticas.

Para el caso de No Conformidad u Observación, se redactará el plan a seguir, incorporando las acciones correctivas/preventivas, fechas propuestas de implementación y responsables involucrados.

Finalmente, por parte del Departamento de Garantía de Calidad, se analizará la verificación de la eficacia de acciones tomadas, a efectos de constatar si el cierre fue oportuno y adecuado. En caso de que el cierre no se hubiese realizado en la fecha inicialmente planificada, se reprogramará posteriormente su cierre.

Siguiendo el procedimiento de acciones correctivas y preventivas implementado, se está minimizando los riesgos existentes, así como también se está trabajando de manera segura.

✓ **Después**

Luego de la implementación del procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se realizó una auditoría interna en el mes de junio del 2019 sobre el cumplimiento de la licencia de operación del RP-10 vigente y la documentación técnica de la Puesta en Servicio, en la cual se obtuvieron los siguientes datos post – test.

Los resultados de la auditoría del año 2019 se muestran en la Tabla 17

Tabla 17:  
Resultados de Auditoría – junio 2019

<b>PROCESOS AUDITADOS</b>	<b>NO CONFORMIDADES</b>
Dpto. Operaciones	1
Dpto. Seguridad Integral	1
Dirección de Producción	1
Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)	0
Dpto. Garantía de Calidad	0
Dpto. Mantenimiento	1
<b>Total</b>	<b>4</b>

Fuente: Informes de Auditoría Interna 2019

Teniendo un total de 04 No conformidades como resultados de la Auditoría del mes de junio del 2019.

## 4.2. Análisis de resultados

### ✓ Variable independiente 1: Procedimiento de actuación ante una alarma

#### ▪ Prueba paramétrica: Pre Test

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 18:

Tabla 18:  
Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de alarmas – Pre Test

		Estadístico
Alarmas	Media	2,5000
	Mediana	2,5000
	Varianza	,300
	Desviación estándar	,54772
	Mínimo	2,00
	Máximo	3,00
	Rango	1,00
	Rango intercuartil	1,00
	Asimetría	,000
	Curtosis	-3,333

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de alarmas en los datos Pre – Test se encuentran en la siguiente Tabla 19:

Tabla 19:  
Prueba de normalidad – Cantidad de alarmas – Pre Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alarmas	,319	6	,056	,683	6	,004

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de alarmas en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.004, valor que es menor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra no siguen una distribución normal.

▪ **Prueba paramétrica: Post Test**

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 20:

Tabla 20:  
 Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de alarmas – Post Test

		Estadístico
Alarmas	Media	1,2500
	Mediana	1,0000
	Varianza	,250
	Desviación estándar	,50000
	Mínimo	1,00
	Máximo	2,00
	Rango	1,00
	Rango intercuartil	,75
	Asimetría	2,000
	Curtosis	4,000

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de alarmas en los datos Post – Test se encuentran en la siguiente Tabla 21:

Tabla 21:  
 Prueba de normalidad – Cantidad de alarmas – Post Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Alarmas	,441	4	.	,630	4	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS



El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de alarmas en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.001, valor que es menor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra no siguen una distribución normal.

#### ▪ **Contrastación de Hipótesis**

Hipótesis: Si se implementa el procedimiento de actuación de alarma, entonces se logrará reducir la cantidad de alarmas.

$H_0$ = No existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

$H_1$ = Existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

Definimos el nivel de significancia que será de:  $\alpha = 0.05$

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ .
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ .

Los resultados de la contrastación de hipótesis de la cantidad de alarmas se encuentran en la siguiente Tabla 22:

Tabla 22:  
 Contrastación de hipótesis – Cantidad de alarmas

	Alarmas
U de Mann-Whitney	1,500
W de Wilcoxon	11,500
Z	-2,372
Sig. asintótica (bilateral)	,018
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,019 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupos

b. No corregido para empates.

Fuente: SPSS

Dado que ambos datos son no paramétricos y muestras independientes se utiliza el método de U de Mann - Whitney y se tiene el valor de la significancia igual a 0.018, menor a  $\alpha = 0.05$ .

Por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  donde se comprueba que existe una diferencia significativa.

✓ **Variable Independiente 2: Procedimiento de quejas y/o reclamos**

▪ **Prueba de paramétrica: Pre Test**

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 23:

Tabla 23:  
Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de quejas – Pre Test

		Estadístico
Quejas	Media	2,5000
	Mediana	2,5000
	Varianza	,286
	Desviación estándar	,53452
	Mínimo	2,00
	Máximo	3,00
	Rango	1,00
	Rango intercuartil	1,00
	Asimetría	,000
	Curtosis	-2,800

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de quejas en los datos Pre Test se encuentran en la siguiente

Tabla 24:

Tabla 24:  
Prueba de normalidad – Cantidad de quejas – Pre Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Queja	,325	8	,013	,665	8	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alterna  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de quejas en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.001 valor que es menor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Alterna  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra no siguen una distribución normal.

▪ **Prueba paramétrica: Post Test**

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 25:

Tabla 25:  
 Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de quejas – Post Test

		Estadístico
Quejas	Media	1,5000
	Mediana	1,5000
	Varianza	,333
	Desviación estándar	,57735
	Mínimo	1,00
	Máximo	2,00
	Rango	1,00
	Rango intercuartil	1,00
	Asimetría	,000
	Curtosis	-6,000

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de quejas en los datos Post – Test se encuentran en la siguiente Tabla 26

Tabla 26:  
 Prueba de normalidad – Cantidad de quejas – Post Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Queja	,307	4	.	,729	4	,024

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de quejas en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.024, valor que es menor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra no siguen una distribución normal.

#### ▪ **Contrastación de Hipótesis**

Hipótesis: Si se implementa el procedimiento de quejas y/o reclamos, entonces se logrará reducir la cantidad de quejas.

$H_0$ = No existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

$H_1$ = Existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

Definimos el nivel de significancia que será de:  $\alpha = 0.05$

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ .
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ .

Los resultados de contrastación de hipótesis de la cantidad de quejas se encuentran en la siguiente Tabla 27

Tabla 27:  
Contrastación de hipótesis – Cantidad de quejas

	Quejas
U de Mann-Whitney	4,000
W de Wilcoxon	14,000
Z	-2,225
Sig. asintótica (bilateral)	,026
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,048 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: VAR00001

b. No corregido para empates.

Fuente: SPSS

Dado que ambos datos son no paramétricos y muestras independientes se utiliza el método de U de Mann - Witney y se tiene el valor de la significancia igual a 0.026, menor a  $\alpha = 0.05$ .

Por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  donde se comprueba que existe una diferencia significativa.

✓ **Variable Independiente 3: Procedimiento de acciones correctivas y preventivas**

▪ **Prueba de Normalidad: Pre Test**

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 28:

Tabla 28:  
Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de no conformidad – Pre Test

		Estadístico
No Conformidad	Media	3,1667
	Mediana	2,5000
	Varianza	6,167
	Desviación estándar	2,48328
	Mínimo	,00
	Máximo	7,00
	Rango	7,00
	Rango intercuartil	4,00
	Asimetría	,540
	Curtosis	-,148

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de no conformidades de los datos Pre Test se encuentran en la siguiente Tabla 29



Tabla 29:  
Prueba de normalidad – Cantidad de no conformidades – Pre Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
No Conformidad	,193	6	,200 <sup>*</sup>	,957	6	,794

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de no conformidades en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.794 valor que es mayor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

#### ▪ Prueba paramétrica Post Test

Los datos estadísticos descriptivos se muestran en la siguiente Tabla 30:

Tabla 30:  
 Datos estadísticos descriptivos – Cantidad de no conformidad – Post Test

		Estadístico
No Conformidad	Media	,6667
	Mediana	1,0000
	Varianza	,267
	Desviación estándar	,51640
	Mínimo	,00
	Máximo	1,00
	Rango	1,00
	Rango intercuartil	1,00
	Asimetría	-,968
	Curtosis	-1,875

Fuente: SPSS

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$  = Los datos SI siguen una distribución normal.

$H_1$  = Los datos NO siguen una distribución normal.

Para determinar la prueba de normalidad de los datos se procedió a utilizar la prueba de Shapiro – Wilk para medir normalidad de la distribución, ya que el tamaño de muestra es “n”  $\leq$  30 y no se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov debido que miden normalidad de la distribución, cuando el tamaño de muestra es “n”  $>$  30.

Los resultados de normalidad de la cantidad de quejas en los datos Post – Test se encuentran en la siguiente Tabla 31

Tabla 31:  
Prueba de normalidad – Cantidad de no conformidades – Post Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
No Conformidad	,407	6	,002	,640	6	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

El criterio de evaluación indica que:

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ . La distribución es normal.
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ . La distribución no es normal.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad Shapiro – Wilk son:

- ✓ Para la cantidad de no conformidades en el periodo del estudio, el valor de significancia es 0.001, valor que es menor a 0.05 que es el valor de significancia, por lo tanto, según el criterio de evaluación, se acepta la hipótesis Alternativa  $H_1$ , concluyendo que los datos de la muestra no siguen una distribución normal.

#### ▪ **Contrastación de Hipótesis**

Hipótesis: Si se implementa el procedimiento de actuación de alarma, entonces se logrará reducir la cantidad de alarmas.

$H_0$ = No existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

$H_1$ = Existe una diferencia significativa entre el total de cantidad de alarmas en el Pre – Test y el total de cantidad de alarmas en el Post – Test.

Definimos el nivel de significancia que será de:  $\alpha = 0.05$

- ✓ Si la significancia  $\geq 0.05$ . Se acepta la hipótesis Nula  $H_0$ .
- ✓ Si la significancia  $< 0.05$ . Se acepta la hipótesis Alterna  $H_1$ .

Los resultados de contrastación de hipótesis de la cantidad de no conformidades se encuentran en la siguiente Tabla 32

Tabla 32:  
Contrastación de hipótesis – Cantidad de no conformidades

	No Conformidad
U de Mann-Whitney	5,000
W de Wilcoxon	26,000
Z	-2,139
Sig. asintótica (bilateral)	,032
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,041 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: VAR00002

b. No corregido para empates.

Fuente: SPSS

Dado que ambos datos son no paramétricos y muestras independientes se utiliza el método de U de Mann - Whitney y se tiene el valor de la significancia igual a 0.032, menor a  $\alpha = 0.05$ .

Por lo tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$  donde se comprueba que existe una diferencia significativa.

## ✓ Resumen de resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la tesis de investigación, lo cual se resume en la Tabla 33.

Tabla 33:  
Resumen de resultados

Hipótesis Específica	Variables Independiente	Variables Dependiente	Indicador	Pre- Test	Post- Test	Diferencia
1	Procedimiento de actuación ante una alarma	Cantidad de alarmas	Nº de alarmas	8	5	37.5%
2	Procedimiento de quejas y/o reclamos	Cantidad de quejas	Nº de quejas	10	6	40%
3	Procedimiento de acciones correctivas y preventivas	Cantidad de no conformidades	Nº de no conformidades	19	4	78.95%

Fuente: Elaboración Propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ✓ Conclusiones

1. Para la primera hipótesis específica, la cantidad de alarmas obtenidas en el periodo 2017 -2018 (pre test), fueron de 15 alarmas en total, mientras que la cantidad de alarmas en el periodo de enero a junio del 2019 (post test) han sido de 05 alarmas, con lo cual al implementar el procedimiento de actuación de alarmas, se redujo en un 37.5% la cantidad de alarmas de seguridad que se muestran en el tablero mímico de la Sala de Control del RP-10. Lo cual a su vez reduce la probabilidad de que ocurra un incidente o accidente nuclear.
2. Para la segunda hipótesis específica, la cantidad de quejas obtenidas en el periodo 2017 -2018 (pre test), fueron de 20 quejas en total, mientras que la cantidad de quejas en el periodo de enero a junio del 2019 (post test) han sido de 06 quejas, con lo cual al implementar el procedimiento de quejas y/o reclamos, se redujo en un 40% la cantidad de quejas de nuestro cliente interno que es la Planta de Producción de Radioisótopos, que a su vez ha ayudado a mejorar la calidad y satisfacción de nuestro cliente.
3. Para la tercera hipótesis específica, la cantidad de no conformidades obtenidas en el periodo 2018 (pre test), fueron en total 19 no conformidades , mientras que la cantidad de no conformidades en el periodo 2019 (post test) han sido de 04 no conformidades, con lo cual al implementar el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se redujo en un 78.95% la cantidad de no conformidades obtenidas de las auditorías internas sobre el cumplimiento de la Licencia de Operación N° 3284 del Reactor Nuclear RP-10
4. Al implementar los procedimientos de actuación de alarmas, quejas y/o reclamos y acciones correctivas y preventivas, los sistemas de gestión se articulan y ayudan a tener un sistema de gestión integrado eficiente en los

diversos departamentos de la Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU).

5. Los lineamientos de la Norma Internacional ISO 9001:2015, los requisitos de seguridad N° GS-R-3 "Sistema de Gestión de instalaciones y actividades" de la OIEA, la Guía de seguridad N° GS-G-3.1 "Aplicación del sistema de gestión de instalaciones y actividades" de la OIEA, Normas de la OTAN y la Licencia de Operación N° 3284 del Reactor Nuclear RP-10, se aplicaron en la elaboración de los procedimientos para cada hipótesis de la investigación.
6. La información técnica que se obtiene sobre la instrumentación nuclear del Reactor Nuclear RP-10, como son los diferentes tipos de alarma de seguridad que se pueden generar en el tablero mímico de la sala de control, han sido generados por la Comisión Nacional de Energía Argentina (CNEA) al momento de la construcción del Reactor Nuclear RP-10, los cuales a la fecha se respeta la lógica de diseño original.

## ✓ **Recomendaciones**

1. La presente investigación puede ser aplicada a otros reactores nucleares de investigación, puesto que están alineados a la Norma Internacional ISO 9001:2015 y a las Normas de Seguridad de OIEA como los Requisitos de Seguridad de la OIEA GS-R-3, "Sistema de Gestión de instalaciones y actividades", del 2011. Así mismo al aplicar dichas normas con las herramientas de gestión aplicadas en este tesis, ayudará a articular los diversos sistemas de gestión a un sistema de gestión integrado, donde se prioriza la seguridad del reactor.
2. Para que la implementación de un Sistema de Gestión Integrado sea exitosa, se debe contar con el apoyo y liderazgo de la Alta Dirección, ya que nos brindará disponibilidad de recursos, facilidades y herramientas de gestión necesarias para favorecer la concientización del personal y lograr los objetivos que se plantea la organización de manera eficiente.
3. Se recomienda programar auditorías internas al sistema de gestión como mínimo dos veces al año y además sensibilizar al personal en temas de sistema de gestión integrado y cultura de seguridad, con el fin de minimizar los riesgos y realizar mejora continua a los procesos de la Sub dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU).
4. Se recomienda seguir con la articulación de los diversos sistemas de gestión que se tienen implementados en RENU (medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, seguridad física, seguridad radiológica y seguridad nuclear), con el fin de manejar un solo sistema de gestión que se encuentra articulado e integrado con los diversos procesos de apoyo y procesos estratégicos del Mapa de procesos de RENU.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

### Bibliografía

- Álvarez, G. (2012). *Satisfacción de los clientes y usuarios con el servicio ofrecido en redes de supermercados gubernamentales*. (Tesis de Post grado) Universidad Católica Andrés Bello.
- Antúnez, V. I. (2016). *Sistemas integrados de gestión: de la teoría a la práctica empresarial en Cuba*. Universidad de La Habana, Cuba. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de <http://scielo.sld.cu/pdf/cofin/v10n2/cofin01216.pdf>
- Asociación Española para la Calidad (AEC). (s.f.). Recuperado el 20 de Abril de 2019, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/accion-correctiva>
- Brown, A. (1992). *Gestión de la atención al cliente*. Diaz de Santos S.A. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=634hBJasWI4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=atencion+al+cliente&ots=WXfALRzvVQ&sig=Wfpmay3o9OeJFeUpkjjwLWDYQiY#v=onepage&q=atencion%20al%20cliente&f=false>
- Cuatrecasas, L., & Gonzáles, J. (2017). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Profit Editorial. Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de [https://books.google.com.pe/books?id=k449DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=sistema+de+gestion+integrado&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_jL\\_OvrjiAhUpwlkKHbdPARI4FBDoAQg3MAM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=k449DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=sistema+de+gestion+integrado&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi_jL_OvrjiAhUpwlkKHbdPARI4FBDoAQg3MAM#v=onepage&q&f=false)
- El País. (12 de Marzo de 2011). Accidentes nucleares. *Los accidentes nucleares más graves de la historia*. Recuperado el 09 de Marzo de 2019, de [https://elpais.com/internacional/2011/03/12/actualidad/1299884412\\_850215.html](https://elpais.com/internacional/2011/03/12/actualidad/1299884412_850215.html)
- Energía Nuclear. (05 de Octubre de 2013). *Energía Nuclear*. Recuperado el 14 de Marzo de 2019, de <https://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares/fukushima.html>
- Energía Nuclear. (2013). *Energía Nuclear*. Recuperado el 02 de Junio de 2019, de <https://energia-nuclear.net/reactor-nuclear>
- Foro de la Industria Nuclear Española. (08 de Marzo de 2019). *Foro Nuclear*. Recuperado el 03 de Abril de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/glosario>
- Gayoso, C. (2000). *Sistema de Aseguramiento de la Calidad para un Reactor Nuclear*. (Tesis Pre Grado) Universidad Mayor de San Marcos, Lima.



- Guerreo, X. (2011). *Método para el control de gestión del Sistema de la Calidad. Caso: División de desarrollo de Telemática de EDELCA*. (Tesis de Post grado) Universidad Católica Andrés Bello.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). Mexico: Mc Graw Hill. Recuperado el 26 de Mayo de 2019, de <https://www.udocz.com/read/calidad-total-y-productividad-humberto-gutierrez-pulido-1>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6ta edición). México: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 20 de Abril de 2019
- Hurtado, D. (5 de Noviembre de 2009). Periferia y frontera tecnológicas. Energía nuclear y dictadura militar en Argentina (1976-1983). *CTS*, 5(13), 37.
- Ideas Propias Editorial. (2007). *Calidad Total en la Atención al Cliente - Pautas para garantizar la excelencia en el servicio*. Recuperado el 09 de Abril de 2019, de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=xXdBBinORegC&oi=fnd&pg=PT9&dq=atencion+al+cliente&ots=TrNVCLyQid&sig=p\\_ii0GTeGf1B2zdBFMHQlgdUfTw#v=onepage&q=atencion%20al%20cliente&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=xXdBBinORegC&oi=fnd&pg=PT9&dq=atencion+al+cliente&ots=TrNVCLyQid&sig=p_ii0GTeGf1B2zdBFMHQlgdUfTw#v=onepage&q=atencion%20al%20cliente&f=false)
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. (22 de Marzo de 2019). *ININ*. Recuperado el 04 de Abril de 2019, de <http://www.inin.gob.mx/temasdeinteres/glosario.cfm>
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (1980). *Resumen Aspectos Generales de la Energía Nuclea. Situación Mundial y Situación del Perú*. Lima.
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2014). *www.ipen.gob.pe*. Recuperado el 04 de Abril de 2019, de [http://www.ipen.gob.pe/transparencia/transp\\_doc/d\\_generales/glosario\\_terminos\\_2014.pdf](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/transp_doc/d_generales/glosario_terminos_2014.pdf)
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2015). *IPEN*. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de <http://www.ipen.gob.pe>
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2018). *Informe de Análisis de Seguridad - Capítulo 8: Instrumentación y Control*. Lima.
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2018). *Informe de Análisis de Seguridad del RP-10. Capítulo 1: Introducción y descripción general de la instalación*. Lima. Recuperado el 20 de Abril de 2019
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2019). *Procedimiento de Acciones Correctivas y Preventivas*.
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. (2019). *Procedimiento de Queja y/o Reclamo*.
- ISM Consultoría y mejoras de negocios con soluciones GRC. (27 de Abril de 2018). *ISM Consultoría y mejoras de negocios con soluciones GRC*. Recuperado el 19 de Abril de 2019, de <https://www.ismgrc.com/sistema-gestion-integrado-sgi/>

- Martínez, Y. (2013). *Gestión de la Calidad*. Cucuta, Venezuela. Recuperado el 19 de Abril de 2019, de <https://docs.google.com/file/d/0B9EgEcLrchCATkNsaWhiNkNanc/edit>
- Murillo, W. (2008). *La investigación científica*. Recuperado el 18 de Abril de 2008, de <https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2007). *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA*. Vienna.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2011). *Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Requisito de Seguridad N° GS-R-3*. Viena.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2019). *Organismo Internacional de Energía Atómica*. Recuperado el 02 de Junio de 2019, de <https://www.iaea.org/es/temas/reactores-de-investigacion>
- Organismo Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9000*. Suiza.
- Organismo Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos*. Suiza. Recuperado el 02 de Junio de 2019
- Organismo Internacional de Normalización. (2018). *ISO 31000*. Suiza.
- Pedhazur, E., & Schmelkin, L. (1991). *Measurement, design and Analysis: an Integrated Approach*. Recuperado el 20 de Abril de 2019
- Pelaes, O. (2005). *Hacia la calidad de los servicios de las empresas contratistas de Telefónica del Perú*. (Tesis Post grado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Quijada, M. (2007). *Sistema de documentación del sistema de gestión de la calidad para una empresa nacional de transporte de encomiendas*. (Tesis de Post grado) Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela.
- Rivera, J. (2012). *Implementación de un Sistema de Calidad Nuclear en una empresa que trabaja bajo la norma ISO*. Instituto Politécnico Nacional, Mexico.
- Rodriguez, M., Piñero, C., & De llano, P. (2013). Mapa de riesgos: Identificación y gestión de riesgos. *Revista Atlantica de Economía*, 2. Recuperado el 06 de Marzo de 2019

# ANEXOS

## Anexo 1: Declaración de Autenticidad

A continuación se muestra el formato de autenticidad y no plagio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	Escuela de Posgrado
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO</b>		
<b>DECLARACIÓN DEL GRADUANDO</b>		
Por el presente, el graduando: (Apellidos y nombres)		
PRADO MURO, ANGÉLICA DEL CARMEN		
en condición de egresado del Programa de Posgrado:		
MAESTRIA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN EMPRESARIAL		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO Y LA MEJORA EN LA GESTIÓN DE RIESGOS DEL REACTOR NUCLEAR RP-10 DE LA SUB-DIRECCIÓN DE OPERACIÓN DE REACTORES NUCLEARES (RENU)		
<p>Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
 Firma del graduando		<u>26/06/2019</u> Fecha

## Anexo 2: Matriz de consistencia

A continuación se presenta la Matriz de consistencia utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla 2.01).

Tabla 2.01:  
Matriz de Consistencia

<b>Problemas Principal</b>	<b>Objetivos General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables Independiente</b>	<b>Indicador V.I.</b>	<b>Variables Dependiente</b>	<b>Indicador V.D.</b>
¿Cómo mejorar la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)?	Implementar un sistema de gestión integrado, para mejorar la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)	Si se implementa un sistema de gestión integrado, entonces se mejorará la gestión del riesgo en el Reactor Nuclear RP-10 de la Sub-dirección de Operación de Reactores Nucleares (RENU)	<i>Sistema de gestión integrado</i>	---	<i>Gestión del Riesgo</i>	---
<b>Problemas Especifico</b>	<b>Objetivos Especificos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>				
¿Cómo influye la implementación de un procedimiento de actuación ante una alerta, para reducir la cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10?	Implementar un procedimiento de actuación ante una alerta, para reducir la cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.	Mediante la implementación de un procedimiento de actuación ante una alerta, se reducirá la cantidad de alarmas en el Reactor Nuclear RP-10.	Procedimiento de actuación ante una alarma	Si/No	Cantidad de alarmas	N° de alarmas
¿Cómo influye la aplicación de un procedimiento de quejas y/o reclamos para reducir la cantidad de reclamos?	Aplicar un procedimiento de quejas y/o reclamos, para reducir la cantidad de reclamos.	Mediante la aplicación de un procedimiento de quejas y/o reclamos, se reducirá la cantidad de reclamos.	Procedimiento de quejas y/o reclamos	Si/No	Cantidad de quejas	N° de quejas
¿Cómo influye la implementación de un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, para reducir la cantidad de no conformidades?	Implementar un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, para reducir la cantidad de no conformidades.	Mediante la implementación de un procedimiento de acciones correctivas y preventivas, se reducirá la cantidad de no conformidades.	Procedimiento de acciones correctivas y preventivas	Si/No	Cantidad de no conformidades	N° de No Conformidades

Fuente: Elaboración Propia