

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO DEL
REACTOR NUCLEAR DE INVESTIGACIÓN RP-10 DEL
INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO

ROBERTO MIGUEL FELIPE GIOL SANDERS

PROMOCIÓN 1975 - II

LIMA – PERÚ

2 002

DEDICATORIA:

A mis queridos Padres
que con su aliento y esfuerzo
Han hecho posible
La culminación de mis estudios

“Mi más sincero agradecimiento
al Dr. Luis Lastra Espinoza
por su asesoramiento y guía en
la realización del presente trabajo”

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Objetivos | 3 |
| 1.2 Marco teórico | 3 |
| 1.2.1 La energía nuclear | 3 |
| 1.2.1.1 El átomo | 4 |
| 1.2.1.2 Fisión nuclear | 5 |
| 1.2.1.3 Reacción en cadena | 7 |
| 1.2.1.4 Reactor nuclear | 8 |

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA EMPRESA Y SU SITUACION ACTUAL

| | |
|---|----|
| 2.1 Reseña histórica | 11 |
| 2.2 Descripción actual de la empresa y sus instalaciones | 18 |
| 2.3 Organigrama y funciones | 19 |
| 2.3.1 Introducción | 19 |
| 2.3.2 Organigrama | 22 |
| 2.3.3 Funciones | 24 |
| 2.3.3.1 De los órganos de gobierno | 24 |
| 2.3.3.2 De los órganos de línea | 25 |
| 2.4 Principales productos y servicios que ofrece | 31 |
| 2.5 Visión | 33 |
| 2.6 Misión | 34 |
| 2.7 Objetivos institucionales. | 34 |
| 2.8 Valores | 34 |
| 2.9 Diagnostico institucional | 35 |
| 2.10 Identificación de problemas y perspectivas | 37 |
| 2.11 Análisis de la situación actual | 38 |
| 2.11.1 Análisis Externo: Identificación de las Oportunidades y Amenazas. | 38 |
| 2.11.2 Análisis Interno : Identificación de las Fortalezas y debilidades | 39 |
| 2.11.3 FODA de la Empresa. | 42 |
| 2.11.4 Determinación de los problemas más importantes | 44 |
| 2.11.5 Diagrama Causa – Efecto del problema más relevante de la Institución | 45 |

CAPITULO III

ANALISIS SITUACIONAL DEL MANTENIMIENTO DEL REACTOR NUCLEAR DE INVESTIGACIÓN RP-10

| | |
|--|----|
| 3.1 Descripción del Reactor Nuclear RP-10 | 46 |
| 3.2 Esquema del Reactor y sus sistemas auxiliares asociados. | 48 |
| 3.3 La Dirección General de Instalaciones. | 52 |
| 3.3.1 Identificación de actividades de la Dirección General de Instalaciones | 53 |
| 3.4 Ubicación del departamento de mantenimiento en el organigrama de la Dirección de Reactores. | 56 |
| 3.5 Funciones del Departamento de Mantenimiento. | 56 |

| | |
|---|----|
| 3.6 Funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento | 57 |
| 3.6.1 Jefe de Mantenimiento | 57 |
| 3.6.2 Responsable del Grupo mecánica | 59 |
| 3.6.3 Responsable del Grupo instrumentación y control | 60 |
| 3.6.4 Responsable del Grupo tratamiento de aguas | 61 |
| 3.6.5 Responsable del Grupo eléctrico | 62 |
| 3.7 Sistema actual de Mantenimiento | 62 |
| 3.7.1 Sistema de Mantenimiento correctivo | 63 |
| 3.7.2 Sistema de Mantenimiento preventivo. | 64 |
| 3.7.2.1 Sistemas y componentes sujetos a mantenimiento preventivo por áreas de responsabilidad. | 65 |
| 3.7.3 Sistema de información actual. | 68 |
| 3.7.4 Planillas de Mantenimiento Correctivo (PMC) | 69 |
| 3.7.4.1 Planillas de Solicitud de Servicio / Mantenimiento | 69 |
| 3.7.4.2 Planilla de Informe de Trabajo | 69 |
| 3.7.4.3 Responsabilidad del llenado y control de las PMC | 70 |
| 3.7.4.4 Funciones de las PMC | 70 |
| 3.7.5 Control de la programación y ejecución de las tareas de mantenimiento Correctivo | 71 |

CAPITULO IV

EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

| | |
|---|----|
| 4.1 Introducción | 72 |
| 4.2 Metodología empleada para efectuar el diagnóstico | 72 |
| 4.3 Utilización de un cuestionario sobre el Mantenimiento de las Instalaciones | 74 |
| 4.4 Diagrama Causa-Efecto. | 79 |
| 4.4.1 Determinación de los principales problemas en mantenimiento | 79 |
| 4.4.2 Análisis Causa-efecto de los principales problemas. | 80 |
| 4.5 Evaluación por la técnica del Radar de Mantenimiento. | 82 |
| 4.6 Evaluación por la técnica de auditoria COVENIN (deméritos) de la función Mantenimiento. | 86 |
| 4.7 Diagnóstico del área de Mantenimiento | 93 |

CAPITULO V

PLANEAMIENTO ESTRATEGICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

| | |
|--|-----|
| 5.1 Misión. | 95 |
| 5.2 Objetivos. | 95 |
| 5.3 Identificación de las Fortaleza, Debilidades, Oportunidades y Amenazas. | 96 |
| 5.3.1 Análisis Interno del área de mantenimiento: Fortalezas y debilidades | 96 |
| 5.3.2 Análisis Externo del área de mantenimiento: Oportunidades y Amenazas | 98 |
| 5.3.3 Factores Externos a la Empresa que afectan al Mantenimiento | 100 |
| 5.4 FODA del área de Mantenimiento | 100 |
| 5.5 Estratégicas | 102 |

CAPITULO VI

PROPUESTA DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DEL AREA DE MANTENIMIENTO

| | |
|--|-----|
| 6.1 Utilización del diagrama de árbol para plantear el despliegue de la solución al problema de la mala gestión del Mantenimiento | 103 |
| 6.2 Propuesta de solución..... | 104 |
| 6.3 Propuesta de un programa de Mantenimiento Preventivo Planificado | 104 |
| 6.3.1 Definición | 104 |
| 6.3.2 Objetivo | 109 |
| 6.3.3 Fundamentos del Sistema | 109 |
| 6.3.4 Condiciones previas | 110 |
| 6.3.5 Planilla de Mantenimiento Preventivo (PMP)..... | 112 |
| 6.3.5.1 Funciones de la PMP | 112 |
| 6.3.5.2 Responsabilidades del llenado de las PMP | 112 |
| 6.3.5.3 Distribución de las PMP | 113 |
| 6.3.5.4 Contenido de las PMP | 113 |
| 6.3.6 Planillas de Informe de Trabajo de Mantenimiento Preventivo | 117 |
| 6.3.6.1 Contenido de la Planilla de Informe de Trabajo de Mantenimiento Preventivo .. | 117 |
| 6.3.7 Planilla de Registro de Mantenimiento Preventivo (PRMP) | 119 |
| 6.3.7.1 Funciones de la PRMP | 119 |
| 6.3.7.2 Contenido de las PRMP | 119 |
| 6.3.8 Programa General de Mantenimiento Preventivo Planificado del Reactor RP-10 (PGMPP)..... | 121 |
| 6.3.8.1 Tareas de los Grupos de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico Instrumentación y Control y Tratamiento de Aguas | 121 |
| 6.3.8.2 Contenido del PGMPP | 121 |
| 6.3.9 Planillas Complementarias | 122 |
| 6.3.9.1 Planillas de Registro de datos de máquina o equipo | 122 |
| 6.3.9.2 Planilla de Historial de Equipos | 122 |
| 6.3.10 Programación de las tareas de Mantenimiento Preventivo..... | 124 |
| 6.3.10.1 Descripción y Organización | 124 |
| 6.3.10.2 Programación de los periodos o Ciclo | 124 |
| 6.3.10.3 Planillas de Programación del Mantenimiento Preventivo Planificado..... | 126 |
| 6.3.11 Control y Evaluación del Programa de Mantenimiento Preventivo Planificado: Utilización de Indicadores de Desempeño para el seguimiento de la solución. .. | 127 |
| 6.3.11.1 Elementos básicos. | 127 |
| 6.3.11.2 Gráficas e Indicadores de Control y Evaluación | 129 |
| 6.3.11.3 Otros Indicadores para evaluar la Gestión del Mantenimiento | 132 |
| 6.3.12 Algunos aspectos en la interpretación de los indicadores de avance en la gestión de mantenimiento. | 134 |
| Observaciones | 135 |
| Conclusiones y recomendaciones | 136 |
| Bibliografía | 139 |
| Anexos | 141 |

PROLOGO

El presente Informe de Suficiencia Profesional consiste en el análisis situacional del Mantenimiento del Reactor Nuclear de Investigación RP-10 del Centro Nuclear "RACSO" del Instituto Peruano de Energía Nuclear, la evaluación del sistema de mantenimiento actual y la propuesta de solución a los problemas del área de Mantenimiento con la implementación del programa de mantenimiento y consta de seis capítulos, que describen la situación actual del mantenimiento existente en ella.

El primer capítulo describe el aspecto teórico de la energía nuclear, la fisión así como de los componentes de un reactor nuclear de investigación.

El segundo capítulo describe los aspectos generales de la Empresa como son sus objetivos, la descripción general de la Empresa que nos indica con que se cuenta en estos momentos, su capacidad instalada, el organigrama funcional, la variedad de productos que se fabrican. Se identifica la visión, la misión, los objetivos institucionales, así como los valores principales con el cual en estos momentos se esta trabajando. Finalmente se realiza un análisis interno y externo de la situación actual de la empresa (FODA) determinándose los problemas más importante y efectuando un diagrama caausa-efecto del problema más relevante de la Institución.

En el tercer capítulo se analiza la situación actual del mantenimiento del reactor nuclear de investigación RP-10, describiendo el reactor nuclear RP-10, las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento, el sistema actual de mantenimiento y el sistema de información y control actual del mantenimiento.

En el cuarto capítulo se va evalúa el sistema actual del área de mantenimiento determinando los problemas principales que afectan a dicho sector, haciendo un análisis en

forma general usando herramientas de gestión de la calidad, como son Causa Efecto, técnica del Radar de Mantenimiento y la técnica de auditoria ó Evaluación por Deméritos. Se determina finalmente el problema actual del mantenimiento.

Después de haber analizado cuáles son los problemas más importantes del área de mantenimiento en el capítulo anterior, se plantea en el quinto capítulo un Planeamiento Estratégico a largo plazo mediante el análisis FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades – Amenazas).

En el sexto capítulo vamos se propone la solución a los problemas del área de Mantenimiento utilizando diagramas de árbol para plantear el despliegue de la solución de los problemas más importantes. Asimismo se propone un programa de mantenimiento preventivo planificado , el cual es susceptible de mejora continua mediante el análisis de los resultados que se vayan obteniendo y con la utilización de indicadores de desempeño para el seguimiento de la solución.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

En el presente trabajo se analiza el sistema de mantenimiento del Reactor Nuclear de Investigación RP-10 del Instituto Peruano de energía Nuclear utilizando técnicas de diagnóstico, revisando las funciones y responsabilidades correspondientes al mantenimiento, su planificación, su organización, el sistema de información y programación del mantenimiento, así como su control, proponiendo técnicas como la del radar, para un monitoreo más rápido que ayude a la toma de decisiones.

1.2 MARCOTEORICO

1.2.1 LA ENERGIA NUCLEAR

La energía concentrada de alta calidad es de una necesidad básica en nuestros días. Por lo que la energía mas concentrada disponible es la energía nuclear, la cual es accesible y aprovechada a través de los reactores nucleares. Un reactor nuclear utiliza, entre otros tipos, al uranio como combustible. Un kilo de uranio equivale a la energía producida quemando 3.000 toneladas de carbón. Por lo tanto las reservas mundiales de uranio representan un depósito asombroso de energía.

1.2.1.1 El átomo

Es la partícula más pequeña de un elemento que conserva sus propiedades. El diámetro medio de los átomos es del orden de $1 - 5 \times 10^{-8}$ cm, o sea del orden de la diezmillonésima de milímetro.

Los átomos están constituidos por la corteza y el núcleo. La corteza está formada exclusivamente por electrones, partículas de masa despreciable, o sea

prácticamente nula, y con carga eléctrica negativa; la carga eléctrica del electrón se toma como unidad fundamental de carga eléctrica.

En el **núcleo** hay diversas partículas, pero solo se considerará a los **protones** y **neutrones**. Los **protones** son partículas de masa; aproximadamente, una unidad atómica de masa, 1 u.m.a., y con carga eléctrica positiva; la carga eléctrica del protón y la carga eléctrica del electrón tienen exactamente el mismo valor, pero son de signo contrario. Los **neutrones** son partículas de masa aproximadamente iguala a la del protón; no tienen carga eléctrica.

El diámetro medio del núcleo del núcleo es del orden de 10^{-12} cm, o sea la cienmilmillonésima de milímetro. Si se compara el diámetro del núcleo con el total del átomo, y considerando la masa del electrón despreciable, se ve que la mayor parte de la masa total del átomo está concentrada en el núcleo, por lo que en los átomos, incluido el núcleo, hay más espacios vacíos que “llenos”.

Los **isótopos** son los distintos átomos de un elemento que tienen distinta masa atómica, el número atómico no varía. En primera aproximación, la masa atómica es igual al número de masa, suma de los protones y neutrones del núcleo; luego, la diferencia entre el número de masa y el número atómico da el número de neutrones.

Las **masas atómicas** que dan las tablas periódicas comunes son el valor promedio de su composición isotópica. Debido a esto, y además, a que en el átomo hay otras partículas, no son números enteros para cada elemento químico.

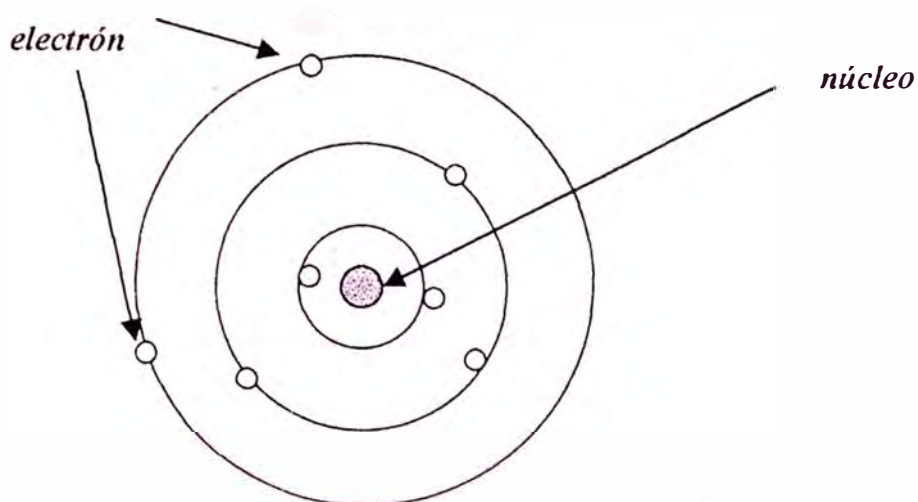


Figura 1.1: Composición de un Atomo

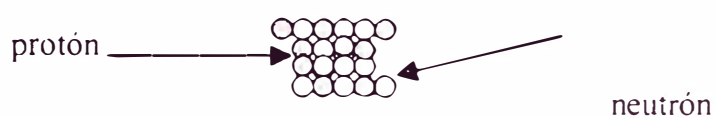


Figura 1.2: Composición del núcleo de un átomo

1.2.1.2 Fisión nuclear

Se entiende por fisión nuclear el proceso mediante el cual un núcleo pesado (de alta masa atómica) se fragmenta o fisiona en dos núcleos ligeros más estables. La siguiente reacción nuclear es un ejemplo de ello:

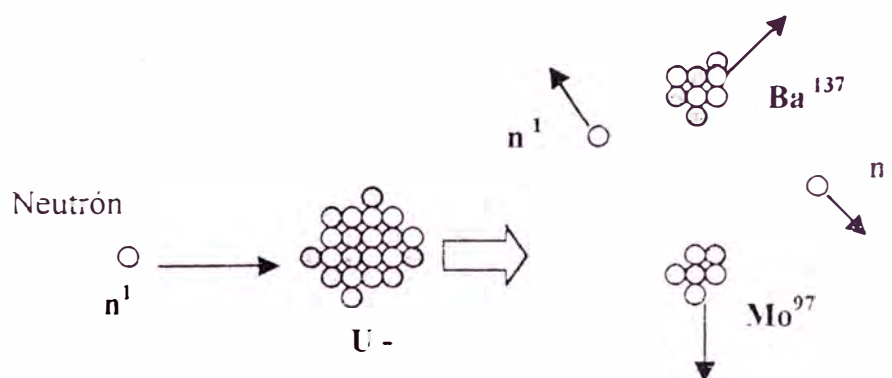
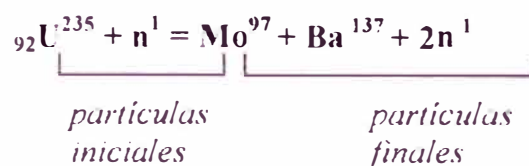


Figura 1.3: Descomposición por fisión del núcleo del átomo de Uranio - 235

Al uranio ^{235}U le incide un neutrón, el cual lo absorbe y se convierte en uranio ^{236}U ($235 \text{ nucleones} + 1 \text{ neutrón} = 236 \text{ nucleones}$), el cual es a su vez un isótopo inestable. Esta inestabilidad dura poco y el isótopo uranio ^{236}U se desintegra en un núcleo de molibdeno ^{97}Mo , un núcleo de bario ^{137}Ba y en dos neutrones.

Pero si se realiza un **balance de masa** a la reacción nuclear ya mostrada:



Tenemos:

| | | | | Total de masa en u.m.a. |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| Partículas iniciales | ${}_{92}\text{U}^{235}$ | n^1 | --- | 236.1284 |
| Masa en u.m.a. | 235.1175 | 1.0089 | --- | |
| Partículas finales | Mo^{97} | Ba^{137} | 2n^1 | 235.9040 |
| Masa en u.m.a. | 96.9365 | 136.9496 | 2.0179 | |
| Diferencia de masa en u.m.a. | | | | 0.2224 |

Como se puede apreciar, existe una diferencia de masa entre las partículas que reaccionan al inicio como al final. Esta diferencia de masa es por lo tanto la “pérdida de masa” o “desaparición de masa” que es convertida en energía.

Finalmente, esta energía se calcula de la siguiente manera:

$$0.2224 \text{ u.m.a.} \times \frac{4.11 \times 10^{-17} \text{ Kwh}}{1 \text{ u.m.a.}} = 9.14 \times 10^{-18} \text{ Kwh}$$

Esto quiere decir que por cada fisión del uranio ^{235}U se genera 9.14×10^{-18} Kwh de energía, por lo tanto en **1 kilo de Uranio** se generará **23.4×10^6 Kwh**, es decir, que equivaldría aproximadamente a la energía desprendida en la combustión completa de **2,700 toneladas métricas de Carbón**.

1.2.1.3 Reacción en cadena

Se acaba de ver que cuando un neutrón choca con un núcleo de ^{235}U y lo fisiona se originan dos o tres neutrones más que, si chocan nuevamente en las condiciones adecuadas con otros átomos de ^{235}U producirán nuevas fisiones con el desprendimiento de más neutrones. De esta forma se empieza una reacción en cadena de la que se desprende al final una cantidad considerable de energía.

Asimismo, el ^{235}U no existe libre en la naturaleza, sino mezclado con el ^{238}U en la proporción de 0,72 % y el ^{238}U absorbe neutrones sin fisionarse y se convierte en el ^{239}U . Por este motivo no puede nunca mantenerse una reacción en cadena cuando se utiliza únicamente uranio natural. Lo que se hace es utilizar como combustible el llamado **uranio enriquecido**, que es el que contiene una cantidad de ^{235}U superior en 20 % a la del uranio natural.

1.2.1.4 Reactor nuclear

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 investigación, y
- Los reactores de potencia.

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 utilizan los neutrones producidos por la fisión.

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

Las partes principales en que consta un Reactor Nuclear son:

- a. **El Moderador.** Se ha observado que el Uranio - 238 absorbe preferentemente neutrones dotados de alta velocidad, mientras que si los neutrones incidentes son de baja velocidad rebotan contra los núcleos atómicos sin ser absorbidos. Por otra parte el U - 235 es fisionado principalmente por neutrones que poseen velocidad baja. Los neutrones producidos en la fisión poseen una velocidad muy elevada, que pueden disminuir al chocar con otros átomos sin ser absorbidos, puesto que en cada choque el neutrón cede parte de su energía a los núcleos con los que choca.

Se utilizan los átomos de berilio, carbono y deuterio, que reciben el nombre de **moderadores**.

Así, pues, puede utilizarse como combustible el uranio natural cuando se mezcla con un moderador, puesto que entonces aumenta la probabilidad de que un neutrón, después de chocar con varios átomos de U – 238, sea absorbido por un átomo de U – 235 y se produzca la fisión, iniciándose la **reacción en cadena**. A los reactores que funcionan según este principio se les denominan reactores de uranio natural.

- b. **Masa Crítica**. Por otra parte, los neutrones poseen un poder de penetración muy grande, muchos de ellos se escapan por la superficie del reactor y no contribuyen a la reacción en cadena, y por ello, para reducir lo más que se pueda esta pérdida interesa que la mezcla de uranio natural y moderador llamada **núcleo del reactor**, posea un volumen muy grande y muy poca superficie en el exterior. Esto se consigue dándole forma esférica, puesto que en una esfera, al aumentar el radio, el volumen aumenta mucho más rápidamente que la superficie exterior y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de que un neutrón producido por el centro de la esfera choque con un átomo de U – 235 en vez de escaparse por la superficie. Al radio necesario para que mantenga la reacción en cadena se le llama “**radio crítico**”, y a la masa de uranio correspondiente, “**masa crítica**”.
- c. **Barras de Control**. Si la masa de uranio es menor que la masa crítica la reacción en cadena no puede mantenerse, y si es mucho mayor esta última crece demasiado deprisa y se produce la explosión nuclear a consecuencia del enorme y rápido desprendimiento de energía que se origina. Pero si, una

vez conseguida la masa crítica, se consigue controlar el ritmo de la reacción en cadena y evitar la explosión se tiene el principio de funcionamiento de los reactores nucleares. Esto se consigue mediante las llamadas **barras de control**.

Para conseguir el control de la reacción en cadena se introducen, parcialmente dentro del núcleo del reactor una s barras de cadmio o de boro, que son muy buenos absorbentes de los neutrones y que, por lo tanto frenarán, más o menos la reacción en cadena según la proporción en que estén introducidas.

d. **Refrigerante.** La mayor parte de la energía producida en cada fisión nuclear se transforma en calor dentro del núcleo del reactor, calor que es necesario extraer para evitar que el núcleo llegue a fundirse; para ello se utilizan refrigerantes que pueden ser líquidos o gaseosos, por ejemplo, agua ligera (H_2O), agua pesada (D_2O) y CO_2 .

e. **Blindaje Biológico.** Como dentro del núcleo del reactor se produce una gran cantidad de rayos β y γ que, de propagarse al exterior, ocasionarían en pocos minutos la muerte del personal, es necesario rodear el reactor con un grueso blindaje de plomo o de hormigón.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA EMPRESA Y SU SITUACION ACTUAL

2.1 RESEÑA HISTORICA

El 14 de Enero de 1942, a través de la promulgación de la Ley N° 9554, el Estado declara como de su propiedad, todas las fuentes de aguas mineromedicinales, cualquiera que sea la propiedad del terreno en que se hallen, y sea que afloren naturalmente o que se les descubra por trabajos de exploración.

El Código de Minería del 12 de Mayo de 1950 estableció en su Artículo 3° una política de participación del Sector Privado en la explotación de toda clase de sustancias minerales fijando un plazo de 5 años para esa actividad. Sin embargo en su Artículo 4° **exceptuaba** de la disposición anterior, entre otras, **a las sustancias radioactivas.**

Todas estas actividades relacionadas con los minerales o sustancias radioactivas estaban a cargo de la “**Junta de Control de Sustancias Radioactivas**”, entidad administrativa, creada el 25 de Febrero de 1954, bajo la dependencia del Poder Ejecutivo, en el Ministerio de Fomento y Obras Públicas, para administrar y hacer cumplir todas las reglamentaciones y disposiciones y las que en el futuro se dictasen con relación a dichas sustancias.

Tenía entre sus atribuciones:

- a. Dictar reglamentaciones u órdenes.
- b. Gestionar y celebrar contratos de compraventa de sustancias radioactivas.

- c. Establecer escalas de precios garantizados que se abonará por las sustancias radioactivas.
- d. Negociar la concertación de convenios internacionales..., para la venta de minerales y productos metalúrgicos con contenido de uranio y demás sustancias similares capaces de producir energía nuclear, que se produzcan en el Perú.
- e. Etc.

En su Artículo 4º se menciona que las sustancias radioactivas que por cualquier medio se obtengan, serán adquiridas únicamente por el Estado. Nadie podría transferir o entregar, entrar en posesión por cualquier título o exportar del Perú sustancias radioactivas después de su extracción del lugar en que hayan sido depositados por la naturaleza.

Posteriormente se amplió las funciones de la Junta de Control de Sustancias Radioactivas al campo técnico, variando el nombre de la entidad con la expedición del **Decreto Supremo N° 1 de 16 de Noviembre de 1955**, que crea una entidad técnico-administrativa con la denominación de “**Junta de Control de Energía Atómica**”, bajo la dependencia del Poder Ejecutivo. Dicho organismo asumió en todo el país todo lo concerniente a esta energía, así como las obligaciones y funciones que hasta ese momento tenía la Junta de Control de Sustancias Radioactivas.

Es a partir de 1946, con la primera Ley sobre Energía Atómica promulgada en los Estados Unidos, y hasta mediados de la década del 50, se advierten grandes avances ocurridos en la Aplicación de la Energía Atómica, creándose en muchos países regímenes especiales para la exploración, explotación, tratamiento y disposición de estas sustancias radioactivas.

Por la **ley N° 12493 del 20 de Diciembre de 1955**, el Congreso de la República autorizó al Poder Ejecutivo para dictar un **régimen legal especial al que debían sujetarse**

las **sustancias radioactivas**, como el uranio, el torio y similares que constituyen combustibles esenciales para generar energía atómica.

Basándose en la facultad otorgada al Ejecutivo mediante la referida ley, se promulgó el **Decreto Supremo N° 6 del 28 de Diciembre de 1955**, mediante el cual se aprobó el régimen especial al que debían sujetarse las sustancias radioactivas. Esta disposición limitó a dos años el período de exploración y se declaró indefinido el de explotación.

Se prohibió la extracción de sustancias radioactivas durante el período de exploración con excepción de las necesidades para muestreo o análisis que justificarían el otorgamiento de concesiones de exploración, manteniéndose siempre la política de reserva en la compraventa de esas sustancias, debiendo celebrar los contratos respectivos de Junta de Control de Energía Atómica a nombre del Estado, debidamente autorizado por la Dirección de Minería.

Por Resolución Suprema N° 2 del 5 de Mayo de 1956 se aprobó el **Reglamento de la Junta de Control de Energía Atómica**, estableciéndose su organización, atribuciones y las funciones de los diferentes órganos que la constituyeron.

Este dispositivo determinó el carácter técnico de la Junta como entidad promotora y de investigación de la Energía Atómica, especialmente en el campo de la Geología y Mineralogía a través del Departamento de Control de Sustancias Radioactivas; y el **uso de radioisótopos en las diversas áreas de aplicación**, a través del Departamento de Reactores.

Por **Decreto Ley 21094 del 4 de febrero de 1975**, se aprobó la Ley Orgánica del Sector Energía y Minas que en su **artículo Art. 36°** crea el **“Instituto Peruano de Energía Nuclear”**, como Institución Pública Descentralizada de ese Sector, en **reemplazo de la**

Junta de Control de Energía Atómica y con la misión de promover, coordinar y controlar el desarrollo de la Energía Nuclear y sus aplicaciones en el país.

De conformidad con el D.L. 21094 resultó necesario dictar su Ley Orgánica que determine sus funciones y regule su organización.

La Ley Orgánica, aprobado a través del Decreto Ley N° 21875 el 5 de julio de 1977, determina al Instituto Peruano de Energía Nuclear como persona jurídica de Derecho Público Interno con autonomía técnica, económica y administrativa, al mismo que se designa con las siglas **IPEN**. Este Instituto debe prestar el asesoramiento necesario a las autoridades del Gobierno en materia nuclear y conserva el principio de exclusividad de operaciones y beneficio de materiales nucleares existentes en el Territorio Nacional, comprendiendo incluso los ubicados en áreas de concesión y mar territorial así como la expedición de normas, licencias y regulaciones relativas a seguridad nuclear que debe observarse en las diversas acciones que impliquen utilización de radiaciones ionizantes.

La nueva organización del IPEN considera a la Presidencia como el máximo nivel de decisión que, con el otro órgano de Gobierno denominado Dirección Ejecutiva, constituyen la Alta Dirección.

El 14 de Febrero de 1967, los Estados Americanos, aprueban el “Tratado para la Proscripción de la Armas Nucleares en la América Latina”, documento que también que recibe el nombre de “Tratado de Tlatelolco” por haberse suscrito en esa ciudad del Estado Mejicano. Se establece un organismo internacional denominado “Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina” (OPANAL). Se dispone que dicho Organismo gozará en el Territorio de cada una de las partes contratantes de la capacidad jurídica y de las prerrogativas e inmunidades que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones.

La Convención fue aprobada por su Conferencia General según su resolución, el 9 de Setiembre de 1969, quedando abierta a firma el 23 de Diciembre de 1969.

Dicha convención fue aprobada en el Perú por el D.L. 21880 del 12 de julio de 1977, durante el Gobierno del General de División E.P., Francisco Morales Bermúdez C.

Encontrándose el Perú, a través del IPEN, ejecutando el Proyecto Centro Nuclear de Investigaciones del Perú, y siendo un país firmante del TNT, debía firmarse un Acuerdo con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para la aplicación de Salvaguardias. Este compromiso internacional fué aprobado por Decreto Ley 22583 el 26 de Junio de 1979.

La necesidad de impedir la desviación de materiales nucleares hacia aplicaciones militares incontroladas, ha sido la razón fundamental de establecer un control nacional sobre el ciclo del combustible nuclear. Salvaguardias es la prevención de que los materiales nucleares o combustible nuclear (uranio) puedan ser utilizados con fines no pacíficos.

En el año 1978 el Gobierno del Perú y el Gobierno de Argentina firmaron el acuerdo de apoyo mutuo en el campo de uso pacífico de la energía nuclear, firmándose posteriormente el contrato entre el IPEN y la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina (CNEA). En dicho contrato se estableció la construcción del **Centro Nuclear de Investigaciones del Perú** (CNIP) que incluía la construcción y puesta en funcionamiento de un Reactor Nuclear de 10 MW de potencia (RP-10), una Planta de Producción de Radioisótopos, una Planta de Gestión de Desechos Radioactivos, laboratorios de física, química, de análisis por activación, y otras facilidades del Centro Nacional de Protección Radiológica. En el año 1989 se inauguró este Centro Nuclear, dedicándose a las tareas de investigación en los campos de física de reactores, análisis por activación, así como la producción de radioisótopos I-131 y Tc-99m, entre otros, y radiofármacos para cubrir la

demanda del mercado nacional y servicios de irradiación para la determinación cualitativa y cuantitativa de muestras minerales y ambientales.



Figura 2.1: Foto panorámica del Centro Nuclear “RACSO” del IPEN.

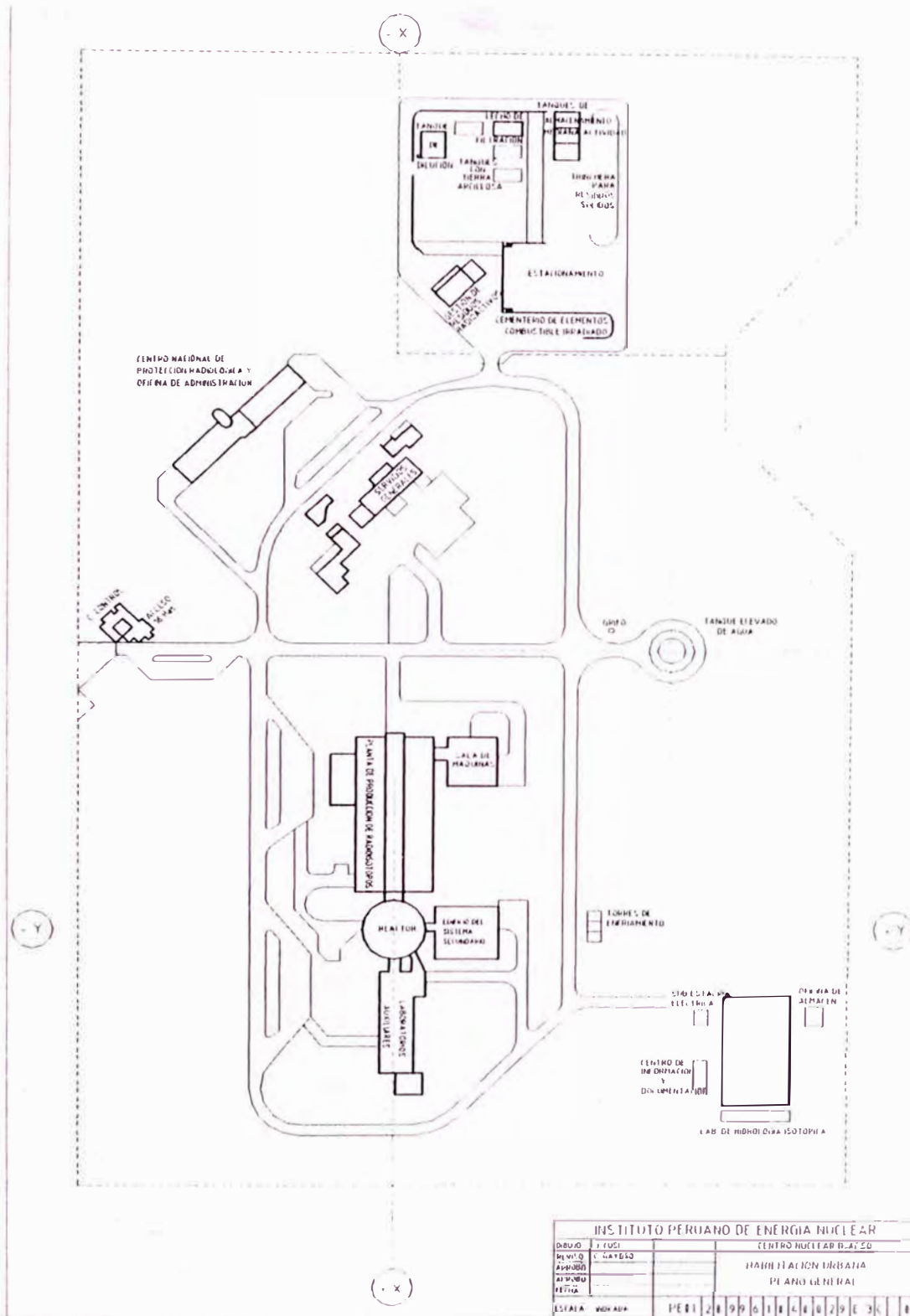


Figura 2.2: Plano General del Centro Nuclear "RACSO" del IPEN.

2.2 Descripción Actual de la Empresa y sus instalaciones

En la actualidad el Instituto Peruano de Energía Nuclear cuenta con las siguientes instalaciones o infraestructuras físicas:

1. Un Reactor Nuclear de Investigación de 10 Megavatios de potencia (RP-10)
2. Un Reactor Nuclear de enseñanza de 1 Vatio de potencia (RP-0)
3. Un Generador de Neutrones de 14 Megaelectrón – voltios (actualmente desactivado)
4. Irradiadores con rayos gamma de Cobalto - 60
5. Una Planta de Irradiación de Radioisótopos
6. Una Planta de Gestión de Desechos Radiactivos
7. Un Centro de Protección Radiológica
8. Un Centro Piloto de Biología y Medicina Nuclear
9. Una Planta de Irradiación Multiuso PIMU
10. Laboratorios de Física, Química, Biología e Instrumentación Nuclear, y

Otras múltiples aplicaciones tecnológicas.

(1), (5), (6), (7) y (10) están en el Centro Nuclear RACSO de Huarangal.

(2), (3), (4) están en la Sede Central en la Av. Canadá 1470.- San Borja.

(8) está ubicado dentro del Inst. Nac. De Enfermedades Neoplásicas.

(9) Está en Santa Anita.

En total se tienen 190 trabajadores estables, 40 contratados, 50 practicantes y 30 tesisistas.

Asimismo, el Perú cuenta en la actualidad con un **Plan Nacional a mediano y largo plazo de la Tecnología** en el cual se considera la participación activa en el medio nacional de la ciencia y tecnología de avanzada, desarrollada normalmente para el uso y transferencia a economías socio – económicas diferentes a las localidades.

En el Plan Nacional mencionado, cuenta con los **Lineamientos de Política Nuclear** emitidas por el Sector Energía y Minas, en lo que corresponde a la actividad nuclear del país, la cual hace hincapié a orientar los esfuerzos del Estado hacia la promoción de la participación de la inversión privada en el ámbito de su competencia y prioriza la intervención estatal en función de criterios de impacto económico – social.

Las acciones a desarrollar a mediano plazo, deben estar orientados fundamentalmente a profundizar los avances efectuados en lo que se refiere a Tecnología Nuclear aplicada al campo biomédico, agropecuario e industrial, optimizando y administrando eficientemente los resultados ya obtenidos.

Por lo que, el Instituto Peruano de Energía Nuclear tiene como Misión General: *planificar, normar, promover, desarrollar y supervisar las actividades aplicativas de la Energía Nuclear de forma que contribuyan eficazmente al desarrollo nacional.*

El IPEN cuenta con el Manual de Organización y Funciones el mismo que define la estructura orgánica hasta el nivel de Direcciones Generales y Oficinas Generales. Este documento formulado comprende hasta el cuarto nivel estructural, considerando departamentos en los órganos de línea y unidades en los órganos de control, asesoramiento y apoyo.

2.3 ORGANIGRAMA Y FUNCIONES

2.3.1 INTRODUCCION

Mediante Resolución Suprema No. 054-91-EM/VME del 25 de Setiembre de 1991, se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Peruano de Energía Nuclear, el mismo que define la estructura orgánica hasta el nivel de Direcciones Generales y Oficinas Generales, en armonía a lo dispuesto por Decreto Ley N° 25434, sobre Reestructuración Orgánica y Reorganización Administrativa de las Entidades del Estado.

Mediante Resolución Directoral N° 231-93-IPEN/DE, se aprobó el Manual de Organización y Funciones – MOF institucional, el mismo que define las unidades orgánicas hasta el nivel de grupos.

Como consecuencia del desarrollo tecnológico alcanzado, el país en general y la administración pública en particular, busca mejorar la gestión a través de instituciones eficientes, que permitan la profesionalización y revaloración del servidor público, en cuyo marco se expide la Resolución de Presidencia N°041-97-IPEN/PR que aprueba el inicio del proceso de modernización en la institución, el que no sólo debía comprender la actualización, sino también la adecuación de la estructura orgánica, a fin de optimizar su organización.

Debe tenerse en cuenta, que entre los aspectos más importantes que se valoran en el proceso de la modernización, está la mayor facilidad en los trámites, atención más rápida, automatización de los sistemas y ubicación de archivos, siendo necesario mejorar la calidad del servicio, eliminando las deficiencias ante los usuarios, como pérdida de tiempo y procedimientos dilatorios.

De la experiencia obtenida en el desarrollo de las tecnologías nucleares, en armonía con los factores de la modernización, se considera conveniente que dos aspectos importantes en las actividades institucionales, como la producción de radioisótopos y la gestión de residuos radiactivos sean ejecutados por las respectivas Plantas, órganos con nivel de Dirección. Asimismo se considera conveniente contar con la Oficina de Informática y Estadística que permita a la institución incursionar en el ámbito de la sistematización de los diversos procesos técnico-administrativos.

Teniendo en cuenta que la producción de bienes y servicios que brinda la institución, no sólo satisface el mercado nacional, sino también se encuentra en un nivel que le permite competir en el mercado internacional, se estima necesario contar con personal capacitado en actividades comerciales, habiéndose creado la Oficina de Comercialización.

En el ámbito del Sistema Nacional de Control, mediante Resolución del Contralor General de la República, se dispuso que los entes de control gubernamental se denominaran órganos de auditoría interna, por lo que se modificó la denominación a Oficina General de Auditoría Interna.

Siendo el Centro Nuclear una instalación técnica de envergadura, requiere disposiciones de control de seguridad física, teniendo en cuenta la naturaleza de las actividades que se desarrollan, encontrándose conveniente que la Oficina de Defensa Nacional amplíe sus funciones con las de seguridad integral física de las instalaciones.

Con la finalidad de optimizar la prestación de servicios internos que conlleven al mantenimiento de las instalaciones, se estimó pertinente establecer unidades de trabajo en áreas específicas como servicios básicos, infraestructura, transportes y áreas verdes.

Caso especial en la estructura orgánica institucional lo constituyen el Centro de Medicina Nuclear y la Planta de Irradiación Multiuso, unidades que debido a convenios específicos, están a cargo de otras entidades, sin embargo al ser la infraestructura física y humana del IPEN, se tiene un nivel de coordinación directa y permanente con la Alta Dirección.

Considerando los principios de claridad, rapidez y exactitud, se han delimitado las funciones institucionales, orientándolas a que las relaciones entre los varios estamentos y niveles jerárquicos sean las más adecuadas y permitan cumplir la función eficientemente.

Es en este sentido que se ha formulado el Manual de Organización y Funciones - MOF, que comprende hasta el cuarto nivel de desagregación estructural, considerando departamentos en los órganos de línea y unidades en los órganos de control, asesoramiento y apoyo, denominaciones que mantienen los niveles estructurales anteriores.

El MOF contiene el organigrama institucional, así como objetivos, líneas de autoridad y funciones generales.

2.3.2 ORGANIGRAMA

En la Figura 2.3 se puede observar el organigrama funcional del IPEN:

ORGANIGRAMA - IPEN

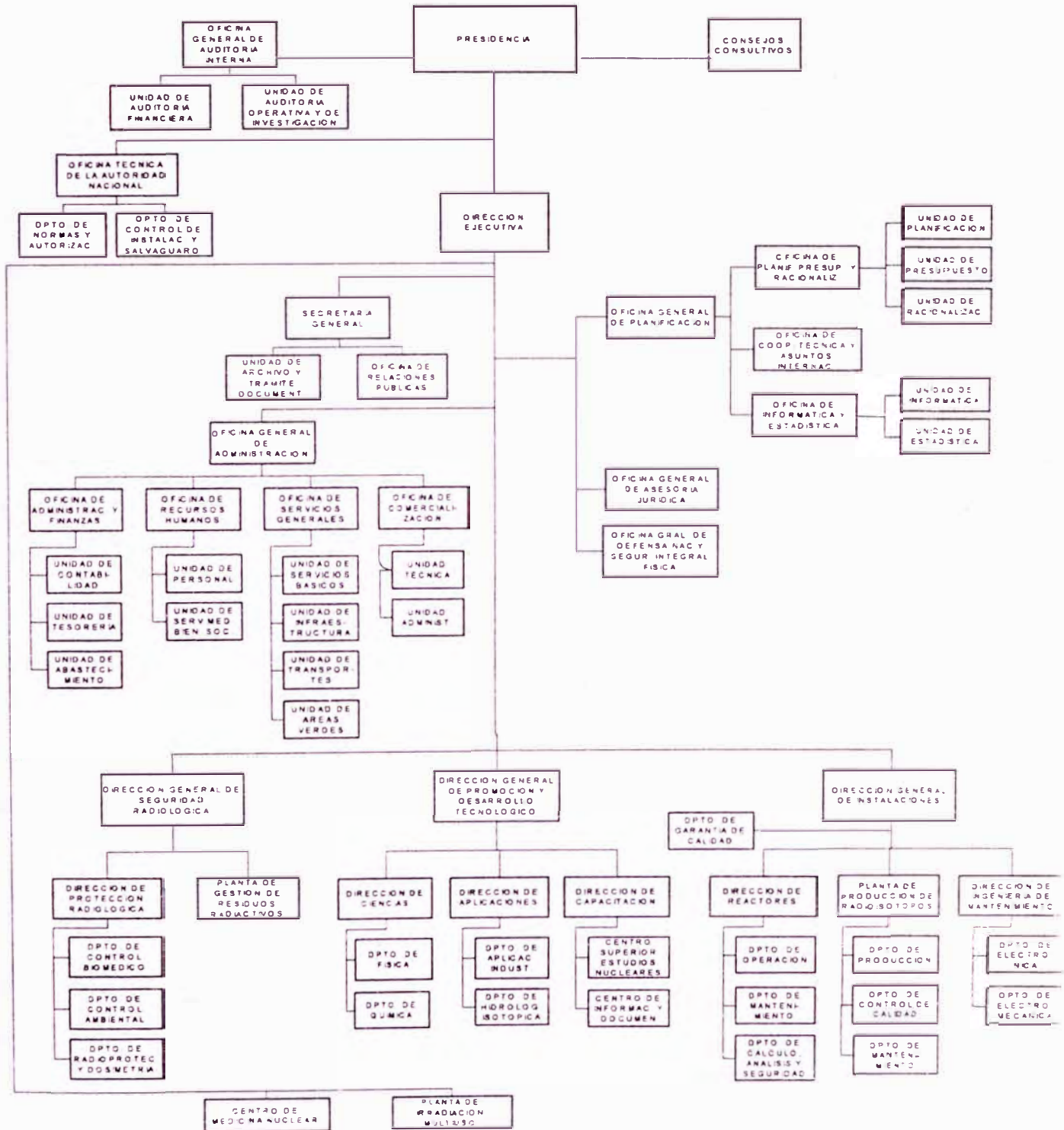


Figura 2.3: Organigrama funcional del IPEN

2.3.3 FUNCIONES

2.3.3.1 DE LOS ORGANOS DE GOBIERNO

2.3.3.1.1 DE LA PRESIDENCIA

La Presidencia constituye el más alto nivel de decisión y como tal aprueba la política, objetivos y metas en armonía con la política del sector. El Presidente es el Titular del Pliego, ejerce la representación legal de la institución y actúa como Autoridad Nacional en el ámbito de la energía nuclear; depende del Ministro de Energía y Minas y tiene las funciones siguientes:

- a. Establecer y definir la política institucional en concordancia con la política sectorial y general del gobierno.
- b. Ejercer la función de Autoridad Nacional en el ámbito de la Energía Nuclear.
- c. Dirigir las actividades institucionales en armonía con los lineamientos de política que establezca el Sector en el ámbito de la Energía Nuclear.
- d. Representar al Instituto en los actos oficiales ante las autoridades nacionales y organismos internacionales.
- e. Aprobar los planes, programas y proyectos que sean necesarios para un eficiente cumplimiento de los objetivos institucionales.
- f. Proponer el presupuesto del IPEN y controlar su ejecución.
- g. Disponer y aprobar los informes de auditoría interna.
- h. Otorgar autorizaciones y licencias sobre instalaciones de fuentes de radiaciones ionizantes, así como las de uso de material radiactivo.

- i. Expedir Resoluciones sobre administración de personal, recursos materiales y económico - financieros y sobre todo lo relacionado con el funcionamiento de la Institución.
- j. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

2.3.3.1.2 DE LA DIRECCION EJECUTIVA

La Dirección Ejecutiva tiene las funciones de dirigir, coordinar y controlar las acciones y actividades a cargo de las unidades orgánicas que conforman el Instituto. El Director Ejecutivo constituye el más alto nivel de autoridad después de la Presidencia y tiene las funciones siguientes:

- a. Dirigir las actividades técnico-administrativas del IPEN y controlar su cumplimiento.
- b. Coordinar y evaluar el funcionamiento de las unidades orgánicas de la Institución.
- c. Emitir documentos normativos y Resoluciones Directorales.
- d. Proponer a la Presidencia las medidas administrativas y técnicas que estime convenientes para el funcionamiento del Instituto.
- e. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

2.3.3.2 DE LOS ORGANOS DE LINEA

2.3.3.2.1 DIRECCION GENERAL DE INSTALACIONES

La Dirección General de Instalaciones es la unidad orgánica de línea responsable de programar, ejecutar y supervisar las actividades relacionadas con la explotación en condiciones de seguridad, de las instalaciones nucleares y radiactivas de la institución. La Dirección General de Instalaciones depende de la Dirección Ejecutiva y tiene las siguientes funciones:

- a. Programar, ejecutar y supervisar la operación de las instalaciones nucleares y radiactivas en condiciones óptimas y seguras.
- b. Actuar como Titular de las instalaciones nucleares y radiactivas ante la Autoridad Nacional.
- c. Programar, ejecutar y supervisar las actividades de mantenimiento.
- d. Formular, ejecutar y supervisar el Plan de Emergencias Radiológicas.
- e. Coordinar y ejecutar proyectos de investigación.
- f. Intervenir en el proceso de comercialización.
- g. Utilizar las instalaciones en procesos productivos y de investigación.
- h. Prestar los servicios que se le soliciten.
- i. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

La Dirección General de Instalaciones, para el cumplimiento de sus funciones, está constituida por el Departamento de Garantía de Calidad, la Dirección de Reactores, la Planta de Producción de Radioisótopos y la Dirección de Ingeniería de Mantenimiento.

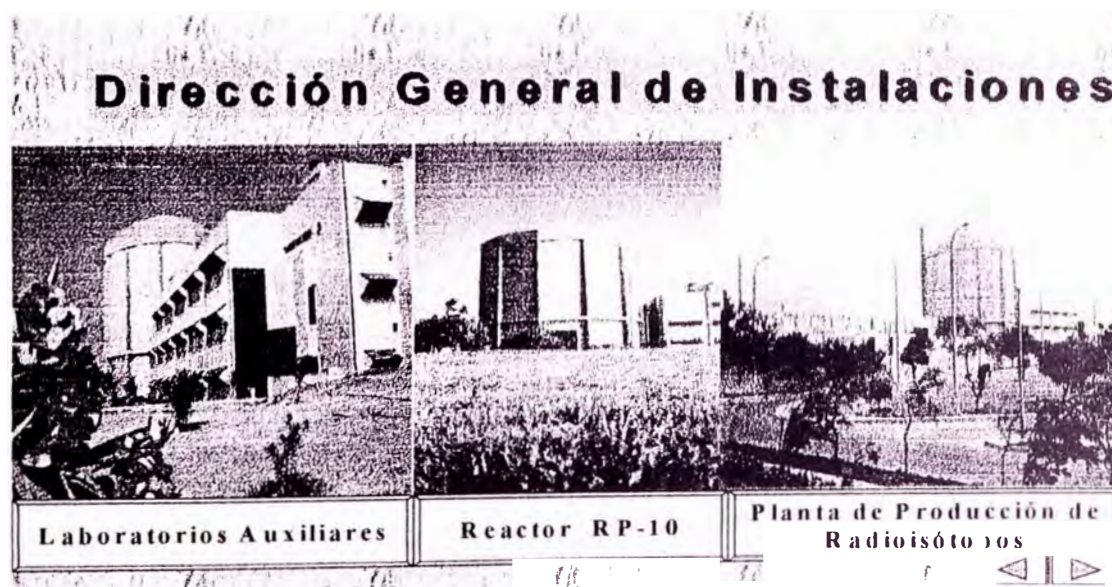


Figura 2.4: La Dirección General de Instalaciones

A) DEPARTAMENTO DE GARANTIA DE CALIDAD

El Departamento de Garantía de Calidad, está encargado de actuar de acuerdo a las técnicas y procedimientos sobre garantía de calidad, verificando el cumplimiento de los programas establecidos para las instalaciones nucleares y radiactivas de la institución. El Departamento de Garantía de Calidad depende de la Dirección General de Instalaciones y tiene las funciones siguientes:

- a. Formular planes y programas así como manuales y procedimientos de garantía de calidad para las instalaciones de la Dirección General.
- b. Verificar y evaluar el cumplimiento de los programas de garantía de calidad de las instalaciones. Organizar y mantener centralizada, codificada y actualizada la documentación sobre las instalaciones de la Dirección General, desde la etapa de estudios, diseño, construcción, puesta en servicio y operación.
- c. Llevar el Registro de disconformidades y acciones correctivas de todas las instalaciones de la Dirección General, efectuando el seguimiento de las observaciones formuladas por la Autoridad Nacional.
- d. Brindar servicios en el área técnica de su competencia.
- e. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

B) DIRECCION DE REACTORES

La Dirección de Reactores está encargada de programar, controlar y supervisar las actividades relacionadas con la explotación óptima y segura de los reactores RP-10 y RP-0. La Dirección de Reactores depende de la Dirección General de Instalaciones y tiene las funciones siguientes:

- a. Programar y ejecutar la operación segura de los reactores, teniendo en cuenta la aplicación del Plan de Emergencias Radiológicas

- b. Formular, implementar y ejecutar el Plan de Emergencias Radiológicas.
- c. Verificar y prever el suministro de requerimientos para el cumplimiento de las condiciones de la Licencia de Operación de las instalaciones y licencias individuales de operadores y supervisores.
- d. Programar el uso de las facilidades de irradiación en los reactores.
- e. Mantener actualizados los costos de operación de los reactores.
- f. Desarrollar los estudios teórico-experimentales, que permitan el rendimiento más económico y seguro de los reactores.
- g. Programar y ejecutar labores de mantenimiento preventivo y correctivo de los reactores.
- h. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

La Dirección de Reactores para el cumplimiento de sus funciones está constituida por el Departamento de Operación, Departamento de Mantenimiento y el Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad.

1) DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN

El Departamento de Operación está encargado de programar, dirigir y efectuar la operación de los reactores, de acuerdo a los límites y condiciones establecidas en las licencias de operación y realizar las acciones necesarias para tener una disponibilidad de uso permanente.

El Departamento de Operación depende de la Dirección de Reactores y tiene las funciones siguientes:

- a. Programar, dirigir y controlar las acciones necesarias para la producción de radioisótopos y prever servicios de irradiaciones a los usuarios internos y externos.
- b. Realizar las acciones necesarias para obtener y mantener vigente la licencia de operación de sus instalaciones y de su personal, así como supervisar el cumplimiento de los límites y condiciones de la licencia.

- c. Desarrollar programas y ejecutarlos de acuerdo a los procedimientos para la correcta operación del RP-10 y RP-0 y verificar su cumplimiento.
- d. Participar en la formulación y cumplimiento del programa de garantía de calidad de la Dirección General.
- e. Coordinar y ejecutar programas de trabajo con otras áreas para optimizar el uso de los reactores.
- f. Coordinar la elaboración, actualización e implementación de los planes de emergencia radiológica e industrial. Realizar periódicamente simulacros de emergencia.
- g. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

2) DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Mantenimiento está encargado de programar y ejecutar las actividades de mantenimiento de los reactores. El Departamento de Mantenimiento, depende de la Dirección de Reactores y tiene las funciones siguientes:

- a. Programar y desarrollar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los reactores, así como de las facilidades de irradiación.
- b. Formular programas, manuales y procedimientos de mantenimiento y actualizarlos permanentemente.
- c. Mantener un stock mínimo de repuestos, para garantizar la operación de los reactores las veces que sean requeridas.
- d. Participar en la formulación y cumplimiento del programa de garantía de calidad, para el adecuado mantenimiento del RP-10 y RP-0.
- e. Planificar y dirigir la capacitación del personal de mantenimiento.
- f. Apoyar y participar activamente en los planes y simulacros de emergencia.
- g. Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

3) DEPARTAMENTO DE CALCULO, ANALISIS Y SEGURIDAD

El Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad está encargado de programar y ejecutar actividades relacionadas con los cálculos y mediciones experimentales que optimice la operación y seguridad de las instalaciones de la Dirección de Reactores. El Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad depende de la Dirección de Reactores y tiene las funciones siguientes:

- a. Programar, ejecutar y evaluar los cálculos y las mediciones experimentales periódicamente para mantener actualizados los parámetros nucleares convencionales de los reactores para la utilización óptima y segura, así como desarrollar e implementar permanentemente nuevos códigos de cálculo y/o técnicas experimentales de medición que permitan obtener mejores resultados.
- b. Proponer las alternativas que aseguren la utilización más adecuada y económica del combustible nuclear.
- c. Realizar análisis de seguridad desde el punto de vista determinístico y probabilístico, así como proponer las medidas que permitan evitar y/o mitigar consecuencias radiológicas de un posible accidente.
- d. Estudiar, recomendar y proponer las modificaciones de las instalaciones, para mejorar la disponibilidad y seguridad de los reactores de la Dirección, así como de sus facilidades de irradiación.
- e. Participar en grupos multidisciplinarios en la elaboración y desarrollo de proyectos.
- f. Desarrollar actividades que sean requeridas por otras unidades orgánicas de la Institución.
- g. Mantener permanentemente actualizados los informes de seguridad.
- h. Apoyar y participar activamente en los planes y simulacros de emergencia.

Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

2.4 PRINCIPALES PRODUCTOS Y SERVICIOS OFRECIDOS

A continuación se muestra los productos y servicios que se ofrecen al mercado nacional e internacional generados en el IPEN:

Tabla 2.1: Principales productos y Servicios que ofrece el IPEN.

| Denominación | Aplicación |
|---|---|
| YODO 131 <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de cáncer. • Trazador Industrial. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la tasa de mortalidad por cáncer a la tiroides. • Optimizar los procesos industriales. |
| TECNECIO 99m <ul style="list-style-type: none"> • Radiodiagnóstico médico, gammagrafía diversos órganos y sistemas. | <ul style="list-style-type: none"> • Hacer un mejor y efectivo diagnóstico de enfermedades. |
| SAMARIO 153 <ul style="list-style-type: none"> • Radioterapéutico. | Mejorar la calidad de vida de pacientes con dolor por cáncer a los huesos. |
| KITS (FARMACOS) <ul style="list-style-type: none"> • Para Tc-99m en radiofármaco. | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un mejor y efectivo diagnóstico de enfermedades. |
| Irradiación de muestras en núcleo y fuera del núcleo. | <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de facilidad de irradiación para la investigación y la prestación de servicios. |
| Gestión de residuos radiactivos | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el riesgo de accidentes radiológicos por fuentes en desuso. Protección a la población. |
| Análisis por activación neutrónica. Análisis multielemental de minerales, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Contribuir a la protección del medio ambiente. Apoyo a la minería. |
| Análisis por fluorescencia de Rayos X. Análisis multielemental. | <ul style="list-style-type: none"> • Contribuir a la protección del medio ambiente. Apoyo a la minería. |
| Neutrografía <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de minerales encerrados en acero o hierro, polímeros e hidrocarburos | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la calidad de los productos manufacturados. |
| Evaluación de Procesos Industriales con Radiotrazadores | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la eficiencia de los procesos en términos de rendimientos, calidad |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de parámetros de transporte de materiales en procesos industriales | de productos y disminución de pérdidas y desechos. |
| Evaluación hidrológica con trazadores | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el manejo de los escasos recursos de agua, subterráneas, superficiales. |
| Evaluaciones no destructivas mediante Rayos X y Ultrasonido | <ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los niveles de calidad de las fabricaciones en materiales metálicos y no metálicos. Industrial. |
| Análisis Radiométrico. <ul style="list-style-type: none"> • Control sanitario. | <ul style="list-style-type: none"> • Protección de la Salud Pública. |
| Contaje Beta <ul style="list-style-type: none"> • Estudios médicos | <ul style="list-style-type: none"> • Protección de la salud de los pacientes. |
| Contaje de Iodo-131 <ul style="list-style-type: none"> • Control sanitario | <ul style="list-style-type: none"> • Protección de salud de trabajadores. |
| Calibración de monitores <ul style="list-style-type: none"> • Control sanitario | <ul style="list-style-type: none"> • Protección de salud de trabajadores. |
| Iridio 192 <ul style="list-style-type: none"> • uso médico | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el proceso de irradiación terapéutica de los pacientes que son tratados con Ra-226. |
| Iridio 192 <ul style="list-style-type: none"> • Gammagrafía Industrial | <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar los niveles de calidad de la industria metal mecánica |
| Calibración de equipos. <ul style="list-style-type: none"> • Control sanitario | <ul style="list-style-type: none"> • Protección de salud de trabajadores. |

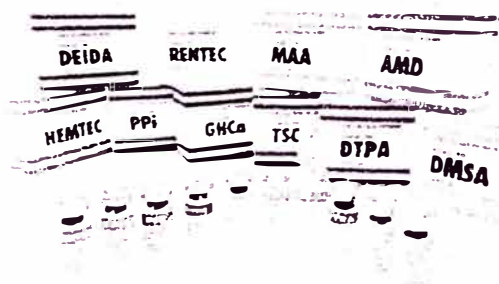


Figura2.5: Radiofármacos y su almacenamiento.

5 VISION

Ser una de las organizaciones mas adelantadas de la región latino americana en ciencia y tecnología, con profesionales altamente capacitados e instalaciones modernas que incrementen la eficiencia y calidad para contribuir con el desarrollo sostenible del país en sectores Sociales y productivos.

2.6 MISIÓN

El Instituto Peruano de Energía, tiene como misión “Normar, promover, supervisar y desarrollar la aplicación de la energía nuclear en beneficio del desarrollo nacional y bienestar de la población”.

2.7 OBJETIVOS INSTITUCIONALES

- a) Lograr un alto nivel de eficiencia y productividad en la operación de las instalaciones nucleares y radiactivas incrementando la prestación de servicios y producción de radioisótopos.
- b) Actuar como Autoridad Nacional, expidiendo normas, licencias y regulaciones relativas a seguridad nuclear y protección radiológica, así como fiscalizar su cumplimiento
- c) Mejorar la capacidad de comercialización de productos y servicios
- d) Continuar con la modernización de los Sistemas de Gestión.
- e) Difundir a todo nivel el conocimiento de las aplicaciones de la energía nuclear.

8 VALORES

La empresa contempla actualmente los siguientes valores para que sea un comun denominador de todos los trabajadores con el objeto de que exista un alineamiento de los objetivos de la empresa y los trabajadores para una gestión integral de la calidad.

- Respeto por las Personas.
- Orientación al Usuario
- Eficiencia y Eficacia
- Excelencia en el Trabajo
- Trabajo en equipo
- Capacitación permanente
- Etica profesional
- Calidad de servicio
- Seguridad
- Ambiente
- Innovación
- Imagen
- Responsabilidad
- Experiencia
- Motivación personal
- Satisfacción plena al cliente
- Integridad
- Honestidad

- Honestidad

.9 DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL

1. El IPEN en la actualidad cuenta con instalaciones nucleares que son utilizadas para la producción de radioisótopos, brindar servicios de irradiación y para la realización de investigaciones en el área nuclear. De los cuales deben citarse: El Reactor Nuclear de 10 Mw, Reactor de Potencia Cero, la Planta de Producción de Radioisótopos, Planta de Irradiación Multiuso y la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos. Dichas instalaciones constituyen una importante infraestructura que se requiere para que el personal calificado pueda cumplir diversas funciones como garantizando el suministro de material radiactivo y los servicios tecnológicos aplicativos a los diferentes analistas del desarrollo nacional.
2. Desde la entrada en operación del Reactor RP10 en 1989 se intensificó el desarrollo de las Técnicas Analíticas Nucleares que permiten la identificación de una amplia gama de elementos químicos con la sensibilidad, exactitud y confiabilidad, en muestras minerales, arqueológicas y ambientales, entre otros. También se están aplicando técnicas nucleares a través del uso de trazadores radiactivos para contribuir a la solución de problemas de operación y control en las diversas industrias de proceso así como hidrología. Asimismo se encuentra en la etapa inicial la complementación de la sala Experimental del Reactor RP10, cuya infraestructura incrementará el número de aplicaciones nucleares.
3. El IPEN también mantiene una permanente evaluación de los riesgos potenciales por el uso de la Tecnología Nuclear y asimismo un control de los niveles de radiactividad del ambiente, en preservación de la salud de la población y la conservación del ecosistema.

Para tal efecto se tienen implementados tres laboratorios: de Dosimetría y Calibraciones, de Radiobiología y de Control Ambiental. De otra parte la utilización de las fuentes de radiaciones ionizantes está extendida a nivel nacional, existiendo alrededor de 2700 fuentes de radiaciones y unas 4000 personas que las operan, algunas de las cuales no poseen autorización formal. Por tal motivo se incidirá en incrementar la cantidad de usuarios que se licencien o registren para la utilización de fuentes de radiaciones y en supervisión que se cumplan los requisitos técnicos relativos a las salvaguardias de materiales nucleares.

También la utilización de fuentes radiactivas en los diferentes campos económicos, han generado desechos radiactivos, los cuales deben ser recolectados y almacenados en lugares seguros desde el punto de vista radiológico, nuclear y de protección al medio ambiente; contando el IPEN con la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos para dicho servicio.

4. Por otro lado la experiencia acumulada en los últimos años en lo que se refiere a la producción de Radioisótopos y Radiofármacos nos muestra un incremento significativo en la demanda nacional y mundial por dichos productos, por lo que es indispensable desarrollar las acciones comerciales que permitan introducir nuestra producción a nivel internacional.
5. Los servicios de irradiación de productos de uso médico y alimentario también constituyen en la actualidad un reto para la óptima utilización de la Planta de Irradiación, los cuales deben incrementarse progresivamente para aprovechar adecuadamente este evidente beneficio de la Tecnología Nuclear.
6. Las técnicas de hidrología isotópica y de radiotrazadores están siendo aplicadas en nuestro país para contribuir con la adecuada evaluación de este recurso sobre todo en el

Altiplano Sur Peruano. Igualmente el uso de los radioisótopos como trazadores nos permite evaluar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas como consecuencias de la actividad minera, contribuyendo así a la protección del medio ambiente. Las técnicas analíticas nucleares son muy sensibles, exactas confiables y adecuadas y se aplican en el análisis multielemental cuantitativo y a gran escala, de muestras procedentes de trabajos de investigación aplicada en estudios geológicos, ambientales, mineros, arqueológicos y otros.

2.10 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

1. Es necesario y conveniente mantener operativo el sistema de control, a fin de garantizar el uso seguro de las fuentes de radiación, a la fecha se cuenta con una cantidad considerable de usuarios de fuentes de radiación con tendencia a incrementarse, correspondiendo esta actividad al IPEN como Autoridad Nacional en Seguridad Nuclear y Protección Radiológica
2. Es conveniente mantener un programa de capacitación para el personal que opera las fuentes de radiaciones a fin de garantizar la operación segura y mantenimiento de las mismas; en la actualidad existen más de 2700 fuentes de radiaciones y alrededor de 4000 operadores.
3. Existe una demanda creciente de Radioisótopos y Radiofármacos para diagnóstico y terapia a nivel nacional e internacional, la que representa un mercado importante para nuestra producción y para el incremento de los ingresos propios de la Institución. Se busca concretar un acuerdo con inversionistas extranjeros para ampliar la capacidad instalada y producir nuevos Radiofármacos para cubrir la demanda nacional y exportar.

4. La existencia de una demanda considerable de usuarios para la aplicación de técnicas nucleares en la evaluación y manejo de recursos hídricos; control de calidad industrial y otros, se hace cada vez más necesaria en el país, por lo que es necesario la dotación de recursos materiales en relación a equipamiento.
5. A fin de garantizar la calidad del medio ambiente, se tiene un programa de evaluación permanente del nivel de la radiactividad en todo el territorio nacional y en lo referente a la calidad radiosanitaria de los recursos hidrobiológicos del mar peruano, siendo necesario mantener dicho programa actualizado.
6. Es necesario continuar con el programa de gestión segura de fuentes radiactivas en desuso provenientes de las aplicaciones en medicina e industria principalmente.

2.11 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL – FODA

2.11.1 ANALISIS EXTERNO

1. IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES

- a) Considerando la experiencia institucional de mas de dos décadas en ejecutar proyectos de desarrollo con el apoyo de la Cooperación Técnica Internacional es posible incrementar la misma a través de proyectos con nuevas fuentes extranjeras, logrando transferencia de tecnología en beneficio de diversas entidades del país.
- b) Existiendo múltiples ofertas de capacitación de personal en el extranjero, en áreas de aplicación de la tecnología nuclear es posible incrementar las oportunidades de adquirir mayor solidez en la especialización y actualización de los recursos humanos.
- c) Dada la gran dependencia que tienen los países de América Latina y el Caribe por la Importación de Radioisótopos y Radiofarmacos a proveedores fuera de la región es posible satisfacer la creciente demanda internacional mediante una adecuada política de captación del mercado.

Considerando la alta capacidad del personal y la infraestructura disponible, es posible aumentar el aporte Institucional al sistema de formación universitaria para lograr cuadros nacionales más efectivos e incrementar el aporte a la industria nacional mediante la transferencia de tecnología nuclear para su aplicación en el país.

2. IDENTIFICACION DE AMENAZAS.

- a) Se puede considerar como un riesgo externo que puede hacer peligrar la estabilidad y vigencia Institucional, la despriorización del verdadero rol que cumple en el medio una entidad de Ciencia y Tecnología especializada en desarrollos estrictamente aplicativos que propenden exclusivamente al Desarrollo Nacional.
- b) Otra amenaza puede ser la mayor competencia a nivel internacional.
- c) La creciente recesión en la Economía Nacional.
- d) Renacimiento del terrorismo nacional e internacional.
- e) Política del Gobierno de justificar el funcionamiento del Centro Nuclear solo si es rentable económicamente.

2.11.2 ANALISIS INTERNO

1. IDENTIFICACION DE FORTALEZAS INSTITUCIONALES

- a) La Institución cuenta con Lineamientos de Política bien definidos, los cuales están enmarcados dentro de la Política General del Sector y de la Gestión Gubernamental
- b) Se cuenta con un plan a mediano plazo que aprueba los programas a ejecutar para la aplicación de la tecnología nuclear en el periodo 1995-2000.
- c) Se dispone de una estructura organizacional simplificada y dinámica que permite una gestión institucional orientada al logro de los objetivos generales y específicos.

A través del tiempo se ha consolidado r cursos humanos altamente calificados y especializados en el país y el extranjero para la investigación científica y desarrollo de la tecnología nuclear, fundamentalmente aplicada.

- e) Se cuenta con instalaciones nucleares y radiactivas que permiten la producción de bienes y prestación de servicios técnicos especializados en diferentes áreas aplicativas como medica, alimentaria e industrial.
- f) Se cuenta también con un Centro Nuclear que tiene un reactor de investigación considerado el más moderno de América Latina.
- g) Se tiene una Planta de Producción de Radioisótopos con capacidad de satisfacer la demanda nacional y atender requerimientos internacionales
- h) Se dispone de una Planta de Irradiación Multiuso para prestación de servicios de irradiación para la preservación de alimentos y esterilización de material de uso medico, biológico, farmacéutico y cosmético.
- i) Se tiene un centro de medicina nuclear para la prestación de servicios de diagnostico y terapia medica que cumple una excelente labor asistencial en el Sector Salud.
- j) Se posee un Centro Superior de Estudios Nucleares que incluye un pequeño reactor nuclear y que sirve para el dictado de cursos de formación, entrenamiento y difusión de las aplicaciones de la tecnología nuclear en apoyo al sistema universitario.
- k) Se dispone de capacidad técnica para brindar servicios tecnológicos y de asesoría especializada en la aplicación de la energía nuclear en la industria, construcción, hidrología, agroindustria y minería entre otros.
- l) Se dispone de capacidad técnica para efectuar la producción de Radioisótopos y Radiofármacos para diagnóstico y terapia que usa la medicina nuclear a nivel nacional.

- m) Se ejerce la autoridad a nivel nacional en el ámbito de seguridad radiológica encargada de normar, licenciar y supervisar el debido cumplimiento de los reglamentos nacionales e internacionales.
- n) Se tiene capacidad probada para promover, formular y ejecutar Proyectos de Cooperación Técnica Internacional en apoyo al desarrollo nacional de las aplicaciones nucleares.
- o) Se tiene experiencia y capacidad de asesoramiento en gestión de cooperación técnica internacional y en lo relativo a tratados y convenios internacionales especializados.
- p) Se ha acumulado capacidad y experiencia para proporcionar la asesoría que se pueda requerir para definir la factibilidad de incorporar la núcleo electricidad a los planes de desarrollo nacional.
- q) Se ha dado pasos importantes en el desarrollo de la informática incluyendo la integración de las distintas áreas y la instalación de una línea dedicada, faltando completar la implementación del SOFTWARE.
- r) Excelente imagen y prestigio de la Empresa.

2. IDENTIFICACION DE DEBILIDADES INSTITUCIONALES

- a) Falta completar el Software adecuado a las necesidades de los sistemas administrativos propios de la gestión institucional.
- b) Limitados recursos presupuestales para la actualización de procesos de producción y efectuar un adecuado mantenimiento de los sistemas del reactor nuclear y la Planta de Producción de Radioisótopos.
- c) Dada la alta especialización del personal de la Institución y los niveles remunerativos actuales, se presentan deserciones que dificultan el cumplimiento de algunas actividades institucionales.

- d) Las limitaciones de gestión en el ámbito nacional e internacional hace que la capacidad Institucional de comercialización directa de Radioisótopos y Radiofármacos sea insuficiente frente a las efectivas posibilidades productivas.
- e) Falta de una adecuada cultura organizacional , identificación con la institución y adecuado alineamiento de valores.
- f) Ausencia de un programa de aseguramiento de la calidad como mínimo.
- g) Personal directivo con bajo nivel gerencial.
- h) Manejos administrativos no muy eficientes.
- i) Estructura organizacional muy rígida y vertical.
- j) Inadecuado plan de carrera institucional.
- k) Personal con bajo nivel de conocimientos de gestión de calidad y usos de herramientas de calidad.

2.11.3 FODA DE LA EMPRESA

A continuación se presenta el diagrama FODA de la Empresa:

DIAGRAMA FODA DEL IPEN

| FORTALEZAS | | DEBILIDADES | |
|---------------|--|----------------|---|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1) Lineamientos de política bien definidos 2) Se cuenta con plan a mediano plazo que epruebe programas a ejecutar 3) Se dispone de estructura organizacional simplificada y dinámica que permite una gestión institucional orientada al logro de objetivos 4) Recursos humanos altamente calificados y especializados en el país y en el extranjero 5) Se cuenta con instalaciones nucleares y radiactivas para la producción de bienes y prestación de servicios técnicos especializados 6) Se cuenta con un Centro Nuclear con un Reactor Nuclear considerado el más moderno de América Latina 7) Se dispone de una Planta de Producción de Radionúclidos con capacidad para satisfacer la demanda Nacional e Internacional 8) Se dispone de una Planta de Irradiación Multiusos para servicios de irradiación para conservación de alimentos y otros usos 9) Se tiene un Centro de Medicina Nuclear para la prestación de servicios de diagnósticos y terapia médica 10) Se dispone de un Centro superior de Estudios Nucleares con un pequeño reactor para realización de experimentos y dictado de cursos en apoyo del sistema universitario 11) Se dispone de capacidad técnica para brindar servicios tecnológicos y asesoría especializada en la aplicación de la energía nuclear en la industria, construcción, hidrología, minería, etc. 12) Se dispone de gran capacidad técnica para producir radionúclidos y radiofármacos 13) Se ejerce la autoridad a nivel nacional en el ámbito de la seguridad radiológica 14) Se tiene capacidad para promover, formular y ejecutar proyectos de cooperación técnica internacional 15) Se tiene experiencia y capacidad de asesoramiento en gestión de cooperación técnica internacional y en lo relativo a tratados y convenios internacionales especializados 16) Se tiene capacidad y experiencia para asesorar en la definición de la factibilidad de incorporar la nucleoelectricidad a los planes de desarrollo nacional 17) Se ha dado importantes pasos en el desarrollo de la informática con integración de las distintas áreas y la instalación de una línea dedicada 18) El Instituto cuenta con una gran imagen y prestigio | | <ol style="list-style-type: none"> 1) Falta completar el software adecuado a las necesidades de los sistemas administrativos propios de la gestión institucional 2) Limitados recursos presupuestales para procesos de producción y mantenimiento 3) Falta de una adecuada cultura organizacional con personal no muy identificado con la institución 4) Bajos niveles remunerativos lo cual provoca deserciones y renuncias de personal altamente calificado 5) Las limitaciones de gestión a nivel nacional e internacional hace que la capacidad institucional de comercialización directa de radionúclidos y radiofármacos sea insuficiente frente a efectivas posibilidades productivas 6) Ausencia de un programa de aseguramiento de calidad 7) Personal directivo muy técnico y con no muy elevado nivel de conocimientos gerenciales y de marketing 8) Manejos administrativos no muy eficientes 9) Estructura organizacional demasiado vertical y rígida 10) Deficiente Plan de carrera de los trabajadores 11) Personal especializado en sistemas diferentes que no permite una flexibilidad en su uso 12) Personal con escaso conocimiento de normas internacionales, gestión de calidad y uso de herramientas de calidad |
| OPORTUNIDADES | | ESTRATEGIAS FO | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1) Posibilidad de incrementar la cooperación técnica internacional a través de proyectos con nuevas fuentes extranjeras. 2) Posibilidad de incrementar las oportunidades de especialización, capacitación y actualización de los recursos humanos 3) Posibilidad de satisfacer la creciente demanda internacional de productos y servicios mediante una adecuada política de captación del mercado nacional e internacional 4) Posibilidad de aumentar el aporte institucional al sistema universitario y a la Industria Nacional mediante transferencia de tecnología 5) Posibilidad de efectuar una reingeniería en las diferentes áreas para mejorar y modernizar los sistemas estratégicos paraq reducir costos operativos 6) Posibilidad de promover la investigación aplicada de la energía nuclear en diversos campos de la realidad nacional | | <ol style="list-style-type: none"> 1) Poner énfasis en mejorar los convenios internacionales 2) Expandir el mercado nacional e internacional mediante una adecuada mejora de la campaña de difusión de los productos y servicios que la institución brinda 3) Estimular la creación de convenios con otras universidades e institutos nacionales y del extranjero 4) Buscar nuevas y mejores fuentes de financiamiento de proyectos nuevos 5) Elevar el nivel de eficiencia y productividad en la operación de sus instalaciones nucleares y radiactivas 6) Reducción de los costos totales de operación asegurando la calidad de los productos y servicios 7) Motivar al personal a participar de soluciones de problemas a través de círculos de calidad 8) Capacitar al personal en técnicas de mejoramiento continuo, ciclo PDCA y empleo de herramientas de la calidad |
| AMENAZAS | | ESTRATEGIAS DO | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1) Disponización del verdadero rol que cumple en el medio una entidad de ciencia y tecnología en desarrollos estrictamente aplicativos 2) Mayor competencia a nivel internacional 3) Creciente recesión en la Economía Nacional 4) Posible renacimiento del terrorismo nacional e internacional 5) Política del nuevo gobierno de querer apoyar económicamente el funcionamiento del Centro Nuclear solo en su rentable económicamente | | <ol style="list-style-type: none"> 1) Mejorar el nivel de capacitación del personal 2) Establecer políticas de incentivos conforme el rendimiento del personal, reducción de los costos operativos, incrementos de calidad de servicio, reducción de consumos, etc. 3) Elevar los niveles de conocimientos administrativos del personal directivo para lograr una mejor gestión empresarial 4) Mejorar la calidad de los productos y reducir los costos de fabricación incrementando las ventas de productos y brindando servicios de mejor calidad 5) Implementar un Manual de Aseguramiento de la calidad en las diversas áreas de la Empresa 6) Mejorar el nivel salarial del personal 7) Estandarizar procesos y procedimientos 8) Implementar un sistema de Gestión computenzado 9) Capacitar al personal integralmente para hacer mas eficiente su trabajo |
| | | ESTRATEGIAS FA | |
| | | | <ol style="list-style-type: none"> 1) Fomentar la elaboración de nuevos proyectos, informes y creación de revistas técnicas 2) Incentivar la captación de recursos propios a través de una diversificación de la producción y aumento y mejora de los servicios brindados 3) Mejorar los sistemas de seguridad de la instalación 4) Conseguir insumos más económicos |
| | | ESTRATEGIAS DO | |
| | | | <ol style="list-style-type: none"> 1) Privatizar la Empresa 2) Carrar temporalmente la empresa efectuando una reestructuración de la organización y renovación del personal más estratégico 3) Valorizar la producción por nivel de producción técnica del personal 4) Mejorar la organización de la institución así como reprogramar las funciones del personal |

Figura 2.6: Diagrama FODA del IPEN

2.11.4 DETERMINACION DE LOS PROBLEMAS MAS IMPORTANTES

Para determinar los problemas más importantes se hará uso de una matriz de valores en donde se les asignará valores relativo(de 1 a 10) a cada uno de ellos a fin de poder ordenar en orden de importancia los problemas obtenidos del análisis FODA de la empresa.

| Problema | importancia | vulnerabilidad | Puntaje total |
|--|-------------|----------------|---------------|
| Pocos convenios internacionales | 3 | 2 | 5 |
| Limitado mercado internacional | 2 | 2 | 4 |
| Baja difusión de las aplicaciones de la tecnología nuclear | 5 | 6 | 11 |
| Escasos convenios con universidades e institutos extranjeros | 2 | 4 | 6 |
| Bajo nivel de eficiencia y productividad | 8 | 7 | 15 |
| producción limitada a ciertos productos y servicios | 4 | 3 | 7 |
| Pocas fuentes de financiamiento y bajos recursos propios | 4 | 3 | 7 |
| insumos muy baratos | 4 | 2 | 6 |
| Inadecuada gestión empresarial | 3 | 4 | 7 |
| Altos costos totales de operación | 6 | 3 | 9 |
| Personal sin motivación | 6 | 4 | 10 |
| personal con escaso conocimiento de técnicas de calidad total | 7 | 4 | 11 |
| Disminución de personal para la seguridad operativa del Centro Nuclear | 7 | 6 | 13 |
| Directivos con bajos conocimientos administrativos | 3 | 3 | 6 |
| Falta Manual de Aseguramiento de la calidad | 6 | 6 | 12 |
| Bajo nivel salarial de personal | 6 | 2 | 8 |
| Procesos y procedimientos no estandarizados con normas de calidad | 5 | 5 | 10 |
| No existe un sistema de Gestión computarizado | 4 | 3 | 7 |
| personal no capacitado integralmente | 5 | 3 | 8 |
| Producción no valorizada por nivel real de producción técnica | 5 | 4 | 9 |
| Organización y funciones del personal mal concebidos | 4 | 5 | 9 |

De todos ellos, se ha seleccionado, por ser el más importante, el problema del bajo nivel de eficiencia y productividad para utilizar el diagrama de causa-efecto para determinar las causas lo provoca.

5 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL PROBLEMA MAS RELEVANTE DE INSTITUCIÓN

De la matriz de valores anterior se puede apreciar que la estrategia más importante la que busca solucionar el problema o la debilidad de un bajo nivel de eficiencia y productividad de la institución. A continuación se desarrolla el diagrama Causa- Efecto de dicho problema:

ANALISIS CAUSA - EFECTO DE LA INSTITUCION

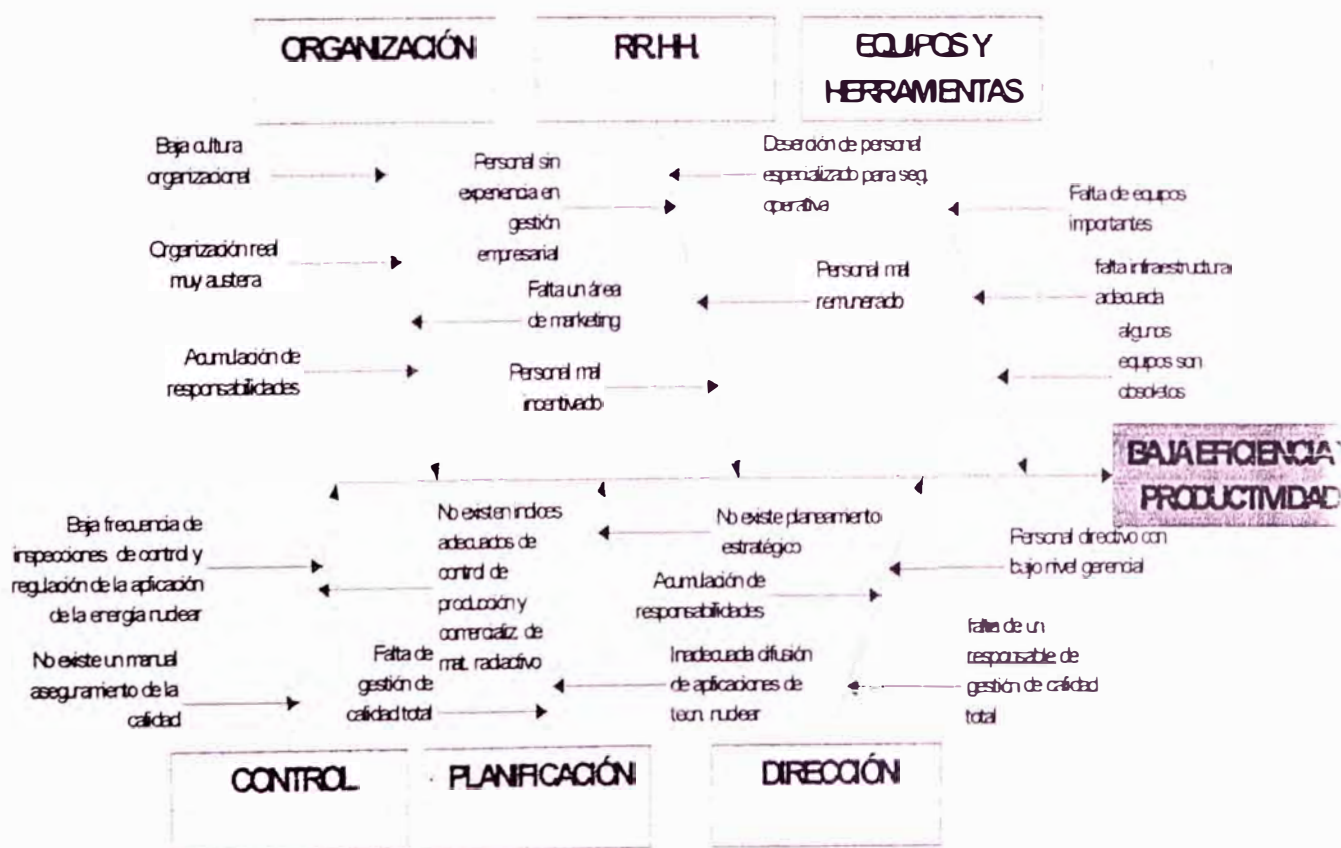


Figura 2.7 Diagrama causa-efecto del problema de baja productividad en el IPEN

CAPITULO III

ANALISIS SITUACIONAL DEL MANTENIMIENTO DEL REACTOR NUCLEAR DE INVESTIGACION RP-10

3.1 DESCRIPCIÓN DEL REACTOR NUCLEAR RP-10

Una de las instalaciones principales del Centro Nuclear “RACSO”, ubicado en el Distrito de Carabaylo, es el Reactor Nuclear de Investigación RP-10, de 10 MW de potencia. Posee como combustible nuclear (para la reacción en cadena de las fisiones) al uranio – 235, enriquecido al 20% (20% de U- 235 y aproximadamente 79% de U – 238). Estos átomos al ser incididos por los neutrones generan una reacción denominada fisión, que se caracteriza por la liberación de energía calórica, la que es liberada al medio ambiente a través de un sistema convencional de refrigeración; y la emisión de 2 ó 3 neutrones algunos de los cuales son utilizados para la producción de los radioisótopos y a la investigación.

La zona donde se encuentra el combustible nuclear del Reactor se denomina “núcleo”, el cual está ubicado dentro de un tanque de acero inoxidable que contiene agua desmineralizada, que actuará como:

- Refrigerante, para evacuar el calor que se genera en el núcleo, evitándose que pueda fusionarlo y dejar escapar los gases radiactivos, generándose un accidente nuclear;
- Moderador, debido a que los neutrones luego de ser emitidos al fisionarse los núcleos de los átomos, poseen estos una altísima velocidad o energía cinética, que luego al chocar con los átomos del agua, la energía de estos neutrones disminuye, lo cual aumenta la probabilidad de producir otras fisiones en forma sucesiva; y como

- Blindaje biológico, evitando y protegiendo de las radiaciones que emite el núcleo del reactor al personal que trabaja en la parte superior del tanque del reactor.

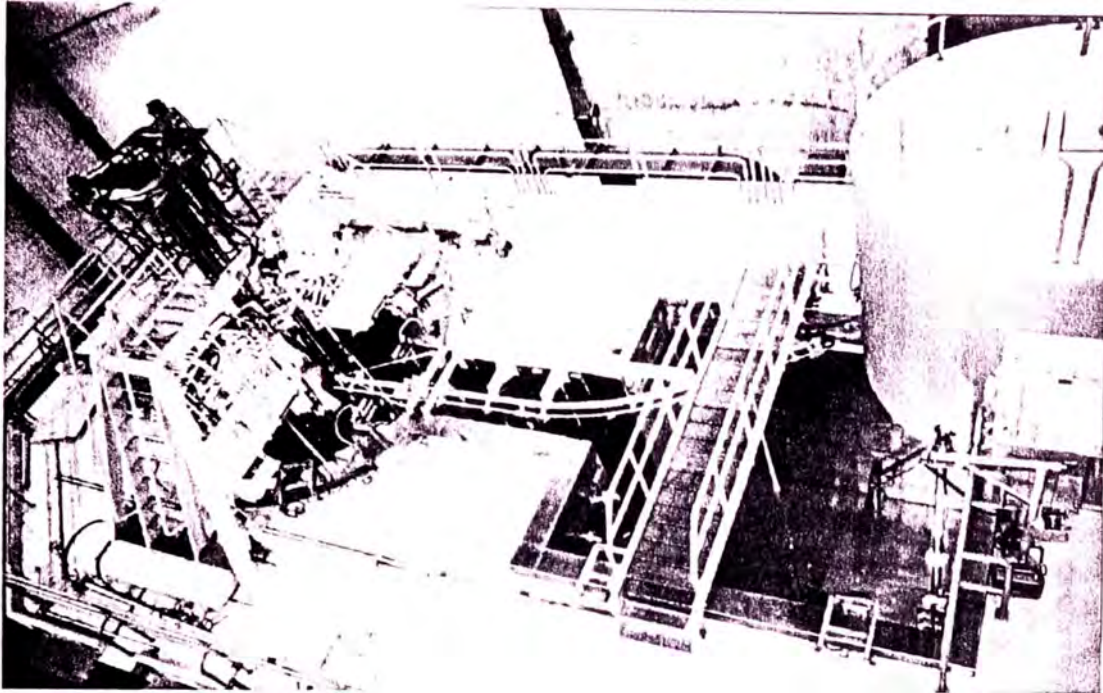


Figura 3.1: Vista Superior del Tanque Principal y Pileta Auxiliar del Reactor.

Todos los sistemas del reactor están instrumentados y permiten asegurar la operación en forma confiable desde la Sala de Control, a tal efecto se dispone de un sistema de instrumentación nuclear que controla los parámetros de la operación del núcleo del reactor, un sistema de instrumentación convencional que controla los parámetros de proceso de los sistemas de refrigeración y sistemas auxiliares de tratamiento de agua y un sistema de monitoreo de radiaciones para los distintos ambientes de la instalación.

La regulación y control de potencia del reactor se efectúa mediante cinco barras de control de cadmio (párrafo 1.1.4.c) envainado en acero inoxidable, y una barra de control fino de material acero. Este sistema permite el encendido, operación y apagado del reactor.

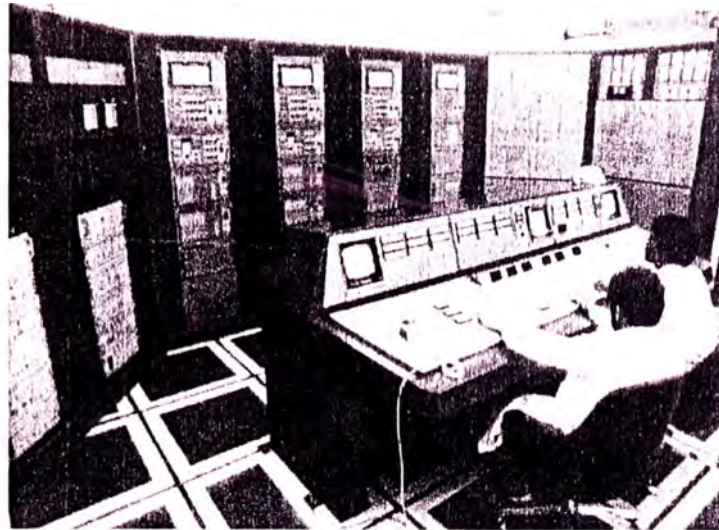


Figura 3.2: Sala de Control del Reactor Nuclear RP-10.

El reactor es del tipo mutipropósito, utilizado en el desarrollo de la investigación científica aplicada, en el perfeccionamiento y capacitación del personal, en la enseñanza y desarrollo de la tecnología nuclear y en la producción de radioisótopos, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional.

3.2 ESQUEMA DEL REACTOR Y SUS SISTEMAS AUXILIARES ASOCIADOS

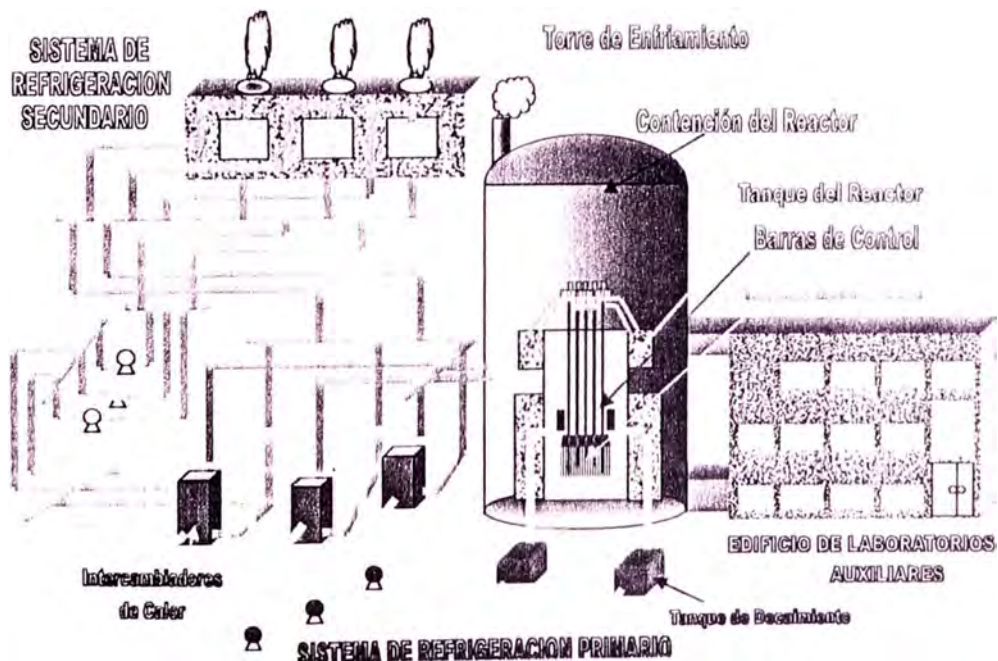


Figura 3.3: Esquema del Reactor y sus sistemas auxiliares

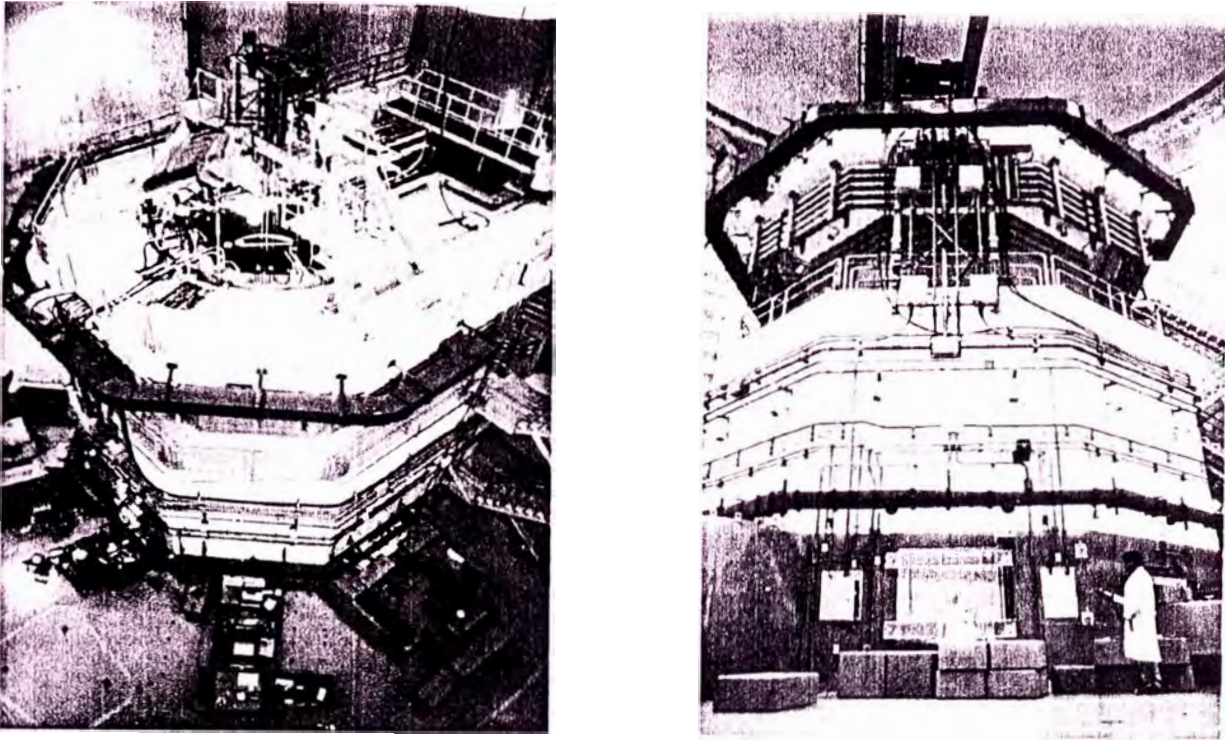


Figura 3.4: Vista Superior y vista lateral del tanque principal del Reactor RP-10.

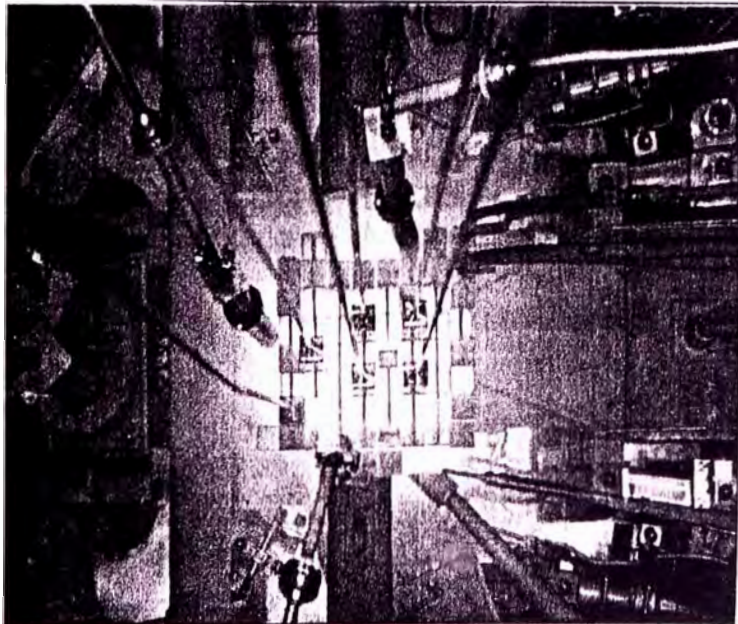


Figura 3.5: Vista superior del tanque principal del Reactor mostrando el núcleo

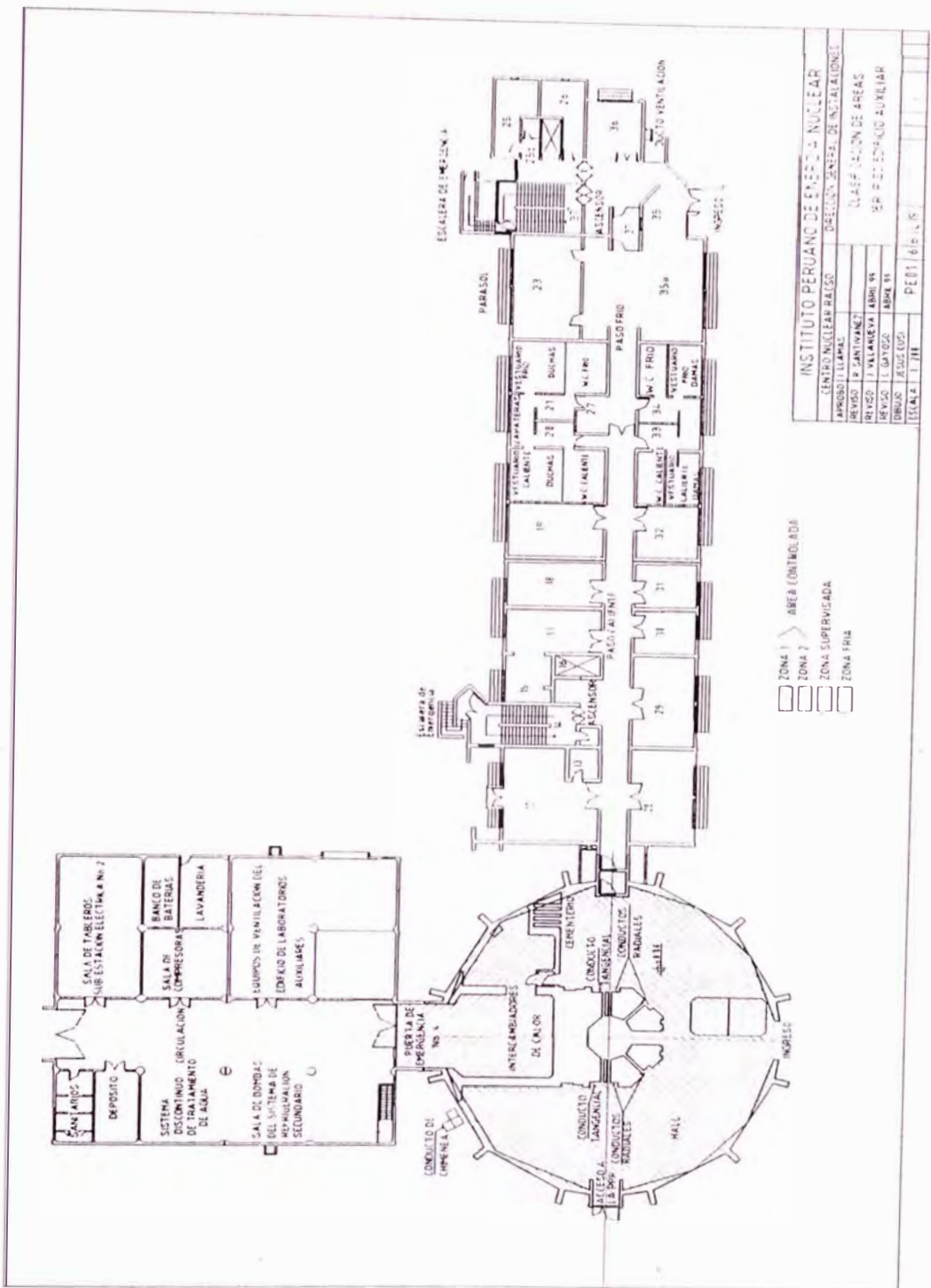


Figura 3.6: Plano de clasificación de áreas del Edificio del Reactor, Edificio Secundario y Edificio de Laboratorios Auxiliares.

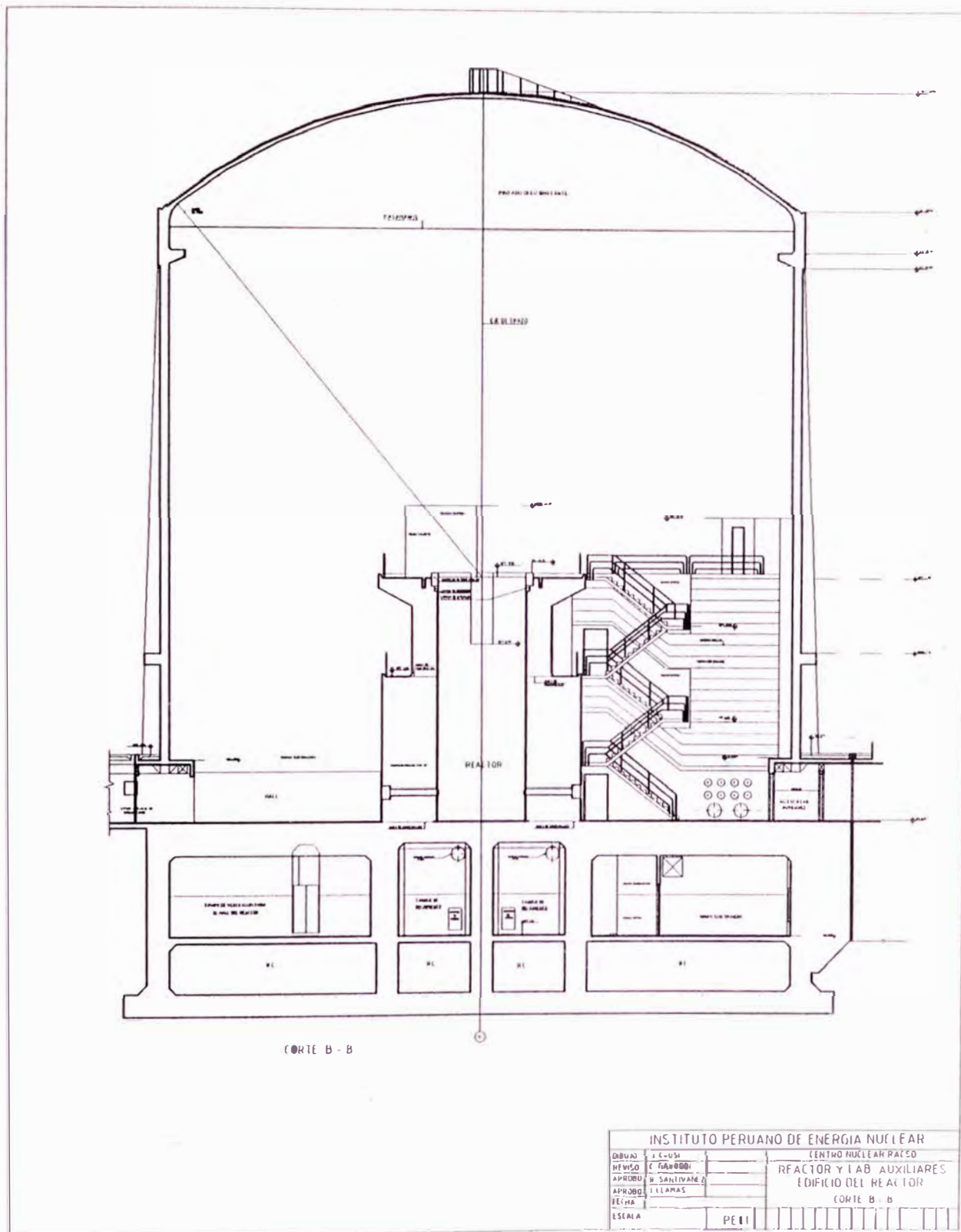


Figura 3.7: Plano de vista frontal (corte) del Edificio del Reactor Nuclear RP-10.

3.3 LA DIRECCION GENERAL DE INSTALACIONES

La administración de la operación y producción de la instalación del Reactor Nuclear RP-10 está a cargo de la Dirección de Reactores, la que a su vez depende de la Dirección General de Instalaciones.

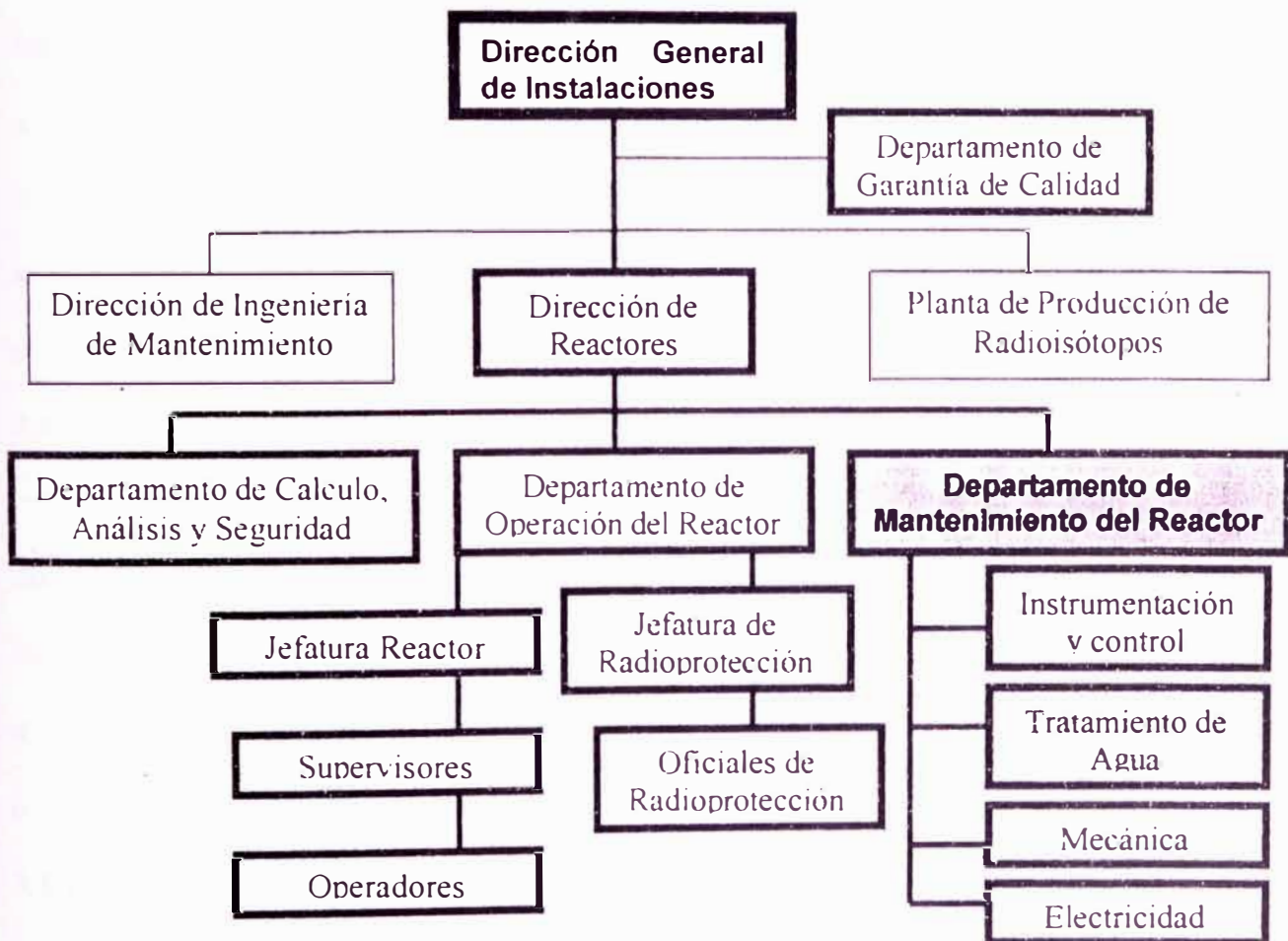


Figura 3.8: Organigrama de la Dirección General de Instalaciones

.1 Identificación de Actividades en la Dirección de Reactores

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 3.8 “Organigrama de la Dirección General de Instalaciones”, los procesos principales que se realizan en cada Departamento de la Dirección de Reactores, son los siguientes:

.3.1.1 Proceso del Departamento de Operación

Explotar u operar el Reactor Nuclear RP-10 en forma segura, para lo cual realiza los siguientes procesos principales:

Proceso de operación del reactor: arranque, criticidad y parada.

Proceso de recarga de elementos combustibles nucleares.

Proceso de movimiento, carga y transporte de productos irradiados.

d. Proceso de encendido y manejo de sistemas y equipos del reactor RP-10.

3.3.1.2 Proceso del Departamento de Mantenimiento:

El de realizar las acciones necesarias para mantener en funcionamiento y dar la disponibilidad en forma efectiva la instalación del reactor RP-10, para lo cual realiza los siguientes procesos principales:

a. Mantenimiento correctivo.

b. Mantenimiento de lubricación .

3.3.1.3 Proceso del Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad:

Es el de realizar las acciones necesarias para calcular y analizar los valores y parámetros críticos de funcionamiento del reactor para determinar los valores permisibles bajo los cuales el reactor debe de operar en forma segura contra accidentes nucleares. Para ello realiza los siguientes procesos principalmente:

Experiencia para determinar parámetros termo hidráulico: temperatura, presión, caudales de refrigeración, etc.

Experiencia para determinar parámetros nucleares: exceso de reactividad, % de quemado de elementos combustibles nucleares, reactividad negativa de las barras de control, etc.

Tabla 3.2: Hoja de Descripción del proceso: Operación del Reactor RP-10

| Proceso: Operación del Reactor RP-10 | |
|--|---|
| DESCRIPCIÓN | OBSERVACIONES |
| <ul style="list-style-type: none"> • Llamada telefónica del usuario PPR solicitando la necesidad de realizar prueba de estanqueidad de las muestras a irradiar. • Un operador se acerca a la Planta del usuario a realizar la prueba de estanqueidad. • Se realiza la prueba de estanqueidad. • El operador firma la conformidad de las muestras que superaron la prueba de estanqueidad. • El operador recibe las solicitudes de irradiación de las muestras que superaron la prueba de estanqueidad. • El operador regresa al Reactor llevando las muestras y las solicitudes de irradiación. • El Jefe de Turno da revisión de las solicitudes. • El Jefe del Reactor planifica la operación del reactor. • El Jefe de Turno llena las "Planillas de movimiento (introducción, modificación y extracción) de muestras" en el núcleo del reactor. • El Jefe de Turno, un grupo de operadores y un oficial de radioprotección realizan el movimiento de muestras a irradiar en el núcleo del reactor de acuerdo a las "Planillas de movimiento de muestras". • El Jefe de Turno recibe las "Planillas de Liberación de equipos y sistemas del reactor" emitida por el Departamento de Mantenimiento. | <ul style="list-style-type: none"> • La Planta está ubicada a unos 56 metros de la instalación del reactor. • Para verificar la no fuga de material a irradiar. • El movimiento de muestras consiste en ubicar y/o reubicar las muestras en el núcleo (zona de combustible nuclear) ser irradiadas, para obtener la radiactividad requerida por el usuario. • El Departamento de Mantenimiento realiza mantenimiento correctivo y pruebas de funcionamiento previo de sistemas y equipos. |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • El Jefe de Turno recibe las “Planillas de control radiológico de zonas” emitida por el Area de Radioprotección. • El Jefe del Reactor da la orden de operar el Reactor, a través del llenando del “Cuaderno de Directivas”, en la que especifica los detalles en que se operará el reactor. • El Jefe de turno ordena la “Recorrida previa de verificación de zonas” a ser realizado por un operador. • El Jefe de turno ordena iniciar operar el reactor subiendo la potencia. • Los operadores toman conocimiento como se va a operar el reactor a través de la lectura del “Cuaderno de Directivas” firmada por el Jefe del Reactor. • Inicio de la operación del reactor. • Recorridas periódicas control de zonas en la instalación del reactor. • Bajada de potencia del reactor. • Extracción de muestras irradiadas, del núcleo del reactor, solicitadas por los usuarios. • Proceso de entrega de muestras irradiadas solicitadas a los usuarios. | <ul style="list-style-type: none"> • El Área de Radioprotección realiza una inspección de zonas para verificar la no fuga o contaminación radiactiva. • El operador vuelve a verificar el estado final de los sistemas y equipos en forma visual y otros factores que puedan comprometer el funcionamiento. • Subida de barras de control. • Bajada de barras de control. |
|---|---|

3.4 UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN EL ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION DE REACTORES

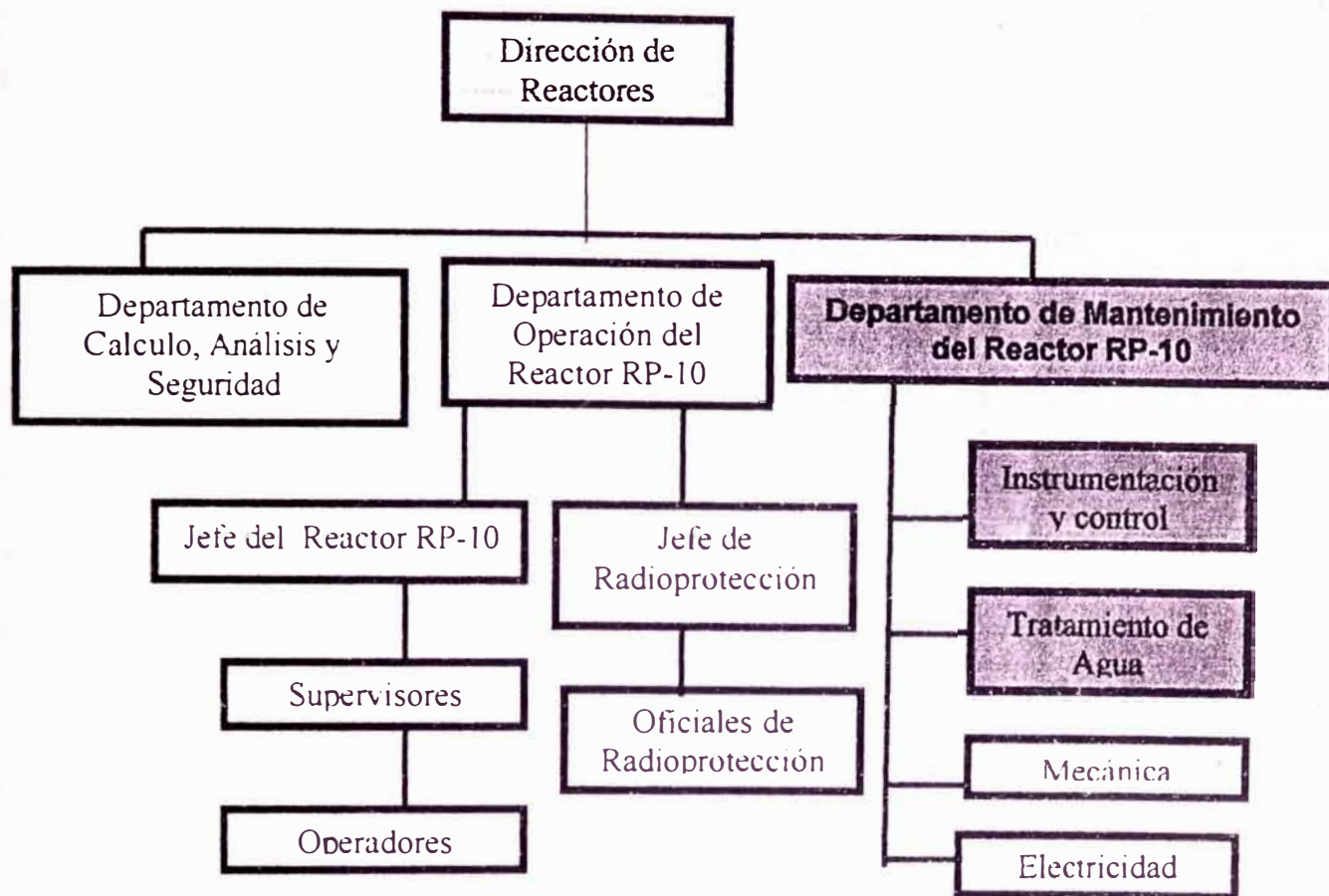


Figura 3.10: Ubicación del Departamento de Mantenimiento dentro del Organigrama de la Dirección de Reactores.

3.5 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Mantenimiento está encargado de programar y ejecutar las actividades de mantenimiento de los reactores. El Departamento de Mantenimiento, depende de la Dirección de Reactores y tiene las funciones siguientes:

- Programar y desarrollar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los reactores, así como de las facilidades de irradiación.
- Formular programas, manuales y procedimientos de mantenimiento y actualizarlos permanentemente.

- c) Mantener un stock mínimo de repuestos; para garantizar la operación de los reactores las veces que sean requeridas.
- d) Participar en la formulación y cumplimiento del programa de garantía de calidad, para el adecuado mantenimiento del RP-10 y RP-0.
- e) Planificar y dirigir la capacitación del personal de mantenimiento.
- f) Apoyar y participar activamente en los planes y simulacros de emergencia.
- g) Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

3.6 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

3.6.1 Jefe de mantenimiento

- a) Cumplir y hacer cumplir las reglamentaciones vigentes
- b) Es responsable de la planificación, coordinación y control del mantenimiento preventivo fijado en el Manual de Mantenimiento para todos los sistemas y componentes del RP-10, los que se agruparán en los sectores de mecánica, electricidad, Instrumentación y Control y Tratamiento de Aguas.
- c) Ordenar y supervisar la ejecución de toda tarea de mantenimiento de tipo correctivo que le solicite el Jefe del Reactor, durante la Operación del Reactor.
- d) Ordenar y supervisar la ejecución de toda tarea de mantenimiento que autorice el Jefe del Reactor.
- e) Informar al Jefe del Reactor sobre toda cuestión relacionada con el Mantenimiento de la Planta.
- f) Es responsable de la utilización, conservación y archivo de toda la documentación y relativa al registro de datos y mantenimiento realizado a todos los sistemas, componentes, equipos, instalaciones y máquinas del Reactor.

- g) Es responsable de la planificación y emisión de los programas de mantenimiento preventivo y de los sectores a su cargo.
- h) Presentar al Jefe del Reactor la programación del SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO del ciclo para su aprobación, con no menos de un mes de anticipación a la fecha de puesta en vigencia.
- i) Mantener informado al Jefe del Reactor, sobre los trabajos de mantenimiento efectuados.
- j) Mantener informados al Jefe del Reactor y al Jefe de Radioprotección, cuando se inicien, interrumpan y/o finalicen trabajos de mantenimiento sobre sistemas, componentes o equipos de los que dependan factores que afecten a la seguridad de operación de la planta o impliquen riesgos radiológicos al personal, según corresponda.
- k) Prestar colaboración al personal de Operación durante la operación del reactor, o cuando lo disponga el Jefe del Reactor.
- l) Dirimir responsabilidades en las situaciones de litigio por aspectos técnicos que se presenten entre sectores de mantenimiento a su cargo.
- m) Solicitar al Jefe del Reactor la asignación de personal de otros sectores para que participen en las tareas de mantenimiento cuando por la magnitud de alguna tarea o el cúmulo de tareas supere la capacidad de algunos sectores de mantenimiento.
- n) Fijar tareas a los responsables de Grupos de Mantenimiento a su Cargo, verificando el cumplimiento de las mismas y la calidad de los trabajos realizados.
- o) Efectuar una revisión anual del Manual de Mantenimiento y de surgir a su criterio alguna modificación, proceder a la actualización del respectivo Manual.
- p) Llevar un registro de todas las actividades de mantenimiento.

- q) Mantener el stock de repuestos, elementos consumibles, herramientas e instrumentos necesarios a través de un almacén que tendrá como misión asistir a los requerimientos de cada sector.
- r) Dar prioridades a los requerimientos de materiales de cada sector de mantenimiento y solicitar al Director de Reactores la asignación de las partidas de dinero para su adquisición.
- s) Ordenar la adquisición y entrega de los materiales y repuestos que se adquieran o incorporen para mantenimiento.
- t) Presentar las Planillas de Liberación de Equipos y sistemas para las Operaciones programadas del Reactor.

3.6.2 Responsable del Grupo Mecánica.

- a) Es el responsable del mantenimiento de todos los sistemas, instalaciones y equipos mecánicos del reactor RP-10.
- b) Conducir al personal a su cargo ordenando sus tareas y responsabilidades.
- c) Participar en forma activa y supervisará toda aquella tarea que por su importancia justifique su presencia.
- d) Es el responsable de la calidad de todos los trabajos que ejecute a su cargo.
- e) Proponer al Jefe de Mantenimiento la programación de las tareas de mantenimiento preventivo de su responsabilidad
- f) Organizar a su personal en dos Subgrupos a los que asignará las responsabilidades del mantenimiento preventivo mecánico y un taller.
- g) Es responsabilidad del subgrupo de mantenimiento Mecánico efectuar las tareas de mantenimiento a todas los sistemas, instalaciones y equipos mecánicos. Para el caso de equipos mecánicos que funcionaran acoplados a un motor o equipo

eléctrico, la responsabilidad incluye al a oplamiento, así también la alineación y control de vibraciones de conjuntos rotantes.

- h) Es responsabilidad del subgrupo de taller apoyar en la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo a todo equipo o componente tanto eléctrico como mecánico, que por sus características no pueda ser realizado integralmente por el personal de los grupos de mantenimiento eléctrico y mecánico. También podrá realizar trabajos eléctricos y mecánicos a otros sectores. El orden de prioridades de los trabajos será fijado por el responsable del Grupo de Mecánica.
- i) Catalogar y mantener en forma permanente y actualizada, el stock de repuestos, elementos de consumo, herramientas e instrumentos a su cargo.
- j) Llevar un control detallado de los materiales de repuestos, elementos de consumo, herramientas e instrumentos a cargo.
- k) Preparar y elevar al Jefe de Mantenimiento los requerimientos de materiales de repuestos, consumibles, herramientas e instrumental necesario para reponer el stock que se debe mantener.

.6.3 Responsable de Grupo Instrumentación y Control

- a) Es el responsable del mantenimiento de todos los sistemas y equipos de instrumentación y señalización nuclear y convencional, equipos electrónicos convencionales y sísmica, sistema de TV, monitores de área, y todo otro sistema o equipo electrónico del Reactor RP-10, desde el sensor hasta el indicador.
- b) Conducir al personal a su cargo ordenando sus tareas y responsabilidades.
- c) Participar en forma activa y supervisará toda aquella tarea que por su importancia justifique su presencia.

- d) Es el responsable de la calidad de todos los trabajos que ejecute el personal a su Cargo.
- e) Proponer al Jefe de Mantenimiento la programación de las tareas de mantenimiento preventivo de su responsabilidad.
- f) Catalogar y mantener en forma permanente y actualizada, el stock de repuestos, consumibles, herramientas e instrumentos a su cargo.
- g) Llevar un control detallado de los materiales de repuestos, consumibles, herramientas e instrumentos a su cargo.
- h) Preparar y elevar al Jefe de Mantenimiento los requerimientos de materiales de repuestos, consumibles, herramientas o instrumentos necesarios para reponer el stock que se debe mantener.

3.6.4 Responsable de Grupo Tratamiento de Aguas

- a) Es el responsable de ejecutar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas y equipos de tratamiento de aguas y efluentes activos del reactor RP-10.
- b) Efectuar los requerimientos de servicios del campo de su competencia, de los diferentes sectores y les asignará prioridad.
- c) Elevar al Jefe de Mantenimiento los requerimientos de personal y materiales para mantener operativos los servicios auxiliares de la planta.
- d) Controlar al personal que ejecuta las tareas de mantenimiento o reparación y será responsable de la recepción y calidad de los mismos.
- e) Participar en forma activa y toda aquella tarea que por su importancia justifique su presencia.

- f) Proponer al Jefe de Mantenimiento la programación de las tareas de operación y mantenimiento preventivo de los sistemas y equipos bajo su responsabilidad.
- g) Idem 3.6.3 f
- h) Idem 3.6.3 g
- i) Idem 3.6.3 h

3.6.5 Responsable Grupo Eléctrico

- a) Es el responsable del mantenimiento de todos los sistemas, instalaciones y equipos eléctricos del reactor RP-10, tableros eléctricos, conductores de interconexión entre tableros y equipos, sistemas de iluminación y señalización, motores y UPS, Grupo Generador de Emergencia.
- b) Conducir al personal a su cargo ordenando sus tareas y responsabilidades.
- c) Participar y supervisará la ejecución de toda tarea que por su importancia justifique su presencia.
- d) Es el responsable de la calidad y correcta ejecución de los trabajos que realice el personal a su cargo.
- e) Proponer al Jefe de Mantenimiento la programación de tareas de mantenimiento preventivo de los sistemas y equipos bajo responsabilidad del grupo.
- f) Idem 3.6.3 f
- g) Idem 3.6.3 g
- h) Idem 3.6.3 h

.7 SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO

La empresa pondera el mantenimiento del reactor RP10 como una función primordial para lograr los objetivos que busca, mas aún tratándose de una instalación que por la cantidad, y calidad de equipos y máquinas que posee debe tener una gran

ponibilidad y seguridad sobre todo tratándose de la manipulación de materiales radiactivos.

Sin embargo, aunque la función de mantenimiento está definida dentro del organigrama de la Dirección de Reactores, lo está en forma parcial porque sólo se realiza un “**Mantenimiento Correctivo**” a las máquinas y equipos del Reactor cuando hay una parada de emergencia, buscando solucionar el problema lo más antes posible para no detener la producción manteniendo la disponibilidad y operatividad de las máquinas necesarias para su proceso productivo.

En estos momentos cuando hay una avería o problema grave y hay que hacer una reparación de emergencia, ésta se realiza de acuerdo al pedido del Supervisor quien informa al Jefe de Reactor, éste a su vez informa a la Dirección de Reactores y se analiza en forma inmediata si la reparación se puede hacer con el personal técnico o hay que contratar los servicios de terceros para dar solución en forma Inmediata.

El mantenimiento actual lo podemos clasificar de la siguiente manera:

3.7.1 Mantenimiento correctivo

Realizado a las máquinas y equipos de acuerdo al pedido de los jefes de área o jefes de turnos de operación ante la ocurrencia de algún desperfecto en estas trayendo como consecuencia la paralización de la operación del reactor lo cual produciría una merma en la producción de radioisótopos, radiofármacos, etc y la realización de experimentos y análisis importantes

El Mantenimiento Correctivo se basa en la ejecución de tareas programadas (reparación de fallas) como consecuencia de anomalías presentadas.

3.7.2 Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo no está dado como una función principal para lograr los objetivos que se busca, tratándose de una Instalación que cuenta con un Reactor Nuclear, y máquinas y equipos auxiliares que permiten operar satisfactoriamente para investigación, producción de radioisótopos y demás aplicaciones pacíficas de la energía Nuclear.

Actualmente, como ya se mencionó, el mantenimiento preventivo no se lleva a cabo básicamente debido a la escasez de personal y de una adecuada planificación y es así que el Mantenimiento Preventivo actual se limita a cuatro acciones principales:

- 1) Inspección
- 2) Lubricación
- 3) Engrase
- 4) Limpieza

No se lleva a cambio el recambio de piezas, ni se tienen piezas claves de repuesto ni se realizan calibraciones entre otras actividades de mantenimiento preventivo.

El Departamento de Mantenimiento mantiene un programa de lubricación a sus máquinas y equipos y lo hace en forma práctica y parcial. La lubricación se hace uno o dos veces por semana dependiendo de la situación actual de la máquina y de la inspección que pueda hacer el trabajador.

El programa general de mantenimiento preventivo del RP-10, se encuentra constituido actualmente solo por una recopilación no actualizada de todas las tareas de mantenimiento preventivo, que correspondería realizarse sobre cada componente, de cada subsistema perteneciente a cada uno de los sistemas de la planta del Reactor RP-10.

1 Departamento de mantenimiento cuenta con el siguiente personal:

- Departamento
 - Un jefe de departamento de mantenimiento
- Grupo de Mecánica.
 - Un Ingeniero Mecánico (Se recomienda- No se cuenta actualmente)
 - Un técnico responsable
 - Un técnico Mecánico (Se recomienda para Mant. Preventivo)
 - Un practicante
- Grupo instrumentación y control
 - Un Ingeniero Electrónico responsable
 - Un Ingeniero Electrónico especialista en instrumentación convencional
 - 2 técnicos electrónicos
- Grupo tratamiento de aguas
 - Un Ingeniero Químico responsable
 - Un Ingeniero Sanitario (Se recomienda contratar)
 - Un técnico químico
- Grupo eléctrico
 - Un Ingeniero Electricista (Se recomienda contratar)
 - Un técnico responsable

3.7.2.1 Sistemas y componentes por áreas de responsabilidad

1) Grupo mantenimiento mecánico

Es responsable del mantenimiento de los siguientes sistemas y componentes mecánicos:

- Puente de Mecanismos
- Puente Auxiliar
- Mecanismos de accionamiento de barras de control y seguridad
- Mecanismos de accionamiento de cámaras de fisión
- Sistema primario tanque principal y elementos mecánicos interiores
- Sistema de conductos de irradiación y columna térmica
- Sistema primario pileta auxiliar y canal de comunicación
- Sistema primario tanques de decaimiento

- Sistema primario bombas primario
- Sistema primario intercambiadores
- Sistema primario cañerías, válvulas, bridas, juntas y accesorios
- Sistema de transporte de caja portamuestras
- Sistema neumático de transporte de muestras
- Sistema de purificación continua
- Sistema de colchón caliente
- Sistema de provisión
- Sistema secundario bombas secundario
- Sistema secundario torres de enfriamiento
- Sistema secundario cañerías , válvulas, bridas, juntas y accesorios
- Telemanipuladores
- Ventana celda caliente
- Periscopio
- Pluma telescópica y mesa soporte para observación de elementos combustibles
- Puente Grúa Polar
- Sistema de tratamiento de efluentes
- Sistema de ventilación y Aire Acondicionado (zona Caliente) (Turbinas, filtros, conductos y accesorios)
- Sistema de ventilación y AA edificio (zona fría) (turbinas, conductos y accesorios)
- Sistema de extracción de edificio (turbina, conductos y accesorios)
- Sistema de aire comprimido (compresores, tuberías y accesorios)
- Sistema de depresión (vacío) (campanas radioquímicas)
- Sistema generador de Emergencia motor.

- Sistema ascensor
- Sistema taller (mecánica herramienta)
- Sistema de repuestos.

NOTA:

La responsabilidad del mantenimiento de todo equipo mecánico acoplado a uno eléctrico incluye al acoplamiento, como así también la alineación, registro y control de vibraciones de conjuntos rotantes.

2) Grupo instrumentación y control

Es responsable del mantenimiento de los siguientes sistemas y componentes:

- Sistema de instrumentación y señalización nuclear.
- Sistema de instrumentación y señalización convencional.
- Sistema de instrumentación y señalización sísmica.
- Sistema de monitores de área
- Sistema de alarmas.
- Sistema de TV.

NOTA:

La responsabilidad del mantenimiento de todo equipo electrónico involucra desde el sensor hasta el indicador, incluyendo las líneas de transmisión y alimentación hasta el tablero eléctrico.

3) Grupo tratamiento de aguas

Es responsable de la operación y mantenimiento de los siguientes sistemas y equipos:

- Sistema de provisión de agua al reactor
- Sistema de purificación continua
- Sistema de colchón caliente

- Sistema de colección y tratamiento de efluentes activos
- Control químico del refrigerante secundario
- Control químico del refrigerante primario

4) Grupo eléctrico

Es responsable del mantenimiento de los siguientes sistemas y componentes de la instalación:

- Tablero general Sub-Estación
- Tableros eléctricos
- Líneas de transmisión entre tableros eléctricos y entre estos y equipos eléctricos
- Sistema de iluminación zona caliente
- Sistemas de iluminación zona fría
- Sistemas de señalización para evacuación zonas frías y calientes
- Motores eléctricos sistemas, primario, secundario, ventilación y auxiliares
- Motores eléctricos de otros sistemas: puente grúa, ascensores, compresores
- Sistema eléctrico ininterrumpible UPS
- Sistema eléctrico de emergencia
- Sistema de altavoces
- Sistema de comunicación interna (intercomunicadores, teléfonos)

3.7.3 Sistema de información actual

Actualmente solo se cuenta con información parcial de las tareas de mantenimiento correctivo realizado a todos los sistemas y equipos del reactor y sistemas auxiliares asociados. No se cuenta con planillas de datos técnicos ni de historial de equipos ni registros del mantenimiento preventivo dado que este no se realiza. Solo se cuenta con las

itudes de servicio/Mantenimiento generadas durante el mantenimiento correctivo, utadas y archivadas por parte del Jefe del Departamento de Mantenimiento.

La información con que cuenta actualmente el Departamento de Mantenimiento es de responsabilidad del Jefe del Departamento de Mantenimiento. Dicha información es chivada de acuerdo al año de procedencia y Grupo; la documentación que pueda brindar alguna información para la programación del mantenimiento del Departamento es la uiente:

1.) Documentación de Equipos

En estos momentos la empresa cuenta con planos, manuales de usuarios, catálogos de repuestos, catálogo de productos compatibles con los repuestos originales

2.) Lista de Proveedores

Aquí se detalla la relación de los distintos proveedores que abastecen, a la empresa divididos en varios grupos de acuerdo al rubro al que pertenecen

3) Planillas de Mantenimiento Correctivo (PMC)

3.7.4 Planillas de mantenimiento correctivo (PMC)

3.7.4.1 Planilla de Solicitud de Servicio/Mantenimiento

(Ver Anexo A)

La planilla de solicitud de Servicio/Mantenimiento, es emitida al surgir la necesidad de ejecución de un trabajo de mantenimiento de "tipo correctivo" a un componente o equipo de un determinado sistema, por el grupo de mantenimiento.

3.7.4.2 Planilla de Informe de Trabajo

(Anexo B)

La planilla de informe de trabajo, contiene la información necesaria y suficiente para el llenado de las Planillas de historial de equipos.

A:

Las planillas se conservan juntas, al término de los trabajos de mantenimiento o cuando los trabajos sean interrumpidos, indicándose la causa del mismo.

7.4.3 Responsabilidad del llenado y control de las planillas de mantenimiento correctivo.

Es responsabilidad del Jefe del Departamento de Mantenimiento exigir el llenado de las planillas de Servicio o Mantenimiento, previo al inicio de cualquier trabajo de mantenimiento Correctivo, así como llevar el registro y control de las planillas de mantenimiento Correctivo emitidas.

Dado que existen dos condiciones en que se halla el reactor normalmente, en mantenimiento y en operación, el inicio de una Planilla de Mantenimiento Correctivo, no difiere de la condición en que se encuentra.

7.4.4 Funciones de las Planillas de Mantenimiento Correctivo

- a) Relacionan una tarea de Mantenimiento con una acción CORRECTIVA que hubiera surgido de la ejecución de dicha tarea, por haberse detectado durante su ejecución una anomalía.
- b) Permite establecer claramente las responsabilidades de los que intervienen en el proceso.
- c) Permiten establecer en cualquier momento en que etapa del proceso se encuentra.
- d) Permite llevar un registro de los recursos empleados, que a su vez permita establecer un estimado de costos que genera el trabajo de Mantenimiento Correctivo.
- e) Permite, a través del circuito documentario establecido, el control (VºBº) final por parte del Jefe del Reactor de los equipos o componentes en Mantenimiento.

Constituye la fuente de información para el consolidado de las Planillas de historial de equipos.

Control de la programación y ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo

) La necesidad de realizar una "Acción de Mantenimiento Correctivo" sobre un componente reconoce dos circunstancias, relativas a la oportunidad de ocurrencia a saber:

1. La que se origina durante la operación del reactor y es emitida una Orden de Trabajo por personal de las áreas de Operación o Mantenimiento con el VºBº del Jefe del Reactor.
 2. La que se origine durante el Mantenimiento Preventivo (de realizarse) del componente y es emitida una Orden de Trabajo por el responsable de la ejecución de la tarea con el VºBº del Jefe de Mantenimiento y del Jefe del Reactor.
- b) No se archivan las Ordenes de Trabajo de Mantenimiento Correctivo, mientras que las tareas correctivas no hallan sido terminadas satisfactoriamente y completado el circuito documentario.
- c) Cada responsable de grupo de Mantenimiento se hace Cargo del Control, actualización semanal y liberación de las tareas de mantenimiento correctivo de los componentes bajo su responsabilidad.
- d) Una vez concluido el mantenimiento correctivo, el responsable de grupo eleva, en cumplimiento del ciclo establecido, al Jefe de Mantenimiento para el archivo correspondiente y conocimiento del Jefe del Reactor.

CAPITULO IV

EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL.

4.1 INTRODUCCION

- En este capitulo evaluaremos por medio de técnicas y herramientas adecuadas de calidad el Sistema de Mantenimiento actual del Reactor mediante un análisis que permita determinar el nivel en el que se encuentra el área de mantenimiento dando así solución a los problemas orientado al establecimiento de mejoras en la gestión de mantenimiento.

4.2 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EFECTUAR EL DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO

Para la evaluación del análisis y diagnóstico del área de Mantenimiento se debe contar normalmente con la participación de los especialistas de las áreas involucradas tales como:

- Organización
- Planificación del Mantenimiento
- Administración del Mantenimiento
- Control
- Dirección
- Infraestructura y equipos de mantenimiento
- Personal de mantenimiento
- Logística del Mantenimiento y almacenamiento
- Otros

Los métodos empleados permiten a un grupo de trabajo formado por trabajadores de

la misma empresa y asesorados o no por consultores externos, evalúe la situación de los distintos aspectos de la gestión del Mantenimiento. Este grupo de trabajo liderado por el jefe del departamento de Mantenimiento estará compuesto por representantes de las áreas de ejecución del Mantenimiento y otras relacionadas directa o indirectamente a aquellas (operación, recursos humanos, capacitación, contabilidad, compras, etc).

El análisis y diagnóstico se realizará en este trabajo empleando tres técnicas:

- 1) El Diagrama Causa- Efecto.
- 2) La técnica denominada como “Polígono de Productividad del Mantenimiento o “radar del mantenimiento”.
- 3) La técnica actual de auditoría por deméritos de la función Mantenimiento o metodología de COVENIN basada en una serie de etapas que incluyen:
 - Elaboración de un cuestionario que servirá de guía para el desarrollo del análisis.
 - Visita a las instalaciones, talleres, oficinas de las áreas involucradas de actuación del mantenimiento, para conocer las actividades desarrolladas en cada una.
 - Reuniones y discusiones con los profesionales directa o indirectamente involucrados en el proceso de análisis.
 - Consultas a la documentación en uso y determinación del flujo de información existente.
 - Consulta a los usuarios de los servicios de mantenimiento (operación).
 - Análisis de los problemas a ser administrados.
 - Reuniones con los coordinadores de cada área para la discusión de las informaciones y la elaboración del informe de diagnóstico.

Los procedimientos utilizados en el desarrollo del análisis y el diagnóstico pueden ser cuantitativos, cualitativos o ambos. En cualquier caso, el diagnóstico, resultado del análisis,

debe contener indicaciones o alternativas para mejorar los métodos practicados por la empresa. Al término del análisis se podrá hacer un diagnóstico de las áreas involucradas en la gestión del Mantenimiento del Reactor y mediante la tecnología presentada se podrá conocer su status actual en forma porcentual, determinando los factores críticos que influyen en el área de Mantenimiento.

4.3 UTILIZACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

A continuación se presenta una encuesta tomada de la Asociación Peruana de Mantenimiento para recoger información sobre el mantenimiento de las instalaciones del Reactor RP-10.

El cuestionario ha sido respondido por el Jefe del Departamento de Mantenimiento de la Dirección general de Instalaciones del IPEN y permite tener una idea clara de cómo se lleva a cabo el Mantenimiento del RP-10 y desarrollar así la metodología de evaluación del mantenimiento a través de las técnicas del radar y de deméritos que se presentan luego.

ENCUESTA SOBRE MANTENIMIENTO

- A que sector corresponde la actividad característica del Centro de trabajo?
Rpta. Administración Pública

1. INFORMACION GENERAL DEL CENTRO DE TRABAJO

1.1 Número total de empleados

Rpta. De 100 a 200

1.2 Jornada Laboral de la actividad productiva

Rpta. 40 horas semanales

1.3 Edad de la Instalación

Rpta. De 11 a 15 años

2. ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.1 Dispone el centro de trabajo de un grupo u organización cuya principal ocupación sea el mantenimiento?

Rpta. Sí

2.2 Está definida en la organización una persona que tenga la responsabilidad específica de gestionar el mantenimiento?

Rpta. Sí

2.3 En caso afirmativo, cómo se titula dicho puesto de trabajo?

Rpta. Jefe del Departamento de Mantenimiento

2.4 De quién depende directamente el responsable de mantenimiento?

Rpta. Gerencia de Planta(De la Dirección General de Instalaciones)

2.5 Si el Director del Centro de Trabajo es de nivel 1 de la organización, que nivel relativo ocupa el responsable del mantenimiento?

Rpta. Nivel 3

2.6 Está definido el organigrama funcional del grupo/departamento/ división del mantenimiento?

Rpta. Sí

2.7 Señale las funciones que están asignadas como responsabilidad del servicio de mantenimiento:

Rpta.

- Mantenimiento de las actividades productivas y auxiliares
- Estudio y ejecución de pequeñas mejoras.
- Consulta previa a la compra de nuevos equipos e instalaciones
- Construcción / montaje de útiles de producción

2.8 Señale los grupos de trabajo, expresamente definidos y dotados de personal de planta, dentro de la organización de mantenimiento:

- Mantenimiento mecánico y taller mecánico
- Mantenimiento eléctrico y taller eléctrico
- Mantenimiento de instrumentación y control y taller de instrumentación
- Mantenimiento químico y laboratorio de química

2.9 Si el máximo responsable de mantenimiento (El jefe de Departamento) es de nivel 1, que nivel ocupa el personal de mantenimiento de menor nivel?

Rpta. Nivel 4

2.10 Personal de mantenimiento (incluidos jefes, profesionales, técnicos, personal auxiliar, etc.)

Rpta. De 11 a 25

2.11 Si la actividad productiva se extiende más allá de la jornada laboral de 40 horas semanales, como atiende mantenimiento los incidentes presentados en ese tiempo?

Rpta. Con personal de mantenimiento a turnos

2.12 Colabora el personal de producción /operación en los trabajos de mantenimiento?

Rpta. Hace urgentes y pequeñas reparaciones

3. LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

3.1 Se dispone de un presupuesto anual definido para los gastos de mantenimiento?

Rpta. Sí

3.2 A cuanto asciende aproximadamente el gasto anual de mantenimiento del centro de trabajo? (en miles de nuevos soles)

Rpta. De 500 a 1000

3.3 Como se distribuye aproximadamente el gasto anual de mantenimiento en el centro de trabajo?

- | | | |
|---|---|-----|
| - Repuestos y materiales de compra y de almacén | : | 20% |
| - Trabajos y mano de obra contratado | : | 25% |
| - Personal propio de la planta | : | 55% |

4 MANTENIMIENTO CONTRATADO

4.1 Que tipo de contratación tiene mayor importancia económica en el gasto anual de mantenimiento?

Rpta. Trabajos definidos a suma alzada segun oferta específica

4.2 Como califica, según su experiencia, la calidad del mantenimiento contratado, en términos generales?

Rpta. Regular

4.3 Cual cree que será, en su centro de trabajo, la tendencia a la contratación de servicio de mantenimiento exterior en los próximos años?

Rpta. Más o menos igual

5. CONTROL DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

5.1 Está organizado el trabajo por "●Ordenes de trabajo" para la asignación de prioridades, distribución de materiales y mano de obra y control de costos?

Rpta. Si

5.2 Cual es la distribución aproximada entre los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo?

Rpta.

| | | |
|--------------------------|---|-----|
| Mantenimiento correctivo | : | 10% |
| Mantenimiento preventivo | : | 90% |

5.3 Señale el porcentaje de peticiones de trabajo que recibe mantenimiento con la indicación de máxima urgencia (muy urgentes y urgentes)

Rpta. De 6 a 15%

5.4 Evalúe la carga de trabajo que suele tener pendiente(tiempo que calcula tardaría en cumplimentar los trabajos en curso y en espera o pendientes):

Rpta. De 2 a 4 meses

5.5 Cada cuanto tiempo recibe información sobre los gastos de mantenimiento?

Rpta. Cada trimestre

5.6 Con que retraso, respecto a la fecha de cierre de la información, recibe habitualmente los gastos de mantenimiento?

Rpta. Entre 1 y 2 meses

5.7 Los gastos de mantenimiento se conocen por:

Rpta. La naturaleza del gasto (materiales, mant. Contratado, personal propio)

5.8 Se efectúa un seguimiento sistemático de la gestión de mantenimiento mediante la evolución de algún(os)/ indicadores(s) de control?

Rpta. No

6. INFORMATIZACION DEL MANTENIMIENTO

6.1 Se utiliza la computadora en la gestión del mantenimiento?

Rpta. No

6.2 Cual es, en el centro de trabajo, la previsión sobre el uso de un programa de gestión integral- técnica y económica – del mantenimiento?

Rpta. Se aplicará en un futuro próximo

7. FORMACION Y CAPACITACION DEL PERSONAL.

7.1 Se hacen cursos de formación, entrenamiento o perfeccionamiento para el personal de mantenimiento?

Rpta. Dependiendo de la necesidad y de las posibilidades, de cuando en cuando se selecciona personal para asistir a algún curso

7.2 El personal de mantenimiento, es polivalente (multiespecialista) y actúa normalmente como tal?

Rpta. No hay polivalencia efectiva

8. LA DIRECCION DEL MANTENIMIENTO

8.1 formación académica del Jefe del Departamento de mantenimiento del Reactor

Rpta. Ingeniero Químico

8.2 Edad del mismo

Rpta. De 46 a 50 años

8.3 Antigüedad en la empresa

Rpta. De 16 a 20 años

8.4 Experiencia en trabajos de mantenimiento (en cualquier puesto y en esta y otras empresas)

Rpta. De 16 a 20 años

8.5 Antigüedad como Jefe de mantenimiento(en esta y otras empresas)

Rpta. De 8 a 12 años

8.6 De las actividades del ciclo de dirección, señale la que cree que es la que los jefes de mantenimiento:

Rpta.

- | | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|
| a) le dedican más tiempo | : | planificar, programar, organizar |
| b) a la que deberían dedicárselo | : | estudiar, analizar, calcular |

8.7 Señale cual es, en su opinión, el problema mas importante que tiene el mantenimiento actualmente en el Perú?

Rpta.

- Necesidad de tecnificación de los cuadros directivos
- Escasa motivación del personal
- Limitación de los recursos de la empresa
- Necesidad de informatizar la gestión

8.8 De los conceptos que se indican a continuación, señale el que cree que más valoran:

Rpta.

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| a) Las direcciones de las empresas | : | La disponibilidad de las instalaciones |
| b) Los técnicos de mantenimiento | : | La seguridad de las instalaciones |

8.9 Con que frecuencia es requerida su presencia en el centro de trabajo por problemas surgidos fuera de su jornada normal de trabajo?

Rpta. Raramente (1 a 3 veces al año)

8.10 Reciben los técnicos de mantenimiento alguna remuneración específica adicional por trabajos en horas extras o fuera de jornada o en días feriados o por guardias técnicas o por disponibilidad en casa?

Rpta. Sí

8.11 Indique cual cree que es el rango del sueldo bruto medio por año de los empleados del mismo nivel o categoría que el jefe de mantenimiento en su centro de trabajo (en miles de nuevos soles)

Rpta. 60000 nuevos soles/año

8.12 Asiste a congresos, seminarios, talleres, etc. sobre mantenimiento?

Rpta. Regularmente (1 ó más veces cada año)

8.13 Lee regularmente alguna revista técnica extranjera?

Rpta. No

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Es una de las técnicas más útiles para el análisis de las causas de un problema, también se le suele llamar **Diagrama de Ishikawa** o **Diagrama Espina de Pescado**, por su parecido con el esqueleto de un pescado.

El diagrama Causa Efecto permite definir un **Efecto** y clasificar las **Causas** y variables de un proceso. Es un excelente instrumento para el análisis del trabajo en grupo, y que permite su aplicación a temas como el estudio de un caso, relacionando las causas y los efectos, lo que facilita la solución de los problemas.

Es una forma gráfica de representar el conjunto de causas potenciales que podrían estar provocando el problema bajo estudio o influyendo en una determinada característica de calidad.

4.4.1 Determinación de los principales problemas en mantenimiento

Se utiliza un ordenamiento de ideas que resultan de un proceso de “**Lluvia de Ideas**”, al dar respuesta a alguna pregunta de partida, que se plantea al inicio del trabajo.

Analizando la situación del área de mantenimiento se han identificado una serie de problemas (evaluados de 1 a 10) existentes dentro del área de mantenimiento los cuales son los siguientes:

| Nº | DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | PUNTAJE |
|----|--|---------|
| 1 | Pago por horas extras muy bajo | 5 |
| 2 | Ineficiente seguimiento del estado de las máquinas | 6 |
| 3 | Ineficiente manejo de la información del mantenimiento | 5 |
| 4 | Falta de un sistema de mantenimiento computarizado | 4 |

| | |
|---|---|
| Personal de mantenimiento insuficiente | 6 |
| 6 Mala gestión del mantenimiento | 9 |
| 7 Falta de un programa adecuado de mantenimiento preventivo o incumplimiento del mismo. | 6 |
| 8 Falta de procedimientos claros estandarizados de mantto(reparaciones) | 7 |
| 9 Bajo nivel salarial del personal | 6 |
| 10 Falta de un presupuesto adecuado para generar el Plan de Mantenimiento Preventivo. | 8 |
| 11 Costos elevados de operación y mantenimiento | 7 |
| 12 Personal con bajos conocimientos de técnicas de mejoramiento continuo | 6 |
| 13 Falta de un Programa de Calidad Total | 6 |

Como podemos visualizar algunos de los problemas presentados en esta lista son las causas de otros problemas (Tal es el caso del incumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que causan una mala gestión del mantenimiento), siendo necesario realizar un análisis causa-efecto (diagrama de Ishikawa) de los principales problemas que probablemente sean producto de los otros problemas o están contenidos dentro de otros problemas más generales. Por elección del grupo de mantenimiento y por votación hemos considerado que el principal problema es el de *la mala gestión del mantenimiento*.

4.4.2 Análisis Causa-efecto del problema principal.

A continuación presento el diagrama causa-efecto del principal problema que se ha visto:

Mala gestión del mantenimiento

Las causas se determinaron a través de la técnica de brainstorms o “lluvia de ideas”

(ver la figura 4.1)

ANÁLISIS CAUSA-EFECTO

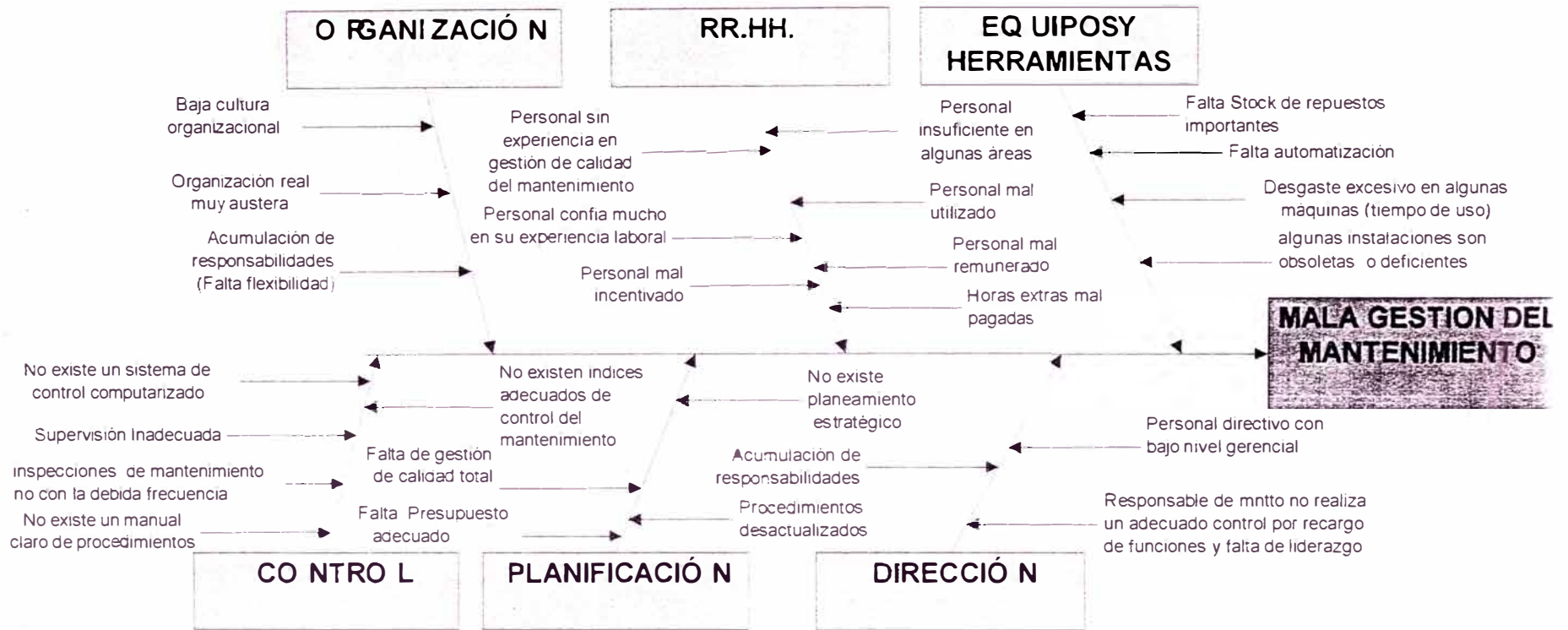


Figura 4.1: Diagrama Causa-Efecto del problema de Mala Gestión del Mantenimiento

4.5 Evaluación por la técnica del Radar de Mantenimiento

A continuación se aplicará la técnica del Radar contando para ello con la información obtenida anteriormente sobre la situación actual del sistema de mantenimiento de la Dirección de Mantenimiento del Reactor RP-10.

La auditoría se divide en áreas cuya ponderación es la siguiente:

| AREA | PONDERACION POR SU IMPORTANCIA (%) |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Organización del Mantenimiento | 15 |
| Planificación del Mantenimiento | 15 |
| Administración del Mantenimiento | 15 |
| Control | 15 |
| Infraestructura | 10 |
| Equipos e instalaciones | 10 |
| Personal de mantenimiento | 10 |
| Logística | 10 |

Analizando las distintas áreas de la función de mantenimiento se van a determinar

los factores críticos, para lo cual se hará uso del siguiente cuestionario:

| ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO | PESO | EVALUACION (%) |
|--|------|----------------|
| 1. Correcta ubicación en el Organigrama | 0.15 | 70 |
| 2. Recursos disponibles | 0.20 | 60 |
| 3. Presupuesto o adecuado | 0.20 | 40 |
| 4. Clasificación de trabajos a realizar con personal propio y bajo subcontratación | 0.15 | 60 |
| 5. Se cuenta con personal idóneo suficiente | 0.20 | 50 |
| 6. Política de reemplazo de equipos o piezas | 0.10 | 60 |
| Promedio (%) | | 55.5 |

| PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO | PESO | EVALUACION (%) |
|--|------|----------------|
| 1. Programa de Mantenimiento prev. y correctivo | 0.25 | 40 |
| 2. Stock de repuestos de mayor uso y desgaste | 0.15 | 50 |
| 3. Procedimientos de inspección y mantenimiento | 0.15 | 60 |
| 4. Existe Manual de funciones bien distribuidas | 0.10 | 70 |
| 5. Existe plan de secuencias de actividades periódicas a seguir en el mantenimiento y se cumple. | 0.15 | 50 |
| 4. Inventario físico de equipos, máquinas y componentes | 0.10 | 70 |
| 5. Metas, objetivos, políticas y procedimientos | 0.10 | 60 |
| Promedio (%) | | 54.0 |

| ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO | PESO | EVALUACION (%) |
|---|-------------|-----------------------|
| 1. Del Programa de Mantenimiento | 0.35 | 50 |
| 2. Los indicadores de desempeño o evaluación | 0.25 | 20 |
| 3. Comunicación y coordinación | 0.10 | 50 |
| 5. Normas y procedimientos de control | 0.20 | 50 |
| 6. Registro de recepción, almacenaje y despacho | 0.10 | 60 |
| Promedio (%) | | 43.5 |

| CONTROL | PESO | EVALUACION (%) |
|--|-------------|-----------------------|
| 1. Registros de recepción y/o estado de equipos | 0.10 | 60 |
| 2. Cumplimiento de Programas de Mantenimiento | 0.30 | 60 |
| 3. Inspecciones periódicas de Edo. de equipos, etc. | 0.20 | 40 |
| 4. Control de tiempos de parada y de reparación | 0.10 | 40 |
| 5. Registro de las fallas y sus causas(por escrito) | 0.20 | 30 |
| 6. Ordenes de trabajo y reportes diarios | 0.10 | 70 |
| Promedio (%) | | 49 |

| INFRAESTRUCTURA | PESO | EVALUACION (%) |
|--|-------------|-----------------------|
| 1. Maquinaria y herramientas básicas adecuadas | 0.50 | 90 |
| 2. Instrumentos de control | 0.20 | 80 |
| 3. Espacio físico asignado | 0.10 | 90 |
| 4. Nivel tecnológico alcanzado | 0.20 | 85 |
| Promedio (%) | | 87 |

| EQUIPO E INSTALACIONES | PESO | EVALUACION (%) |
|---|-------------|-----------------------|
| 1. Distribución de maquinaria y equipos | 0.20 | 90 |
| 2. Planos detallados | 0.10 | 65 |
| 3. Registro de ocurrencias por equipo | 0.20 | 65 |
| 4. Manuales de equipos | 0.15 | 70 |
| 5. Equipos modernos | 0.15 | 70 |
| 6. Catálogos de equipos | 0.20 | 70 |
| Promedio (%) | | 72.5 |

| PERSONAL DE MANTENIMIENTO | PESO | EVALUACION (%) |
|--|-------------|-----------------------|
| 1. Personal técnico capacitado(conocimiento y experiencia) | 0.30 | 90 |
| 2. Responsable del Mantenimiento del reactor | 0.20 | 80 |
| 3. Capacitación y línea de carrera del personal | 0.20 | 40 |
| 4. Incentivos a la productividad o desempeño | 0.10 | 50 |
| 5. Motivación personal y desarrollo | 0.10 | 40 |
| 6. Carga Horaria y distribución de trabajo adecuado | 0.10 | 70 |
| Promedio (%) | | 67 |

| LOGISTICA Y ALMACEN | PESO | EVALUACION (%) |
|---|-------------|-----------------------|
| 1. Stock de repuestos de mayor uso y pzas. críticas | 0.3 | 60 |
| 2. Existencias en almacén destinadas al mantto. | 0.3 | 60 |
| 3. Control de consumo o utilización de repuestos | 0.2 | 60 |
| 4. Políticas en compra de equipos, mater., muebles | 0.1 | 50 |
| 5. Comunicación y coordinación | 0.1 | 70 |
| Promedio(%) | | 60 |

RESUMEN

| AREA | PESO | EVALUACIÓN(%) |
|--|-------------|-----------------------|
| Organización del Mantenimiento | 0.15 | 55.5 |
| Planificación del Mantenimiento | 0.15 | 54.0 |
| Administración del Mantenimiento | 0.15 | 43.5 |
| Control | 0.15 | 49.0 |
| Infraestructura | 0.10 | 87.0 |
| Equipos e instalaciones | 0.10 | 72.5 |
| Personal de mantenimiento | 0.10 | 67.0 |
| Logística | 0.10 | 60.0 |
| <i>Evaluación promedio de la función Mantenimiento(%)</i> | | 58.95 |

Según el análisis obtenido por esta técnica se observa que el nivel de la función Mantenimiento está en un nivel de 58.95%, siendo los puntos más críticos las áreas de administración, control, planificación y organización del Mantenimiento, en ese orden.

Los resultados obtenidos pueden ser visualizados mejor mediante un diagrama de radar cuyo resumen se presenta en la siguiente figura (figura 4.2):

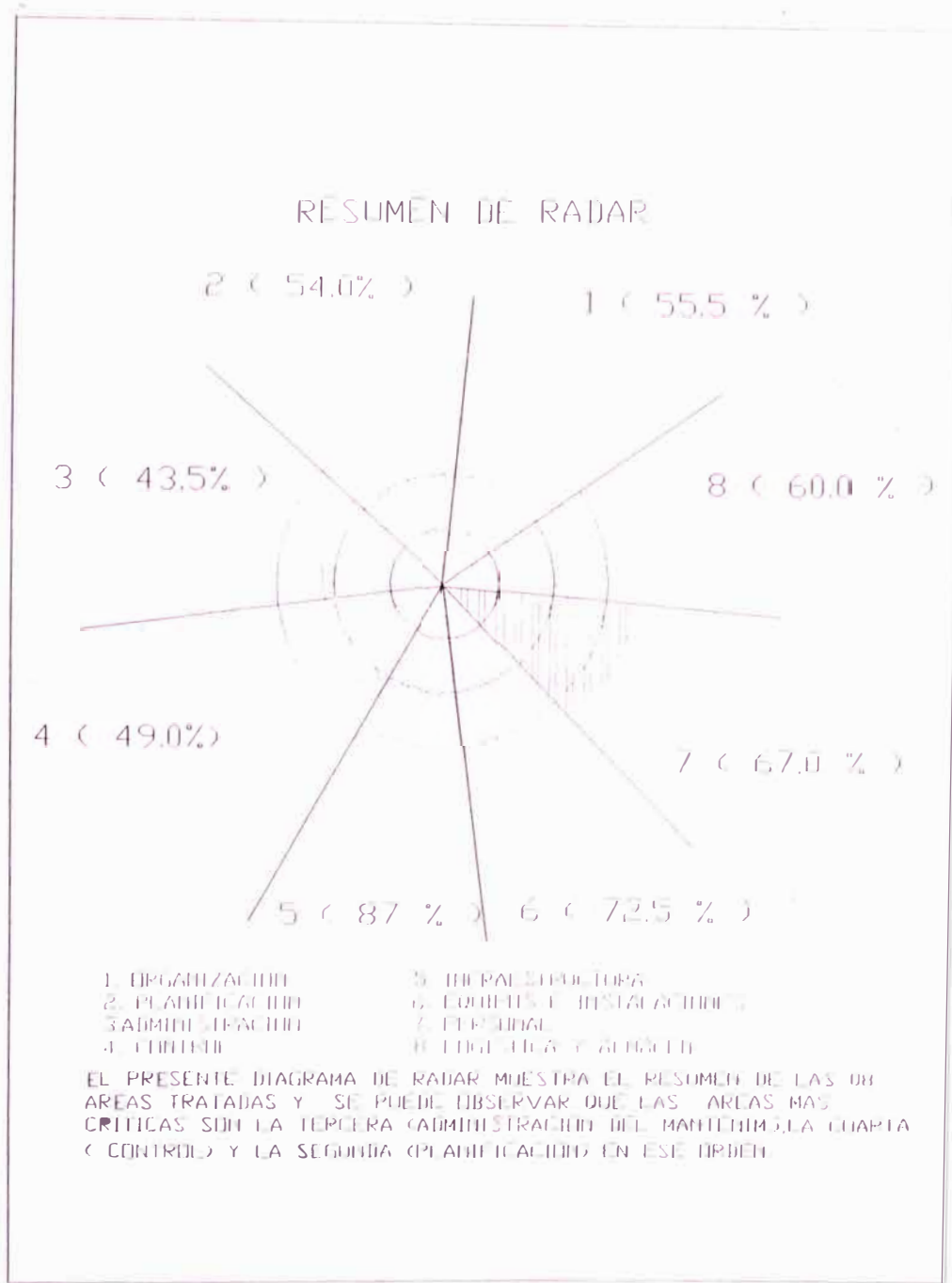


Figura 4.2: Resumen de Radar de la función Mantenimiento

4.6 Evaluación por la técnica de auditoría COVENIN (deméritos) de la función Mantenimiento.

Esta técnica nos proporciona la metodología para realizar un diagnóstico de las áreas involucradas en Mantenimiento, determinando sus puntos débiles y fuertes, lo cual permitirá reorientar algunos aspectos de Mantenimiento, obteniendo una mayor eficacia y eficiencia del área, dando como resultado un adecuado nivel de calidad.

La metodología presentada se basa en cuestionarios que analizan principalmente las siguientes áreas: Organización, Planificación, Control de Mantenimiento, Infraestructura y Logística, entre otras.

Cada cuestionario que se va analizar consta de una serie de preguntas relacionadas con el área analizada, teniendo cada una de ellas un puntaje por lo que la situación de cada área involucrada en la Gestión de Mantenimiento se medirá en forma porcentual teniendo en cuenta la siguiente calificación adoptada en coordinación con los responsables de Grupo y con el Jefe del Departamento de Mantenimiento:

Tabla 4.1

| CALIFICACION | ESTADO | PUNTAJE (%) |
|--------------|--|--------------|
| Perfecto | Muy bueno y no hay problemas. El área se desarrolla en forma correcta. Hay que procurar alcanzarlo. | 80-100 |
| Aceptable | Hay que mejorarlo. Estas áreas necesitan analizar puntos débiles y establecer prioridades de solución. | 60 –80 |
| Inaceptable | Existen problemas. Examine estas áreas y procure analizar las razones de los puntos logrados y busque mejoras. | Menor que 60 |

En este caso vamos a evaluar el sistema de mantenimiento del Reactor por medio de la técnica “ **Evaluación por Deméritos**”.

Para un mejor análisis por Deméritos se tomarán en cuenta las siguientes áreas de estudio:

| AREA | PONDERACION POR SU IMPORTANCIA (%) |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Organización del mantenimiento | 15 |
| Planificación del Mantenimiento | 15 |
| Administración del Mantenimiento | 15 |
| Control del Mantenimiento | 15 |
| Infraestructura | 10 |
| Instalaciones y equipos | 10 |
| Personal de mantenimiento | 10 |
| Logística y almacén | 10 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | Demérito Real | Puntuación |
|--|----------------------|--------------------|------------------|------------|
| ORGANIZACION | 15 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| La función de mantenimiento está bien definida y el Dpto. de Mantenimiento realiza bien dicha función existiendo una adecuada distribución del trabajo entre los miembros del área de mantenimiento y presenta buena disposición, orden y limpieza, de tal manera que se pueda alcanzar las metas, así como poseer los recursos asignados adecuados y una buena ubicación en el organigrama de la institución. | | | | |
| Demeritos | | | | |
| La ubicación del departamento de mantenimiento en el organigrama de la institución no es la adecuada de acuerdo a las dimensiones de la empresa | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| El departamento no cuenta con una política adecuada para evaluar los trabajos de mantenimiento a realizar con personal propio o a través de subcontratación (servis) de acuerdo a las frecuencias de las fallas y costo de las alternativas. | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| El departamento no ha establecido una política respecto a los repuestos en función de la frecuencia de sustitución, facilidades de adquisición, plazos de entrega | | 2 | 1 | 1 |
| No se cuenta con manuales de especificaciones técnicas y sus condiciones de funcionamiento de todos los equipos o tarjetas de historial para poder realizar el mantenimiento de los mismos. | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se ha tenido en cuenta ni se atiende la estandarización de equipos y herramientas, a fin de facilitar las tareas de mantenimiento, la búsqueda de repuestos y la reducción de los costos. | | 2 | 1.0 | 1.0 |
| No se cuenta con un sistema de estandarización de las fallas y medidas llevadas a cabo para solucionarlas evitando así la repetición de las mismas. | | 3 | 1.5 | 1.5 |
| No existe orden y limpieza | | 1 | 0 | 1 |
| Existe una duplicidad de funciones y trabajos debido a una mala división del trabajo. | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se cuenta con un software adecuado de mantenimiento que interrelacione las diferentes áreas de la empresa como por ejemplo el área de logística con el mantenimiento. | | 2 | 1 | 1 |
| Subtotal | | 15 | 6.5 | 8.5 |
| Puntaje relativo(%) | | | | 56 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | Demérito Real | Puntuación |
|---|----------------------|--------------------|------------------|------------|
| PLANIFICACION | 15 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| Se tienen metas claras y precisas y se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo rutinario adecuado para alcanzar dichas metas así como también un stock de repuestos para las piezas de mayor uso y desgaste o deterioro de los equipos principales. Asimismo, se usan técnicas de planificación y control para los mantenimientos complicados o que involucren muchas actividades. Se optimizan los procedimientos de trabajos y se detectan prematuramente las fallas. Los documentos para el registro de la información se diseñan de acuerdo a la necesidad | | | | |
| Deméritos | | | | |
| No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo rutinario adecuado, ya sea con personal propio o subcontratado con secuencias de las actividades periódicas a seguir en el mantenimiento preventivo para cada máquina o equipo o no se cumple satisfactoriamente. | | 3 | 2 | 1 |
| No se tiene un stock de repuestos para los equipos o piezas de mayor uso y desgaste o deterioro de difícil adquisición o fabricación o críticas | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se ha establecido la criticidad de las máquinas, equipos ni su clasificación | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se tiene el inventario físico tanto de equipos, maquinarias y mobiliarios | | 1 | 0 | 1 |
| Son frecuentes las paradas por fallas en los equipos o maquinarias | | 2 | 1 | 1 |
| No existen procedimientos definidos de inspección ni de mantenimiento por familia de equipos y mobiliarios | | 2 | 1 | 1 |
| No existen óptimos formatos de inspección | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se planifican ni se programan las frecuencias de inspección | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se utilizan en la planificación de los trabajos de cierta complicación o duración, procedimientos, diagramas de gantt, pert, programas de computadora u otra herramienta de planificación | | 1 | 1 | 0 |
| No se cuenta con un manual adecuado de funciones bien definidas | | 1 | 0 | 1 |
| | | 15 | 7 | 8 |
| Puntaje relativo(%) | | | | 53 |

| | Puntuación | Demérito Real | Demérito Máximo | Puntuación Máxima |
|--|------------|---------------|-----------------|-------------------|
| ADMINISTRACION | 15 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| Existen normas y procedimientos de control adecuados así como un registro adecuado del proceso de recepción, almacenaje y despacho de los repuestos. | | | | |
| Demeritos | | | | |
| No existen normas de almacenaje | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No están definidos las normas, procedimientos ni los controles | | 2 | 1 | 1 |
| No existe definición adecuada de funciones | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se utilizan indicadores | | 3 | 3 | 0 |
| No hay una política adecuada para la compra de equipos, máquinas, herramientas, materiales y mobiliarios. | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No existen registro de recepción, almacenaje y despacho | | 2 | 1 | 1 |
| Deficiente administración del programa de mantenimiento | | 3 | 2 | 1 |
| | | 15 | 8.5 | 6.5 |
| <i>Puntaje relativo(%)</i> | | | | 43 |

| | Puntuación | Demérito Real | Demérito Máximo | Puntuación Máxima |
|--|------------|---------------|-----------------|-------------------|
| CONTROL | 15 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| Es el proceso para asegurar que las activs. reales se ajusten a las planificadas. Para ello se llevan registros de recepción y estado de los equipos, registro de las fallas y sus causas, cómputos de tiempos de parada por fallas de los equipos, fichas de control de mantenimiento por equipos o máquinas. | | | | |
| Deméritos | | | | |
| No se controla que los programas de mantenimiento se lleven a cabalidad | | 3 | 1 | 2 |
| No se hacen o no se respeta el programa de inspecciones periódicas del estado de los equipos, máquinas, mobiliarios e infraestructura. | | 2 | 1 | 1 |
| No se emite un reporte diario de trabajo o luego de culminar un trabajo | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se llevan registros de las fallas y sus causas por escrito o en computadoras | | 2 | 1 | 1 |
| No se llevan los cómputos de los tiempos de parada y de los tiempos de reparación por fallas de los equipos o máquinas. | | 1 | 1 | 0 |
| No se llevan fichas de control de mantenimiento por equipo o máquina | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| El equipo o máquina se mantiene solo cuando falla (mantenimiento correctivo) no existiendo un adecuado mantenimiento preventivo o no se cumple | | 3 | 2.5 | 0.5 |
| No existe en el departamento un uso correcto y adecuado de los recursos ni se respeta la programación de asignación de recursos físicos y financieros | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| | | 15 | 8 | 7 |
| <i>Puntaje relativo(%)</i> | | | | 47 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | Demérito Real | Puntuación |
|--|----------------------|--------------------|------------------|------------|
| INFRAESTRUCTURA | 10 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| El departamento de mantenimiento cuenta con una infraestructura adecuada a sus necesidades, que contribuyan a la realización de una eficiente labor de mantenimiento. | | | | |
| Deméritos | | | | |
| No existe una infraestructura adecuada | | 2 | 0 | 2 |
| No se atiende a las sugerencias respecto a la mala ubicación y cimentación de algunas máquinas | | 1 | 0 | 1 |
| No se cuenta con una base de datos sobre el uso de y funciones de los diversos instrumentos de mantenimiento así como una escala que indique la magnitud de una falla. | | 2 | 1 | 1 |
| No se cuenta con una adecuada distribución de máquinas y equipos en un espacio físico asignado | | 2 | 0 | 2 |
| No se ha alcanzado un alto nivel tecnológico | | 1 | 0 | 1 |
| No se cuenta con una adecuada información técnica de la planta. | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| | | 10 | 1.5 | 8.5 |
| <i>Puntaje relativo(%)</i> | | | | 85 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | Demérito Real | Puntuación |
|---|----------------------|--------------------|------------------|------------|
| INSTALACIONES Y EQUIPOS | 10 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| El departamento de mantenimiento cuenta con instalaciones y equipos en número y calidad adecuada a sus necesidades, que contribuyan a la realización de una eficiente labor de mantenimiento. | | | | |
| Deméritos | | | | |
| No se cuenta con la suficiente maquinarias y equipamiento para la labor de mantenimiento | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| Los equipos, instrumentos y herramientas que se utilizan para el mantenimiento del Reactor son obsoletas o poco adecuadas a las necesidades del departamento y las del medio | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se cuenta con instrumentos para calibración de equipos o para realizar un mantenimiento predictivo. | | 2 | 1.5 | 1.5 |
| El personal del depto no presenta informes o reportes con indicación de la falla y medidas llevadas a cabo para solucionar un problema | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se cuenta con una adecuada información: planos, catálogos, memorias de calculo de las máquinas y equipos | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| | | 10 | 3.5 | 7.5 |
| <i>Puntaje relativo(%)</i> | | | | 75 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | Demérito Real | Puntuación |
|--|----------------------|--------------------|------------------|------------|
| PERSONAL DE MANTENIMIENTO | 10 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| El departamento cuenta con personal idóneo en cantidad y calificación para realizar el mantenimiento y además está adecuadamente capacitado y motivado para desarrollar eficientemente sus funciones | | | | |
| Deméritos | | | | |
| No hay motivación personal y desarrollo | | 2 | 1 | 1 |
| No se tiene un grupo de manten. calificado que tenga formación téc. como base y acompañados por otros que tengan experiencia | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No hay una adecuada capacitación y no se tiene una línea de carrera | | 2 | 0.5 | 1.5 |
| No se tiene suficiente personal para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos existentes | | 2 | 1 | 1 |
| El personal del depto no presenta informes o reportes con indicación de la falla y medidas llevadas a cabo para solucionar un problema | | 1 | 0 | 1 |
| No se cuenta con personal capacitado en el área de informática como para elaborar o utilizar un software adecuado de mantenimiento | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | | 10 | 3.5 | 6.5 |
| Puntaje relativo(%) | | | | 65 |

| | Puntuación Máxima | Demérito Máximo | | |
|--|----------------------|--------------------|-----|-----|
| LOGISTICA Y ALMACEN | 10 | | | |
| Principio Básico | | | | |
| Se satisface en forma oportuna los requerimientos de máquinas, equipos, repuestos y otros elementos y materiales necesarios para las labores de mantenimiento y se lleva un control adecuado del inventario de los mismos. | | | | |
| Deméritos | | | | |
| Se produce desabastecimiento de repuestos cuando son requeridos. | | 3 | 1.0 | 2.0 |
| Los pedidos de equipos o materiales para el mantenimiento no son suministrados en forma oportuna o cuando se realizan no lo son con la calidad adecuada. | | 3 | 1.0 | 2.0 |
| No se tiene una codificación adecuada de los equipos, maquinarias, herramientas y repuestos que permita una administración eficiente. | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| No se cuenta con un almacén o depósito adecuado de repuestos y materiales según las necesidades del departamento. | | 2 | 1.0 | 1.0 |
| No hay una adecuada comunicación y coordinación con la oficina de abastecimiento de la empresa. | | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | | 10 | 4.0 | 6.0 |
| Puntaje relativo(%) | | | | 60 |

RESUMEN

| AREA | PESO | PUNTAJE RELATIVO |
|---|------|------------------|
| Organización del Mantenimiento | 0.15 | 56.0 |
| Planificación del Mantenimiento | 0.15 | 53.0 |
| Administración del Mantenimiento | 0.15 | 43.0 |
| Control | 0.15 | 47.0 |
| Infraestructura | 0.10 | 85.0 |
| Instalaciones y equipos | 0.10 | 75.0 |
| Personal de mantenimiento | 0.10 | 65.0 |
| Logística y Almacén | 0.10 | 60.0 |
| <i>Puntaje relativo promedio de la función Mantenimiento</i> | | 58.35 |

Según el análisis obtenido por esta técnica se observa que el nivel de la función Mantenimiento está en un nivel de 58.35%, siendo los puntos más críticos las áreas de administración, control, planificación y organización del Mantenimiento, en ese orden.

4.7 DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO

Después de haber hecho un análisis con ayuda de las herramientas de calidad como son “Causa Efecto”, “Radar” y “Evaluación por Deméritos ” y habiendo hecho un diagnostico de las distintas áreas del Departamento de Mantenimiento relacionadas con el Mantenimiento podemos observar y determinar que el área de Mantenimiento, se encuentra en un estado no muy eficiente pues solo llega según la técnica del radar a un 58.95% y según la técnica de Deméritos a un 58.35%, siendo los aspectos de administración, control, planificación y organización del Mantenimiento los que presentan una mayor deficiencia.

Todo ello nos lleva a que el problema actual es un problema más de gestión que de infraestructura.

Esto nos lleva a pensar que tenemos que solucionar los distintos problemas detectados y no volver a repetirlos, razón por la cual en el siguiente capítulo analizaremos cuáles son nuestras estrategias a seguir mediante el análisis **FODA** que toma en cuenta factores para poder encontrar las estrategias correctas a seguir.

Del análisis FODA utilizaremos las **Fortalezas** con la cual contamos, reforzaremos las **Debilidades** del área que se tienen en estos momentos, aprovechando las **Oportunidades** que se nos presenten y buscaremos soluciones a las **Amenazas** que nos causan problemas en el trabajo.

Es en este caso que se tiene que convocar a todas las personas involucradas en la Empresa, como son principalmente su Organización y los distintos sectores más importantes para dar solución a los diferentes problemas. Si se trata de un área como en este caso es el de Mantenimiento, utilizaremos la herramienta de calidad llamada “**Lluvia de ideas**”, para poder analizar el **FODA**.

El F.O.D.A. que vamos a analizar en el siguiente capítulo, es el del área de Mantenimiento.

CAPITULO V

LANEAMIENTO ESTRATEGICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

.1 MISIÓN

“Mantener eficientemente los sistemas y equipos de los reactores nucleares RP0 y RP10 del Centro Nuclear RACSO utilizando métodos y tecnología mas apropiadas con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos, disminuir los costos de mantenimiento e incrementar así la efectividad y productividad de la empresa”

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

El Departamento de Mantenimiento está encargado de programar y ejecutar las actividades de mantenimiento de los reactores. El Departamento de Mantenimiento, depende de la Dirección de Reactores y tiene los objetivos específicos o funciones siguientes:

- a) Programar y desarrollar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los reactores, así como de las facilidades de irradiación.
- b) Formular programas, manuales y procedimientos de mantenimiento y actualizarlos permanentemente.
- c) Mantener un stock mínimo de repuestos, para garantizar la operación de los reactores las veces que sean requeridas.
- d) Participar en la formulación y cumplimiento del programa de garantía de calidad, para el adecuado mantenimiento del RP-10 y RP-0.
- e) Planificar y dirigir la capacitación del personal de mantenimiento.
- f) Apoyar y participar activamente en los planes y simulacros de emergencia
- g) Realizar otras funciones en el ámbito de su competencia.

5.3 IDENTIFICACION DE LAS FORTALEZAS, DEBILIDADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS (ANALISIS FODA)

El presente análisis nos permite equilibrar las ventajas y debilidades internas del Departamento de Mantenimiento, con sus oportunidades y riesgos externos, y se formularán las estrategias por medio de la Matriz FODA, que es una estructura conceptual para un análisis de la situación y que combina los factores internos y externos, que concluye con el desarrollo de los cuatro tipos de estrategias que son: **FO, DO, FA y DA.**

En el análisis FODA se toman en cuenta estos factores para poder encontrar las estrategias correctas para lograr nuestros objetivos utilizando las fortalezas y reforzando las debilidades del área de mantenimiento aprovechando las oportunidades y tomando acciones contra las amenazas(Ver Figura 5.1).

5.3.1 ANALISIS INTERNO DEL AREA

A continuación analizaremos la situación actual del área de Mantenimiento en lo que respecta a:

a) PERSONAL

- El personal del área es disciplinado y tiene mucha experiencia y habilidad para las reparaciones en sistemas del reactor.
- Algunos tienen el defecto de basarse mas en su experiencia que en los procedimientos recomendados, lo cual ha ocasionado algunos inconvenientes anteriormente.
- El personal actual no es suficiente para cubrir los trabajos de mantenimiento y cuando la carga de trabajo aumenta, se contrata los servicios externos.

b) EQUIPOS Y SISTEMAS DEL REACTOR

La empresa cuenta con un reactor considerado uno de los más modernos de América latina y con 20 años de servicios. A pesar de ello, se tienen como mayores problemas que se presentan actualmente el gran número de fallas comunes y el tiempo de reparación que a veces es muy largo en los talleres de mantenimiento.

c) TALLERES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los talleres de reparaciones están ubicados en el edificio auxiliar del reactor que está adosado al edificio principal que contiene al mismo y son bastante adecuados para realizar los trabajos de reparación en forma rápida y eficiente. Los equipos y herramientas de talleres son en su mayoría modernos pero algunos están en mal estado siendo necesario dotarlo de algunas herramientas modernas de calibración.

d) METODOS DE TRABAJO

Se tiene un programa de mantenimiento correctivo y un plan de mantenimiento preventivo basado en procedimientos y frecuencias recomendados por los fabricantes de equipo, el cual no está actualizado y no se cumple.

e) SISTEMA DE GESTION

Se tiene un sistema de gestión basado en la toma de decisiones. Cada área genera sus reportes de necesidades con sus prioridades respectivas y las hace llegar al Jefe del departamento quien a su vez consolida todos los reportes y elabora el llamado PAAD (Plan Anual de Adquisiciones), sistema de información que forma parte del SIGA (Sistema de Información de la gestión Administrativa) del IPEN, donde se indica la compra de repuestos, compra de equipos y los servicios externos requeridos así como las situaciones de emergencia que se presenten.

En base al PAAD se hace un estimado anual del presupuesto de mantenimiento el cual después se mensualiza. Si por un problema de presupuesto asignado por el Estado se recorta el mismo, el Jefe de Mantenimiento hace una reprogramación. El problema actual es que no existe un sistema computarizado de mantenimiento lo cual ocasiona dificultad para obtener datos para planificación ,análisis y control ,teniendo que utilizar más personal y dedicar mas tiempo a estas tareas .

f) SISTEMA DE COMUNICACION

Existe buena comunicación entre las áreas de mantenimiento incluso via conexión de red e Internet. Sin embargo en cuanto al mantenimiento no se tiene integradas todas las áreas.

5.3.2 ANALISIS EXTERNO DEL AREA DE MANTENIMIENTO

a) UNIDAD DE ABASTECIMIENTO (PROVEEDOR INTERNO)

Los requerimientos mensuales del área de Mantenimiento son enviados por el Jefe del departamento a través de PAAD, el cual como mencionamos anteriormente forma parte del SIGA del IPEN. El SIGA es una base relacional inteligente que es manejada por la unidad de abastecimiento de la Oficina de Administración y Finanzas. La unidad de abastecimientos gestiona los requerimientos mensuales del área de Mantenimiento y en coordinación con las unidades de contabilidad y tesorería y con el Director de Administración generan los pagos de las compras según lo programado en el PAAD. Luego finalmente la unidad de tesorería a través del área de Pagaduría se encarga de entregar el cheque correspondiente.

No obstante la comunicación existente con la unidad de abastecimiento, existen muchos inconvenientes con el control del stocks de repuestos y materiales, la calidad de los repuestos adquiridos que son recibidos en los almacenes sin una verificación de sus especificaciones, medidas, demoras en la adquisición o envío que no son comunicadas al

área. Todo esto hace difícil cumplir satisfactoriamente con los programas de mantenimiento, creando retrasos en las reparaciones o el duplicar esfuerzos al tener que verificar en los talleres repuestos y materiales defectuosos y tener que volverlos a retornar al almacén, o fallas imprevistas que ocasionan pérdidas mayores.

La unidad de Abastecimiento tiene dificultades en la adquisición de repuestos de algunas marcas y modelos de repuestos con características especiales ya que los fabricantes originales ya no existen y los repuestos son fabricados por algunos proveedores sin cumplir las especificaciones originales.

Por otro lado, el Jefe del departamento de Mantenimiento prácticamente es el que tiene en stock en su oficina los repuestos críticos y los responsables de cada subgrupo tienen a su vez en stock permanente materiales y repuestos secundarios que se adquieren a través de la unidad de abastecimiento según requerimientos.

b) DEPARTAMENTO DE OPERACIONES (CLIENTE INTERNO)

El área de operaciones solicita al área de Mantenimiento el cumplimiento de su programa de mantenimiento correctivo o preventivo según sea y libera los equipos una vez reparados o inspeccionados en los talleres de mantenimiento del reactor. Si está programada una reparación mayor o por alguna falla grave se recurre a empresas externas.

Debido a contar con poco personal de mantenimiento normalmente existen retrasos en el cumplimiento de las reparaciones lo cual hace que se acumulen los trabajos.

Este departamento exige a Mantenimiento que la disponibilidad y confiabilidad sean altas a fin de poder cumplir con la operación del reactor y satisfacer así los requerimientos del cliente.

5.3.3 FACTORES EXTERNOS A LA EMPRESA QUE AFECTAN AL MANTENIMIENTO

a) PROVEEDORES

Es importante para mantenimiento que se seleccionen a los proveedores primero por la calidad de los repuestos y servicios ofrecidos y después por el costo ya que la calidad de los mismos es un muy importante para garantizar un buena reparación.

b) CLIENTES

Exigen que se cumplan los pedidos de materiales radiactivos lo cual implica que mantenimiento brinde servicios con bajos costos y alta disponibilidad y confiabilidad de los equipos del reactor.

c) POLÍTICA ECONOMICA DEL GOBIERNO

De acuerdo a la política del Gobierno el IPEN dispondrá de un mayor presupuesto para poder afrontar todos sus gastos tanto de operación como de mantenimiento dado que sus recursos propios no son suficientes. La recesión afecta al mantenimiento al tener menores recursos y tener que esforzarse mas para que la empresa pueda cumplir sus objetivos.

d) SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR

Se exige cumplir normas Internacionales de Seguridad Nuclear y brindar un servicio seguro para sus trabajadores, clientes, público en general y el medio ambiente.

e) TECNOLOGÍA

Brinda oportunidad para utilizar moderna tecnología y mejorar los trabajos de mantenimiento para ser más eficientes. Crea también obsolescencia de algunos sistemas.

5.4 FODA DEL AREA DE MANTENIMIENTO

A continuación se presenta el diagrama FODA del área de mantenimiento del RPI0:

DIAGRAMA FODA DEL AREA DE MANTENIMIENTO DEL REACTOR RP10

| | FORTALEZAS | DEBILIDADES |
|---|--|---|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1) Se cuenta con plan a mediano plazo que aprueba programas a ejecutar 2) Recursos humanos altamente calificados y especializados en el país y en el extranjero 3) Existencia de algunos repuestos en stock 4) Buena ubicación del Área de Mantenimiento en la organización 5) Se cuenta con un Centro Nuclear con un Reactor Nuclear construido al más moderno de América Latina 6) Se dispone de capacidad técnica para brindar servicios tecnológicos y asesoria especializada en el área de mantenimiento 7) Se tiene capacidad para promover, formular y ejecutar proyectos de cooperación técnica internacional 8) Se ha dado importantes pasos en el desarrollo de la informática con integración de las distintas áreas y la instalación de una línea dedicada 9) El personal de mantenimiento tiene gran experiencia en mantenimiento preventivo y correctivo 10) Se tienen procedimientos para la realización de las tareas nuevas 11) Taller de mantenimiento adecuado y equipado con herramientas modernas (incluso acaba de pagar por donación un torno con control numérico) | <ol style="list-style-type: none"> 1) Falta completar el software adecuado a las necesidades de los sistemas de control de la gestión de mantenimiento 2) Limitados recursos presupuestales para procesos de mantenimiento 3) Falta de una estructura organizacional con personal no muy idóneo (ado con la institución) 4) Bajos niveles remunerativos lo cual provoca deserciones y renuncias de personal altamente calificado 5) Ausencia de un sistema de control adecuado del programa de mantenimiento 6) Personal de mantenimiento en número muy limitado en algunas áreas 7) Manegos administrativos no muy eficientes 8) Personal con escaso conocimiento de normas internacionales, gestión de calidad y uso de herramientas de calidad 9) Gestión del mantenimiento deficiente y no sistemático que no permita medir ni evaluar eficiencias y costos 10) Trabajos de mantenimiento basados mucho en la experiencia y no en procedimientos estandarizados (solo algunos si lo poseen) lo cual hace que se repitan las fallas 11) Desconocimiento del personal de las normas internacionales de calidad 12) Mala gestión de la información de mantenimiento (visional, ordenes de trabajo etc) 13) Recorte presupuestal 14) Personal muy desmotivado 15) Se dispone de una estructura organizacional que no permita una gestión adecuada del mantenimiento |
| OPORTUNIDADES | ESTRATEGIAS FO | ESTRATEGIAS DO |
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Apoyo gerencial para implementar un mejor sistema de mantenimiento 2) Disponibilidad de recursos del gobierno y propios 3) Disponibilidad de apoyo y asesoramiento internacional 4) Posibilidad de aumentar el aporte institucional al sistema educativo 5) Posibilidad de adquirir vía conversos de cooperación técnica nuevas máquinas y equipos de producción 6) Posibilidad de intercambiar experiencias con otros Centros Nucleares 7) Posibilidad de capacitar al personal en reactores similares al RP10 en el exterior 8) Posibilidad de poder contar con un software que ayude en la gestión del mantenimiento 9) Tener implementos modernos de diagnóstico de fallas 10) Asesoría de empresas consultoras sobre la forma en que debe de estandarizarse la documentación 11) Automatización de algunos máquinas y equipos o de procesos | <ol style="list-style-type: none"> 1) Elevar el nivel de eficiencia y productividad en la operación de sus instalaciones nucleares y radiactivas 2) Reducción de los costos totales de operación asegurando la calidad de los productos y servicios 3) Motivar al personal a participar de soluciones de problemas a través de círculos de calidad 4) Capacitar al personal en técnicas de mantenimiento continuo, ciclo PDCA y empleo de herramientas de la calidad 5) Ejecutar y controlar los gastos de mantenimiento 6) Programar actividades de Mantenimiento preventivo, predictivo, etc 7) Implementar un software de mantenimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Mejorar el nivel de capacitación del personal 2) Establecer políticas de incentivos conforme al rendimiento del personal, reducción de los costos operativos, incrementos de calidad de servicio, reducción de consumos, etc 3) Implementar un sistema de Gestión de mantenimiento computarizado (software) 4) Estandarizar procesos y procedimientos de reparaciones realizadas 5) Mejorar la calidad de los trabajos de mantenimiento brindando servicios de mejor calidad 6) Implementar un Manual de Aseguramiento de la calidad en el área de mantenimiento 7) Mejorar el nivel salarial del personal 8) Integrar al sistema de comunicación con otras áreas con apoyo del departamento de sistemas 9) Capacitar al personal integralmente para que realice más eficientemente su trabajo de mantenimiento 10) Llevar charlas de concientización y cultura organizacional de calidad para al personal de mantenimiento 11) Implementar el programa de mantenimiento preventivo 12) Mejor gestión de la información de mantenimiento 13) Implementar un sistema de control del programa de mantenimiento (software) indicadores de calidad 14) Mejor gestión de la información de mantenimiento 15) Implementar un sistema de control del programa de mantenimiento (software) indicadores de calidad 16) Motivar al personal |
| AMENAZAS | ESTRATEGIAS FA | ESTRATEGIAS DA |
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Control no eficiente de stocks de repuestos 2) Posibilidad de recibir repuestos de baja calidad al estar algunos descontinuados 3) Demasiada dependencia del presupuesto estatal para la adquisición de repuestos 4) Deserción de personal altamente capacitado y escaso 5) Creciente recesión internacional y aumento de la inflación que encarece los repuestos y metales 6) Demora en la adquisición de repuestos para stock 7) Paradas imprevistas por deficiencia en el Plan de Mantenimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1) Fomentar la elaboración de nuevos productos, informes y creación de revistas técnicas 2) Incentivar la captación de recursos propios a través de una diversificación de la producción y aumento y mejora de los servicios brindados 3) Mejorar los sistemas de seguridad de la instalación 4) Conseguir insumos más cómodos 5) Realizar las paradas anuales de 13 días durante los primeros meses del año 6) Adquirir oportuna y adecuadamente repuestos de calidad | <ol style="list-style-type: none"> 1) Solicitar repuestos e insumos críticos con la debida anticipación 2) Capacitar al personal para el cumplimiento de estándares internacionales 3) Incentivar a la industria nacional para el desarrollo de alternativas de reemplazo de sus métodos y empleo de técnicas nucleares 4) Mejorar la Organización del Mantenimiento con personal adecuado en cantidad y calidad 5) Reorganizar las funciones del personal |

Figura 5.1: Diagrama FODA del área de Mantenimiento del Reactor RP10

5.5 ESTRATEGICAS

Después de haber evaluado los resultados obtenidos del F.O.D.A. (Figura 5.1) vemos que una de las estrategias en las que se debe actuar es en la actualización e implementación urgente del Plan de Mantenimiento Preventivo y la realización de paradas anuales de la planta para mejorar la gestión de esta área. Otra estrategia es la de bajar los costos totales que se tiene por una serie de factores tales como por una compra inadecuada de algún repuesto para una máquina determinada, o un excesivo número de horas-hombre en la solución de un desperfecto o reparación de alguna máquina. Debe mejorarse además la organización del mantenimiento contando con el personal en número adecuado o de lo contrario reprogramar sus funciones en coordinación con las del personal de operación.

Del diagrama F.O.D.A. se obtiene además la estrategia referente al factor de motivación del personal a participar activamente en la solución de los problemas de mantenimiento mediante la formación de círculos de calidad y su capacitación en técnicas de mejoramiento continuo.

Es también indispensable la implementación de un sistema de control o gestión del programa de mantenimiento utilizando un software de mantenimiento e indicadores de calidad de la gestión.

Por lo anteriormente expuesto, en el capítulo siguiente se propone la actualización e implantación de un plan de mantenimiento preventivo y el uso de algunos indicadores que permitan seguir la evolución de la solución de los problemas más importantes que exista en el área de mantenimiento.

CAPITULO VI

PROPUESTA DE SOLUCION AL PROBLEMA DEL AREA DE MANTENIMIENTO

6.1 UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE ARBOL PARA PLANTEAR EL DESPLIEGUE DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE LA MALA GESTION DEL MANTENIMIENTO

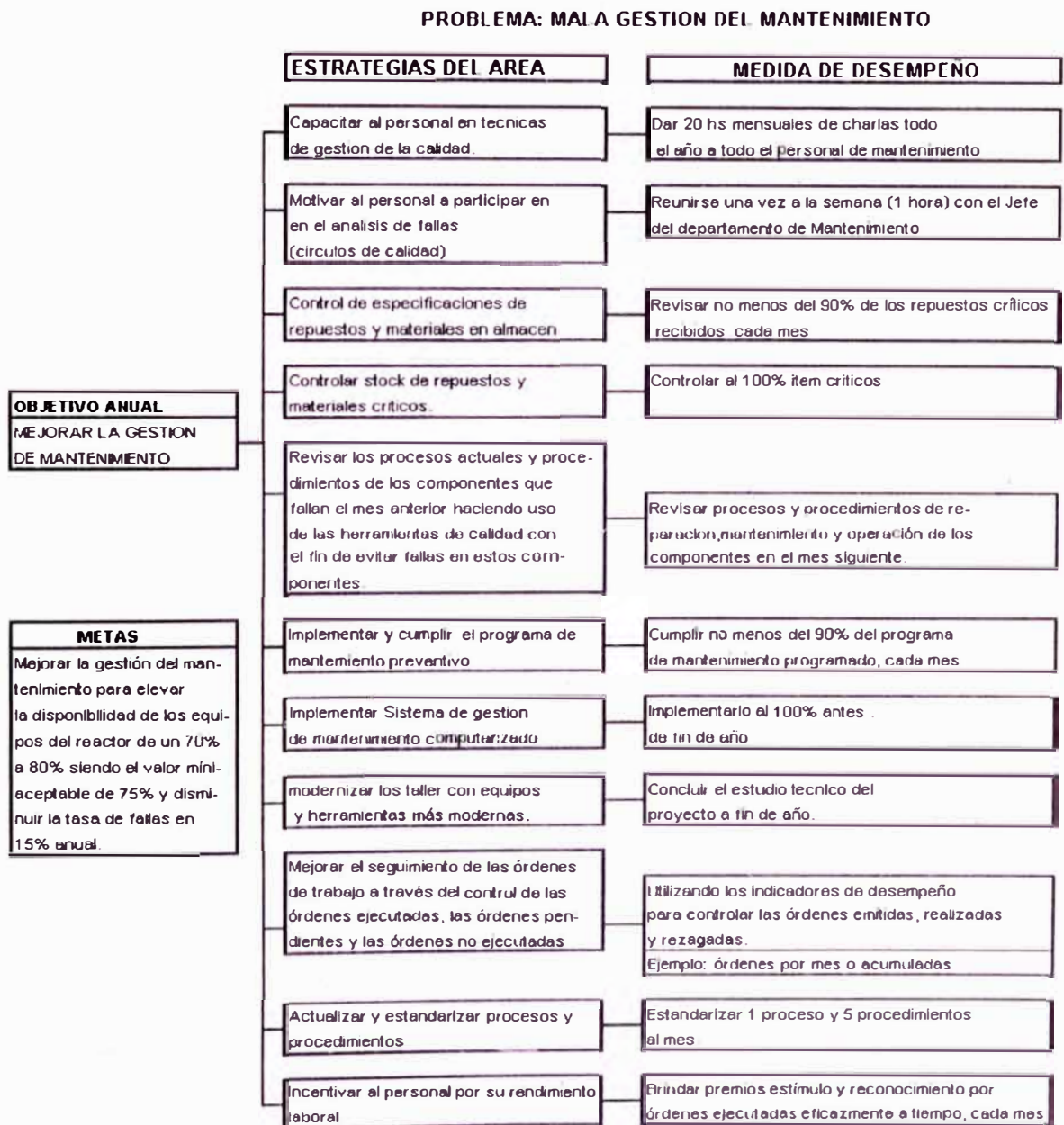


Figura 6.1: Diagrama de árbol en el despliegue de la solución del problema de la mala gestión del mantenimiento.

6.2 PROPUESTA DE SOLUCION

De la evaluación del sistema de mantenimiento se hace urgente una reorganización de este sistema, con un mayor personal y responsabilidades asignadas asimismo llevar un control sobre cada programa que se establece, se propone generar un sistema de información computarizado para la gestión del mantenimiento a través de indicadores, que permitirá obtener un mejor conocimiento sobre el trabajo que se realiza en esta área, y de esta manera se podrá tomar decisiones, tanto financieras como gerenciales.

El aporte que se generará, por un buen manejo del mantenimiento, será el incremento de la operatividad y disponibilidad de las máquinas y equipos entre 5 al 10% del rendimiento actual.

Con una información detallada, se podrá analizar los recursos económicos necesarios que se necesiten y la mejora de producción que generará estos gastos, y el control de la vida útil de la máquina en función a su mantenimiento.

6.3 PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PLANIFICADO

6.3.1 Definición

Es la aplicación de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas, a las que se suma un servicio de trabajos de mantenimiento previstos y detectados, a los equipos e instalaciones de conjuntos tecnológicos a fin de mantener su confiabilidad operativa.

Este concepto se puede resumir en el siguiente cuadro sinoptico.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO (SMPP)

| Actividad | Oportunidad de Aplicación | Objetivo | Consecuencia |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Sistema de Inspecciones | Periódicas Cíclicas Programadas | Detectan estado y/o condiciones | Establecen trabajos de mantenimiento correctivo de carácter preventivo |
| Servicio de trabajos de Mantenimiento | Detectados por inspecciones Previstas | Previenen y corrigen estado y/o condiciones anormales | Correcto funcionamiento de equipos |

a) Sistema de Inspecciones

El sistema de inspecciones se establece mediante análisis técnicos operativos, sobre la base de las características constructivas de cada equipo, su finalidad y servicio, tomando como base la aplicación racional de las tareas de mantenimiento determinadas por el fabricante.

Considerando que las fallas o desperfectos, salvo en casos aislados, están precedidos por signos y condiciones indicadoras de que éstas se van a producir, los equipos de la planta serán sometidos constante y periódicamente a inspecciones y revisiones con el objeto de detectar oportunamente desgastes excesivos, fallos o condiciones que deban ser subsanada para evitar reparaciones mayores y pérdidas de horas de operación Su objetivo es pues detectar en forma precoz el estado y condiciones anormales, físicas de funcionamiento y en consecuencia, determinar en forma inmediata, la necesidad de realizar trabajos de mantenimiento correctivo de carácter preventivo.

Esta tarea la desempeñará el personal de mantenimiento emitiendo las "órdenes de trabajo" que indiquen el trabajo de mantenimiento a ejecutar. Adicionalmente al llevarse a cabo las inspecciones, se controlará que los trabajos de mantenimiento rutinarios hayan sido oportunamente ejecutados.

Como resultado de las inspecciones se generaran tres tipos de informe y o cursos de acción:

- Orden de trabajo
- Previsión de repuestos
- Control de Inspecciones.

Orden de Trabajo

Definición: Es el documento mediante el cual se establece la necesidad de ejecutar un trabajo de mantenimiento o de otra índole. Puede ser de los siguientes tipos:

- a) Ordenes de Trabajo Programadas: Son aquellas que emergen de las inspecciones.
- b) Ordenes de Trabajo No Programadas: Son aquellas que corresponden a trabajos cuya necesidad no se ha detectado en las inspecciones. Son generalmente fallas imprevistas y que requieren atención inmediata. El trabajador que las detecte, debe

informar al momento al ingeniero más cercano, de preferencia al ingeniero de guardia o al jefe del departamento respectivo.

b) Mantenimiento

Consiste en:

- 1) las labores y trabajos necesarios para corregir y eliminar las fallas y/o probables condiciones que desemboquen en éstas, que se detenten en la inspección o por cualquier otro medio. Esta labor está a cargo del personal de mantenimiento.
- 2) Las tareas de mantenimiento preventivo rutinarias programadas y que lo ejecutará el personal de mantenimiento según el cronograma indicado.

El Mantenimiento Preventivo rutinario se basará en cinco acciones principales:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) Lubricación | 10) Medición |
| 2) Engrase | 11) Comprobación |
| 3) Limpieza | 12) Desmontaje |
| 4) Cambio | 13) Registro |
| 5) Regulación | 14) Purga |
| 6) Prueba | 15) Análisis |
| 7) Control | 16) Calibración |
| 8) Verificación | 17) Recirculación |
| 9) Desacople | |

- 3) Las tareas de mantenimiento correctivo efectuadas en primera instancia por parte del personal de operación del reactor y en segunda instancia por el personal de mantenimiento.

El servicio de trabajos de mantenimiento consiste pues en aquellas tareas como desarmes, ajustes, etc., previamente analizados técnica y racionalmente, realizadas sobre los equipos e instalaciones con una programación acorde a sus características y servicios (previstos).

En este conjunto se deben incluir también todas aquellas tareas que se programen como consecuencia de anomalías detectadas por el sistema de inspecciones. Su objetivo es la prevención y corrección de estado y condiciones anormales; y su consecuencia es el correcto funcionamiento de equipos y la disponibilidad del sistema.

La disponibilidad del sistema operativo depende de la confiabilidad, la mantenibilidad, la calidad de mantenimiento y la política de mantenimiento.

Grado de confiabilidad, es la probabilidad de que un sistema opere eficientemente en tiempo o ciclo específico. Si se desea alta confiabilidad, el sistema debe ser redundante con equipos de relevo, componentes desacoplables, diseño simple y a su vez con pocos componentes.

Grado de Mantenibilidad, es la probabilidad de que un sistema inoperativo vuelva a su condición operativa en un tiempo determinado.

La mantenibilidad se puede mejorar con diseños modulares para cambio rápido, diseño de componentes accesibles, paneles removibles y equipos de prueba incorporados y automáticos.

La Calidad de mantenimiento, es función del número de operarios, su calificación y el equipamiento, materiales y facilidades de que se disponga. Es una decisión económica y operativa de costos de mantenimiento involucrados, respecto a los costos de parada.

Las inspecciones y tareas de mantenimiento preventivo planificado tendrán frecuencia diarias, semanales, mensuales, trimestrales y semestrales y en base a la experiencia adquirida y según las instrucciones de los fabricantes o proveedores de la maquinaria. Su secuencia y ordenamiento se indicará en el "Manual de Mantenimiento" respectivo el cual contiene el total de los equipos de la planta con las indicaciones de los puntos y frecuencia de inspecciones.

6.3.2 Objetivo

Mantener permanentemente la totalidad de la maquinaria equipo eléctrico e instalaciones en condiciones de óptima operación evitando ó minimizando las pérdidas de horas de producción por desperfectos, dentro de la máxima economía, seguridad y eficiencia de operación.

6.3.3 Fundamentos del sistema

El sistema de mantenimiento preventivo planificado que se aplicará se basa en los siguientes conceptos fundamentales:

- a) Reducir racionalmente el mantenimiento de equipos complejos a procedimientos simples y fáciles de interpretar y poner en práctica.
- b) Determinar en forma concreta y clara que mantenimiento requiere cada uno de los sistemas y equipos, planificarlo y controlarlo indicando procedimientos a ser utilizados.
- c) Dar las pautas conducentes a la previsión y detección temprana de fallas o averías.
- d) Prever y planificar las necesidades de mano de obra y materiales.
- e) Estimar y evaluar la aptitud del material
- f) Localizar en forma certera los sectores que requieren técnicas de mantenimiento más elaboradas, y como consecuencia de ello, una especial o mayor capacitación por parte del personal que ejecuta las tareas sobre dichos sectores.
- g) Planificar y ejecutar en forma uniforme en el tiempo, las tareas de mantenimiento.

Los objetivos inmediatos que concretará el sistema son:

- a) MAYOR CONFIABILIDAD EN EL SERVICIO DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

Este hecho se produce naturalmente al minimizarse en gran parte el mantenimiento correctivo por la aplicación de un adecuado mantenimiento preventivo.

MAYOR ECONOMIA DE MANTENIMIENTO

La aplicación de un método racional de mantenimiento preventivo implica una inmediata economía de medios.

c) MEJOR PLANIFICACIÓN

El sistema prevé una eficiente planificación, la ejecución de cada una de las tareas es prevista con suficiente anticipación de tiempo. Evitar olvidos u omisiones de determinadas tareas, o parte de los mismos que puedan ser vitales y afectar la capacidad operativa de la planta.

d) MEJOR CONDUCCION DEL PERSONAL

Al reducirse notablemente la acción "Correctiva" imprevista, se eliminan muchas horas de trabajo fuera de los horarios normales de trabajo, facilitando la conducción del personal. A esto contribuye en gran medida que el sistema implica claridad y precisión en las directivas, evitando de este modo confusiones y equívocos.

e) REGISTROS DE CONTROL MAS COMPLETO

Los registros de mantenimiento correctivo y planillas de mantenimiento preventivo previstos contienen todos los datos que necesitan los responsables de cada sector de mantenimiento. Además estos registros permiten tener un adecuado control del sistema y una evaluación histórica del comportamiento del material en un período prolongado de tiempo.

6.3.4 Condiciones previas

Antes de iniciar las tareas de elaboración de la documentación que constituye el SMPP deben estar en vigor los siguientes conjuntos:

3.4.1 Archivo de manuales y planos

Todos los manuales descritos y de mantenimiento, y los planos de los sistemas y componentes de la planta del Reactor RP-10, deben estar registrados en el archivo técnico centralizado y archivo de mantenimiento.

El "Índice" de este archivo debe estar organizado por SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES, para que constituya un cuerpo de apoyo coherente con la documentación SMPP.

6.3.4.2 Archivo de fichas historial

Cada componente tendrá una ficha historial, éstas se archivarán con la misma organización que el resto de la documentación además se numerarán.

Allí se volcarán en forma resumida todos aquellos datos que surjan de los informes para historial que generen los grupos de Mantenimiento.

6.3.4.3 Archivo de información técnica

Cada grupo de Mantenimiento, centralizará un archivo de información técnica que contenga, entre otras cosas: Prospectos de fabricantes copias de notas técnicas, direcciones de proveedores, planillas borradores de los últimos ajustes, información de modificaciones propuestas, datos prácticos de donde obtener en plaza determinados productos, etc.

Estará organizado por "ASUNTO".

Deberá constituirse en una preocupación permanente del responsable de cada Grupo el mantener actualizada la documentación de los archivos de referencia.

6.3.4.4 Almacén de repuestos

Cada Grupo de Mantenimiento, catalogará, controlará y mantendrá en forma permanente y actualizada el stock de repuestos, consumibles, herramientas e instrumentos asignados.

Asimismo se hace necesario que todos los Grupos de Mantenimiento establezcan un control de la Organización y contenido del stock de cada uno de los almacenes.

.5 Planilla de mantenimiento preventivo(PMP)

Las Planillas de Mantenimiento Preventivo, constituyen el elemento de mayor importancia del sistema.

(Anexo C)

6.3.5.1 Funciones de las PMP

- a) Incluyen cada una de las tareas de mantenimiento preventivo a realizar sobre cada sistema o componente, en tal forma que el personal idóneo conoce inmediatamente todo lo que necesita, y que es lo que debe hacer, según procedimientos para dar cumplimiento a la tarea.
- b) Normalizan y perfeccionan procedimientos, en función de observaciones sobre tareas repetitivas, evitando improvisaciones.
- c) Agilizan la labor de mantenimiento, al fijar con exactitud que herramientas, instrumental y materiales se necesitan para la ejecución de cada una de las tareas.
- d) Dan a conocer las precauciones de seguridad que debe adoptar el personal que debe realizar las tareas, y el tiempo que les demandará.

6.3.5.2 Responsabilidad de llenado de la PMP

El llenado de estas planillas es responsabilidad de los responsables de los Grupos de Mantenimiento, y por su importancia requiere especial dedicación alta capacidad técnica y acertado juicio.

5.3 Distribución de las PMP

Las PMP deberán ser impresas y distribuidas a los diferentes grupos para que los responsables, distribuyan a su vez la ejecución de tareas por parte del personal de acuerdo al programa de Mantenimiento Preventivo.

6.3.5.4 Contenido de las planillas de mantenimiento preventivo

Cada Planilla de Mantenimiento Preventivo contará con la siguiente información:

-Casilla 1: Grupo:

Contendrá la identificación del grupo responsable de ejecutar la tarea

-Casilla 2: Ciclo (Período)

Se compone de una letra o número y letra que indica la periodicidad con que debe realizarse la tarea que describe la planilla, acorde a las normas y recomendaciones del Fabricante del equipo o elemento, prescripciones reglamentarias, experiencia adquirida, etc.

Los períodos de mantenimiento serán los siguientes:

- D : Diariamente
- S : Semanalmente
- 3S : Trisemanal
- M : Mensualmente
- 2M : Bimensual
- T : Trimestralmente
- 6M : Semestralmente
- A : Anualmente
- 18M : Cada 18 meses
- C : Cada ciclo
- E : Eventualmente

- Casilla 3: Sistema

Contendrá la o las palabras necesarias para la identificación del sistema, entendiendo por SISTEMA al conjunto de equipos e instalaciones, que tienen una relación directa entre sí, para cumplir una función general y vital de la planta. Vale decir que esta palabra empleada identificará a la planilla como correspondiente a alguna tarea de algún componente de dicho SISTEMA.

- Casilla 4: Equipo

Contendrá la o las palabras necesarias para la identificación del equipo del SISTEMA, sobre el que se realizará la tarea que indica la planilla.

-Casilla 5: Tarea

En este casillero se registra el número de tarea asignado según programa general de mantenimiento preventivo RP-10.

- Casilla 6: Prioridad Se asignarán prioridades a la ejecución de cada tarea:

- Inmediato
- A la brevedad
- Según programación

- Casilla 7: Fecha

Se colocará la fecha en que se programa la tarea dentro de un ciclo de acuerdo a la programación general de mantenimiento preventivo del RP-10.

- Casilla 8: Tareas a Realizarse

En este casillero se registrarán lo(s) tipos de trabajos a ser realizados, asociados a cada número de tarea, contemplado en el programa general de mantenimiento preventivo.

Casilla 9: Personal Ejecutante

Aquí se asentará la cantidad de personal que debe realizar la tarea, con sus correspondientes categorías y especialidades.

Las anotaciones implican establecer el nivel técnico mínimo, además de la cantidad de personal para la ejecución de la tarea.

Casilla 10: Precauciones de Seguridad

En este apartado se asentarán todas las precauciones de seguridad que deban darse antes, durante y después de realizar la tarea, para la protección del personal y del material. Cuando resulte conveniente estas normas de seguridad se repetirán en la redacción del procedimiento de la tarea.

La redacción de estas precauciones de seguridad debe realizarse siempre tomando como base las normas y reglamentaciones en vigencia, haciendo un detenido análisis de las tareas, su influencia sobre el conjunto, y tratando de cubrir todas las posibilidades previsibles de accidentes sobre el personal que interviene en la tarea y al ajeno a la misma, como también sobre el material. El Jefe del Reactor y el Jefe de Protección Radiológica, de ser necesario, autorizarán con sus firmas los requerimientos de seguridad aquí establecidos.

Casilla 11: Procedimiento

En este apartado, se describirá la totalidad de la tarea, con la sucesión de pasos en la forma más detallada posible, incluyendo las precauciones de seguridad que correspondan darse en cada uno de ellos. En esta redacción debe especificarse especialmente a que condiciones desea llegarse, cual es la tarea, qué valores o ajustes son críticos y exigen la presencia de un supervisor responsable. En aquellos casos que corresponda se indicarán, los límites de fábrica, tolerancias, valores máximos aceptables, formas de tomar las mediciones o valores y dibujando esquemas aclaratorios de las mismas en forma tal que no existan dudas de ningún tipo. También se especificará en esta redacción, el estado que

eben encontrarse los elementos relacionados directamente a la tarea, como ser: estado de apertura o cierre de válvulas, condiciones de las fuentes de alimentación al equipo, etc. En los casos necesarios, y dentro de cada paso se hará referencia al plano o manual, y de éstos a su vista, parte o número de página, según corresponda. Asimismo se hará referencia a aquellos planos y/o manuales que si bien no son necesarios para la ejecución de la tarea, deben ser consultados por el que ejecuta la tarea, o por los responsables de la misma, al presentarse una anomalía, y complementar así su informe para tomar la acción correctiva si correspondiera.

Es necesario tener en cuenta que tanto el manejo de planos como de manuales, no debe ser un factor de confusión de la tarea, y solo se debe recurrir a estos, cuando las características de alta técnica del trabajo así lo exijan.

En muchos casos en la redacción de cada paso de la tarea, se podrá indicar la acción correctiva que corresponda, ante la presencia de una anomalía previsible, especificándose incluso si la misma exige la presencia del responsable del grupo de mantenimiento.

Cuando la tarea descrita en su totalidad o parte, tenga relación con otras tareas de mantenimiento correspondientes a otros SISTEMAS y que impliquen que estos deban realizarse infaliblemente antes, durante o al final de la tarea de esta planilla, se indicarán expresamente las mismas utilizando el nombre de SISTEMA y el número de tarea asignado según programa general de mantenimiento RP-10, y las siglas de periodicidad que les corresponden, para que no exista ninguna duda a que tarea se refiere, y puedan coordinarse las mismas durante las etapas de programación.

6.3.6 Planilla de Informe de Trabajo de mantenimiento preventivo

(Anexo D)

Es el complemento de la planilla de mantenimiento preventivo, elaborado para la ejecución de tarea (s) especificadas en el programa general de Mantenimiento preventivo del RP-10.

Esta planilla se conservará adjunta a la planilla de mantenimiento preventivo de cada componente o equipo de un sistema.

6.3.6.1 Contenido de la planilla de Informe de Trabajo

- Casilla 1: Actuación de Mantenimiento

En este apartado, se registrará el grado de actuación de mantenimiento indicando si fue realizado satisfactoriamente o quedó pendiente algún trabajo.

-Casilla 2: Estado del Equipo

Contendrá el estado de conservación en que se encuentra el componente o equipo después de ejecutada la tarea.

Se admiten tres graduaciones:

B : Bueno

R: Regular

M: Malo

- Casilla 3: Anormalidad Observada

Se registrará en este apartado, la anormalidad que presenta el componente o equipo sujeto a mantenimiento preventivo, a los efectos de que sirva como referencia al Jefe de Mantenimiento, para realizar las indicaciones destinadas a restaurar las condiciones operativas del equipo o componente en cuestión.

silla 4: Acción Correctiva

En esta casilla se anotará la acción correctiva realizada que no ameritaba la aboración de una solicitud de servicio para mantenimiento correctivo o en su defecto el ero de solicitud de servicio que se eleva al jefe de mantenimiento cuando corresponde a acción correctiva de envergadura derivada de la ejecución de la tarea.

- Casilla 5: Tiempo empleado (hrs).

En esta casilla deberá registrarse el tiempo total y el total de horas -hombre empleado desde la iniciación de la tarea hasta su finalización.

Horas -Hombre (h/h): Es el tiempo empleado por cada una de las personas en ejecutar parte de la tarea que le corresponde. El tiempo se contabilizará en horas y su computo no incluirá el tiempo de supervisión de la tarea, tareas administrativas relacionadas a la misma, búsqueda de herramientas, instrumental y materiales, preparación de dispositivos etc.

- Casilla 6: Materiales Utilizados

En esta casilla deberá registrarse todos los insumos y materiales que demande la tarea de mantenimiento preventivo.

- Casilla 7: Fecha de ejecución

En este apartado, se registrará la fecha de inicio de la tarea de acuerdo a la periodicidad indicada en el programa general de mantenimiento preventivo.

Realizado por

En este apartado se indicará expresamente el (los) nombre(s) y categoría del rsonal asignado a la ejecución de la tarea, así como la correspondiente firma.

asilla 8: Responsable de grupo

Contendrá la firma del responsable del Subgrupo que ejecute la tarea

Casilla 9: V° B° del Jefe de Mantenimiento

Contendrá la fecha y firma del Jefe de Mantenimiento al recibir la planilla de informe de Trabajo de Mantenimiento Preventivo de manos del responsable del grupo que realiza el trabajo, al término del ciclo.

6.3.7 Planilla de registro de mantenimiento preventivo

Es una planilla que contiene un resumen de la ejecución de tarea (s) especificadas en programa general de Mantenimiento RP-10.

Esta planilla se conservará adjunta a la planilla de mantenimiento preventivo de cada componente o equipo de un sistema.

(Anexo E)

6.3.7.1 Funciones de la planilla de registro de mantenimiento preventivo.

- a) Establecen un método de control de la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realicen sobre el componente.
- b) Permiten identificar al personal que participa en la ejecución del trabajo en cada oportunidad, en que fecha lo hizo, el estado del equipo, anormalidades observadas y las acciones correctivas realizadas como complemento de la tarea.
- c) Disponer de un registro rápido del estado del componente o equipo sobre el que se ha realizado el mantenimiento preventivo.

6.3.7.2 Contenido de la planilla de registro de mantenimiento Preventivo

Casilla 1: Fecha de ejecución

En este apartado, se registrará la fecha de inicio de la tarea de acuerdo a la periodicidad indicada en el programa general de mantenimiento preventivo.

Casilla 2: Estado del Equipo

Contendrá el estado de conservación en que se encuentra el componente o equipo después de ejecutada la tarea.

admiten tres graduaciones:

B : Bueno

R: Regular

M: Malo

- Casilla 3: Anormalidad Observada

Se registrará en este apartado, la anomalía que presenta el componente o equipo sujeto a mantenimiento preventivo, a los efectos de que sirva como referencia al Jefe de Mantenimiento, para realizar las indicaciones destinadas a restaurar las condiciones operativas del equipo o componente en cuestión.

- Casilla 4: Acción Correctiva

En esta casilla se anotará la acción correctiva realizada que no ameritaba la elaboración de una solicitud de servicio para mantenimiento correctivo o en su defecto el número de solicitud de servicio que se eleva al jefe de mantenimiento cuando corresponde una acción correctiva de envergadura derivada de la ejecución de la tarea.

Casilla 5: Observaciones

En este espacio se asentarán observaciones significativas a ser tomadas en consideración en la próxima ejecución de la tarea. En caso contrario deberá registrarse el total de horas - hombre empleado desde la iniciación de la tarea hasta su finalización.

Casilla 6: Realizado por

En este apartado se indicará expresamente el (los) nombre(s) y categoría del personal asignado a la ejecución de la tarea, así como la correspondiente firma.

.8 Programa general de mantenimiento preventivo del Reactor RP-10

El programa general de mantenimiento preventivo del RP-10, se encuentra constituido por una recopilación lógica de todas las tareas de mantenimiento preventivo, que correspondan realizar sobre cada componente, de cada subsistema perteneciente a cada uno de los sistemas de planta del Reactor RP-10.

.3.8.1 Tareas de los grupos de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Instrumentación y Control, Tratamiento de Agua y Eléctrico.

Las tareas de mantenimiento se organizarán dentro de cada grupo de responsabilidad para ser ejecutadas por el propio personal o con el apoyo del personal de otros grupos.

Cada uno de estos grupos estará integrado por un profesional o un técnico calificado de la especialidad que será el responsable y ejercerá la conducción del conjunto de personas de distintas categorías y capacitaciones acorde a las tareas que tendrán que realizar y el nivel técnico que las mismas exijan.

Por cada grupo de mantenimiento se organizará un listado de tareas numeradas relativamente y que básicamente será una división del programa general de mantenimiento preventivo. La puesta en vigencia de este programa parcial, así como el control de ejecución, actualización y conservación del mismo será responsabilidad del responsable de cada grupo.

.3.8.2 Contenido del Programa General de Mantenimiento Preventivo planificado (PGMPP)

Cada página del PGMPP cuenta con la siguiente información:

- Grupo Responsable
- Número de Tarea

- Sistema o Subsistema
- Equipo
- Tipo de Trabajo
- Período

6.3.8.2.1 Programa de Mantenimiento del Grupo de Mecánica

(anexo F)

6.3.8.2.2 Programa de Mantenimiento del Grupo Eléctrico

(Anexo G)

6.3.8.2.3 Programa de Mantenimiento de Grupo de Instrumentación y Control

(Anexo H)

6.3.8.2.4 Programa de Mantenimiento del Grupo de Tratamiento de Aguas

(Anexo I)

6.3.9 Planillas complementarias

El Programa General de Mantenimiento Preventivo del RP-10, descrito se complementa con las siguientes planillas:

6.3.9.1 Planilla de registro de datos de máquina o equipo

(Anexo J)

Contiene los datos técnicos de cada máquina o equipo.

6.3.9.2 Planilla Historial de Equipos

(Anexo K)

Contiene los resúmenes y resultados de ejecución de las tareas que corresponden realizar según Programa General de Mantenimiento Preventivo sobre componentes y equipos de cada subsistema, pertenecientes a cada uno de los sistemas de la planta del reactor RP-10.

A cada componente o equipo le corresponde una planilla historial. El llenado de planillas historial de equipos es responsabilidad de los responsables de los diversos grupos de mantenimiento.

6.3.9.2.1 Archivo e Historia de las Reparaciones

Con la finalidad de mantener la historia del comportamiento de cada máquina o equipo, se llevará un archivo en el que figurarán todas las reparaciones, trabajos, repuestos usados, etc. durante la vida de cada máquina o equipo.

El archivo constará de dos partes:

- Recopilación de las ordenes de trabajo emitidas para cada elemento, el que se constituirá con la porción correspondiente del listado “Ordenes de trabajo terminadas en el Mes”.
- Recopilación de las Planillas de Historial de cada equipo, en la que se llenará la historia de cada unidad a saber:

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| Sección | : | Nombre de la sección y número de función |
| Equipo N° | : | Número del elemento según flujo del proceso |
| Fecha | : | De terminación de la Orden de Trabajo |
| N° de Orden de Trabajo o tarea | : | El correspondiente a la Orden |
| Descripción Del Trabajo realizado | : | Se indicará en forma clara pero breve |
| Repuestos | : | Se anotará solo los repuestos más importantes |

Se anotarán las observaciones así como las recomendaciones u otro tipo de indicaciones a resaltar en base a las observaciones del encargado de las inspecciones y del Jefe de Departamento y de lo que se indique en el mismo rubro de la orden de trabajo.

Adicionalmente se llevarán los archivos de tarjetas de ordenes de trabajo, listados, gráficos, índice.

6.3.10 Programación de las tareas de mantenimiento preventivo

6.3.10.1 Descripción y Organización

El conjunto formado por el Programa General de Mantenimiento y sus correspondientes Planillas de Mantenimiento Preventivo, constituyen las herramientas fundamentales del sistema. Las tareas de mantenimiento preventivo serán programadas sin olvidos o incumplimientos involuntarios y debe estar perfectamente definido y claro el ámbito de competencia y responsabilidad de los distintos Grupos responsables del Mantenimiento, sobre cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes de la planta.

De acuerdo al Organigrama (Fig. 2.3 y 3.10), el Mantenimiento preventivo del RP-10, será realizado por cuatro sectores, a saber; Mecánica, Instrumentación y Control, Tratamiento de Agua y Eléctrico. Cada uno de estos sectores se les denomina Grupo de Mantenimiento.

Según lo expresado en 6.3.8.1, a los responsables de cada uno de estos grupos de Mantenimiento se les asignará el correspondiente programa de mantenimiento preventivo del grupo y las correspondientes Planillas y Registros de Mantenimiento Preventivo.

Para la Programación de las tareas de Mantenimiento y la oportunidad de ejecución se utilizará la Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo (Anexo I.) o Planillas de Programación del Ciclo o periodo.

6.3.10.2 Programación del Ciclo

6.3.10.2.1 Alcance

Esta Programación del Ciclo comprende las tareas de mantenimiento preventivo planificado que serán ejecutadas en el periodo de un año para cada grupo de Mantenimiento

y se realizará en una presentación visual que se denominará Planilla de Programación del Ciclo (PPC.)

6.3.10.2.2 Responsabilidad

El Jefe del Departamento de Mantenimiento revisará y aprobará la Programación del Ciclo presentada por los responsables de cada grupo de Mantenimiento, en su respectivo sector. Esto servirá de base para la confección definitiva de la Programación del Ciclo que deberá ser autorizada por el Jefe del Reactor.

6.3.10.2.3 Contenido de la Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo

En general contendrá la Calendarización o distribución en el tiempo de las tareas a ser ejecutadas en el ciclo.

6.3.10.2.4 Procedimiento para la Programación del Ciclo

- a) Previamente se deberá tener en cuenta la disponibilidad de horas-hombre de cada grupo de Mantenimiento, al efecto de mantener una carga de trabajo lo más uniforme posible y que se vea reflejado en la Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo. Esto actualmente es difícil por la falta de personal.
- b) Cada responsable del grupo de mantenimiento y tomando como referencia el Programa de Mantenimiento correspondiente, confeccionará la Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo.
- c) Se deberá presentar la Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo al Jefe del Departamento de Mantenimiento para su consideración conjunta con todos los sectores o grupos de Mantenimiento.
- d) La planilla de Programación de Mantenimiento definitiva será firmada y fechada por el Jefe de Mantenimiento quién la elevará al Jefe del Reactor para su puesta en vigencia.

- e) Cuando haya que hacer reprogramaciones, deberá ser usada otra planilla de Programación de Mantenimiento.

6.3.10.2.5 Uso de la Planilla de Programación del Ciclo

La Planilla de Programación del Ciclo, constituirá la base de la programación del sistema de mantenimiento preventivo planificado y además permitirá apreciar rápidamente el grado de cumplimiento de la programación del sistema de mantenimiento preventivo en vigencia y constituirá la base para realizar la programación /reprogramación semanal de los trabajos.

La Planilla de Programación del Ciclo terminada, será archivada como registro del sistema de mantenimiento preventivo planificado, en el área de Mantenimiento.

6.3.10.3 Planillas de Programación del Mantenimiento Preventivo Planificado (PPMPP)

6.3.10.3.1 Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo Planificado del Grupo de Mecánica.

(Anexo L)

6.3.10.3.2 Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo Planificado del Grupo Eléctrico.

(Anexo M)

6.3.10.3.3 Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo Planificado del Grupo de Instrumentación y Control.

(Anexo N)

6.3.10.3.4 Planilla de Programación de Mantenimiento Preventivo Planificado del Grupo de Tratamiento de Agua.

(Anexo O)

.11 Control y evaluación del programa de mantenimiento preventivo.-utilización de indicadores de desempeño.

3.11.1 Elementos Básicos

El control y evaluación del programa se establece a partir de la información contenida en los documentos:

- Ordenes de Trabajo
- Ordenes de Salida del almacén
- Programa diario de trabajo

Con el empleo de estos elementos, el departamento de mantenimiento emitirá mensualmente los siguientes listados por cada grupo (mecánico, eléctrico y otros)

Listado de “Ordenes de Trabajo”, que incluirá:

- Número correlativo de órdenes de trabajo.
- Descripción de la orden de trabajo. Donde se subrayarán las partes necesarias que permitirán distinguir los alcances del trabajo.
- Número del elemento. Según flujo del proceso. Tipo de orden de trabajo: Las anuladas indicándose con “A”; las programadas indicándose con “P”; y las no programadas indicándose con “N”.
- Calificación de la Orden de trabajo:
 - o Urgente : Identificándose con (UR)
 - o Rutinaria : Identificándose con (RU)
 - o Importante : Identificándose con (IM)
 - o Conveniente : Identificándose con (CD)
- Fecha de Emisión, iniciación y terminación: Las que figuren en la orden de trabajo.
- Horas-Hombre estimado: El que figure en la orden de trabajo.

- Hombre-hora Real: El que resulte de computar el programa Diario de Trabajo.

2) Listado de “Información Estadística del Mes”; que incluirá:

- Total de órdenes de trabajo emitidas durante el mes menos las anuladas
- Total de órdenes emitidas acumuladas, menos las anuladas
- Cantidad de órdenes de trabajo acumuladas a la fecha, menos las anuladas.
- Cantidad de órdenes de trabajo emitidas al mes, menos las anuladas, pendientes en ejecución.
- Cantidad de órdenes emitidas en el mes menos las acumuladas, pendientes en ejecución, acumuladas a la fecha.
- Cantidad de órdenes de trabajo rezagadas, es decir, aquellas que aun no se ejecutan, que con relación a su fecha de emisión han transcurrido mas de 30 días, mas de 60, y más de 90 días; diferenciándolas de acuerdo a su calificación (urgente, rutina, importante y conveniente).
- Cantidad de Horas - hombre empleadas en órdenes de trabajo terminadas .
- Cantidad de Horas - hombre reales trabajadas en órdenes de trabajo no terminadas.
- Cantidad de Horas - hombre estimadas para ejecutar las órdenes de trabajo no terminadas.
- Cantidad de Horas - hombre disponible normal (número de empleados del Departamento respectivo, por 8 horas diarias por día útil del mes).
- Cantidad de Horas - hombre normales empleadas en órdenes de trabajo programadas.
- Cantidad de Horas - hombre normales empleadas en órdenes de trabajo no programadas.

- Cantidad Horas – hombre sobre tiempo empleadas en órdenes de trabajo programadas.
- Cantidad Horas – hombre sobre tiempo empleadas en órdenes de trabajo programadas.

3) Listado de “ Ordenes de Trabajo Terminadas en el Mes”, la cual incluirá:

- Número de la orden.
- Descripción.
- Numero del elemento.
- Costo por mano de Obra:
 - a. Directo
 - b. Indirecto
 - c. Supervisión
 - d. Total mano de obra
- Costo de materiales.
- Relación de Repuestos.
- relación de materiales, etc.
- Total materiales.
- Costo Total Orden de trabajo.

6.3.11.2 Gráficas e Indicadores de Control y Evaluación.

Empleando los datos contenidos en los listados del área de mantenimiento y con la finalidad de mejorar el problema existente en el área de mantenimiento, es decir, la gestión deficiente del mantenimiento y los altos costos, se recomienda utilizar, además de los indicadores de desempeño señalados en el apartado 6.1, los gráficos e indicadores que a continuación se mencionan:

- Gráfica de utilización de Mano de Obra diaria, en la que se tabularán los datos:
 - o Cantidad Horas - hombre disponible.
 - o Cantidad Horas - hombre trabajadas programadas.
 - o Cantidad Horas - hombre trabajadas no programadas.
 - o Cantidad Horas - hombre trabajadas totales.
- Mensualmente, tabular, además de los datos anteriores, el correspondiente a:
 - o Cantidad hombre – hora estimadas para finalizar los trabajos no terminados.
 - o Indicadores de Utilización de Mano de Obra.
- Empleando los valores utilizados para la preparación del gráfico anterior, se calcularán los siguientes indicadores:

$$e_1 = \frac{\text{Total Horas - hombre trabajadas}}{\text{Cantidad Horas - hombre disponible}} \quad \dots \text{Ec (6.1)}$$

$$e_2 = \frac{\text{Cantidad Horas - hombre trabajadas programadas}}{\text{Total Horas - hombre trabajadas}} \quad \dots \text{Ec (6.2)}$$

$$e_3 = \frac{\text{Cantidad Horas - hombre trabajadas no programadas}}{\text{Total Horas - hombre trabajadas}} \quad \dots \text{Ec (6.3)}$$

$$e_4 = \frac{\text{Cantidad Horas - hombre estimada para finalizar trabajos no terminados}}{\text{Cantidad Horas - hombre disponible}} \quad \dots \text{Ec (6.4)}$$

- Gráfico de Ordenes de trabajo

En sus dos versiones, mensual y acumulada, en la que se tabularán los siguientes datos:

- Cantidad de órdenes de trabajo programadas, menos acumuladas.
- Cantidad de órdenes de trabajo no programadas, menos las acumuladas.
- Cantidad de órdenes de trabajo total emitidas, menos las acumuladas.
- Cantidad de órdenes de trabajo terminadas.
- Cantidad de órdenes de trabajo no iniciadas.
- Indicadores de Ordenes de trabajo.

Con los valores anteriormente mencionados se calcularán los indicadores que a continuación se nombran:

$$n_1 = \frac{\text{Ordenes de trabajo terminadas}}{\text{Ordenes de trabajo total emitidas, menos anuladas}} \quad \dots \text{ Ec (6.5)}$$

$$n_2 = \frac{\text{Ordenes de trabajo programadas, menos anuladas}}{\text{Ordenes de trabajo total emitidas, menos anuladas}} \quad \dots \text{ Ec (6.6)}$$

$$n_3 = \frac{\text{Ordenes de trabajo no programadas, menos anuladas}}{\text{Ordenes de trabajo total emitidas, menos anuladas}} \quad \dots \text{ Ec (6.7)}$$

$$n_4 = \frac{\text{Ordenes de trabajo no iniciadas}}{\text{Ordenes de trabajo total emitidas, menos anuladas}} \quad \dots \text{ Ec (6.8)}$$

Ordenes de trabajo rezagados

Con la información determinada en los puntos anteriores, mantenimiento emitirá el cuadro: "Ordenes de trabajo Rezagadas", en el que figurarán la discriminación de órdenes e trabajo no terminadas, considerando:

- Tiempo de atraso
- Calificación de las Ordenes (urgente, Importante, Rutina o conveniente)

3.11.3 Otros indicadores para evaluar la gestión del Mantenimiento

Otros indicadores que podrían utilizarse para evaluar la Gestión del Mantenimiento son los siguientes:

a) Indicadores de Costos del Mantenimiento(I):

Son todos aquellos gastos que se realizan para atender las órdenes de trabajo solicitadas por los usuarios.

- Gastos de personal de mantenimiento
- Gastos para repuestos, materiales e insumos
- Gastos por servicio de terceros
- Gasto total de Mantenimiento

Podrían utilizarse pues los siguientes indicadores:

$$I_1 = \frac{\text{Gasto total de mantto}}{\text{Gasto de producción}} \quad \dots \text{ Ec (6.9)}$$

$$I_2 = \frac{\text{Gasto de repuestos}}{\text{Gasto total de mantto.}} \quad \dots \text{ Ec (6.10)}$$

$$I_3 = \frac{\text{Gasto de servicio a terceros}}{\text{Gasto total de mantto.}} \quad \dots \text{ Ec (6.11)}$$

$$I_4 = \frac{\text{Gasto del personal de mantto.}}{\text{Gasto total de mantto}} \quad \dots \text{ Ec (6.12)}$$

Se analiza si estos gastos son altos, bajos o son tal como se esperaba que sean.

b) Disponibilidad del equipo(D):

Valor porcentual que indica que tiempo se encuentra disponible el equipo para operar. Se calcula mediante la fórmula:

$$D = \frac{(T_{prod} - T_{para})}{T_{prod}} \cdot 100 \quad \dots \text{Ec (6.13)}$$

donde:

D = Disponibilidad
 T_{prod} = tiempo programado para producir
 T_{para} = tiempo de paradas imprevistas

c) Estado del equipo o instalaciones:

Comprobación de su estado de funcionamiento, realizándose dicha evaluación mediante una inspección visual y/o con instrumentos. El equipo puede encontrarse en los siguientes niveles:

- I. Bueno
- II. Normal
- III. Tolerable
- IV. Inadmisible

d) Ordenes de trabajo Rezagadas

Servirá para detectar si existe un cambio apreciable en la calificación de las órdenes, el que puede demandar una atención especial, o mejor orientación en la distribución del personal.

6.3.12 Algunos aspectos en la interpretación de las graficas e indicadores de desempeño.

6.3.12.1 Indicadores de Utilización de Mano de Obra

e₁ : Cuanto más se acercan los valores a uno, indican un apropiado equilibrio del personal disponible (o capacidad de trabajo de este personal), y las necesidades para cubrir las órdenes de trabajo, manteniéndose estas estables o decrecientes.

Tendencias a incrementar este valor, indicarán una deficiencia de personal o capacidad de trabajo de estos. Igual concepto emerge si aumentara la cantidad de hombre/hora estimado para finalizar los trabajos no terminados.

e₂ : Valores cercanos a la unidad reflejan un eficiente programa de inspecciones.

e₃ : Es el complemento del indicador e₂ y debe llegarse a establecer un valor limite que, como termino de referencia, puede fijarse en 0.1.

e₄ : Nos indicará la cantidad de días o meses que se requerirán para terminar todas las órdenes de trabajo aun pendientes, asumiendo que en ese lapso no se generarán nuevas ordenes de trabajo. Este indicador debería mantenerse con ligeras oscilaciones, en un valor fijo que puede establecerse posteriormente. Tendencias a aumentar o a sobrepasar este valor, serán señal de aviso para la búsqueda de métodos que le devuelvan la estabilidad pre-establecida.

6.3.12.2 Indicadores de Ordenes de Trabajo

Constituyen un control paralelo al de la utilización de mano de obra, pero orientado a las órdenes de trabajo.

n₂ : Semejante a e₂.

n₃ : Semejante a e₃.

n₁ y n₄ : Ofrecen una medida de la estabilización de la carga de trabajo.

OBSERVACIONES

- 1) Para la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado se debe de capacitar teórica y prácticamente a todo el personal para poder aprovechar al máximo las ventajas que se tiene con cada máquina. Esta capacitación debe incluir al personal de operación (Mantenimiento autónomo).
- 2) Como la competencia a nivel Nacional e Internacional es cada día más fuerte y el trabajo y producción tiene que ser de la mejor calidad, esto obliga a la empresa ser netamente competitiva con un alto nivel de eficiencia utilizando técnicas modernas de calidad y considerando que el cliente es lo primero.
- 3) El área de mantenimiento no cuenta actualmente con un software de gestión del mantenimiento preventivo planificado. (Debe implementarse urgentemente).
- 4) Personal insuficiente e inadecuadamente capacitado en gestión de mantenimiento y técnicas modernas de calidad como para poder cumplir adecuadamente el Programa de Mantenimiento Preventivo Planificado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Del diagnóstico efectuado en departamento de mantenimiento, se hace urgente la redefinición del concepto del mantenimiento que esta maneja, para ello es necesaria la reorganización del área de mantenimiento a fin de llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo eficiente que incluya al personal de operación (Mantenimiento autónomo). Además se recomienda el uso de los indicadores de control mencionados que servirán para evaluar la evolución del programa.
- 2) Es recomendable implementar un programa computarizado de mantenimiento para un manejo rápido y adecuado de la información que permita una correcta toma de decisiones que involucren el control de procesos en la planta. La implantación de este sistema de información permitirá al departamento de mantenimiento no solo evaluar la evolución del programa, sino también y sobre todo la gestión administrativa y de calidad del mantenimiento, especialmente los costos ocasionados por las diversas actividades del área a partir de las ordenes de trabajo. Esta información se usará posteriormente para la elaboración de presupuestos que permitirán una mejor asignación de los recursos de la empresa, optimizando la gestión de la misma..
- 3) La mano de obra encargada del programa de mantenimiento debe ser calificada, es decir personal técnico capacitado y/o practicantes para un mejor aprovechamiento de la información que proporciona el programa para posteriormente

- 4) El Jefe de mantenimiento debe tener autonomía para poder decidir si se hace alguna reparación de emergencia y no depender de la Dirección de Reactores para tomar una decisión urgente.
- 5) Después de haber hecho las inspecciones diarias a las máquinas y habiendo determinado que o cuales máquinas necesitan de un mantenimiento, se debe de coordinar para la realización de dichos trabajos y no esperar a que paren de emergencia.
- 6) Debe existir una mayor coordinación (automatizada) entre los diferentes grupos de mantenimiento para solucionar problemas de carácter mixto, es decir, con equipos que contengan componentes eléctrico-mecánico, electro-mecánico, y químico-electrónico.
- 7) Se debe capacitar permanentemente al personal en técnicas modernas de gestión de calidad y mantenimiento. Debe inculcarse el concepto del TPM involucrando al personal de operación.
- 8) Se debe tender a la automatización de las máquinas y equipos con el principal objeto de reducir los tiempos muertos.
- 9) Debe establecerse normas y procedimientos para el abastecimiento de repuestos de la mejor calidad y a tiempo.
- 10) Debe adquirirse nuevas herramientas e instrumentos modernos para la realización de un buen mantenimiento tanto preventivo como predictivo y poder también efectuar una adecuada calibración de los instrumentos utilizados en la instalación tales como manómetros, termómetros, caudalímetros, medidores de PH, conductímetros, entre otros.

- 11) Se debe crear conciencia en la Dirección General de Instalaciones del IPEN de que una mejora en la gestión del mantenimiento del Reactor RP-10 produciría mayores utilidades y permitiría brindar mejores servicios debido a una reducción de los costos por paradas imprevistas de emergencia y a una mayor disponibilidad de los equipos.
- 12) En lo posible y mientras no se tenga el número adecuado de miembros de cada grupo de mantenimiento para poder realizar el mantenimiento preventivo, se debe tratar de programar en los turnos de operación al menor número de operarios de mantenimiento con el fin de evitar que dicho personal se ausente por compensación de horas.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Seminario de Actualización profesional: “Implementación del mantenimiento preventivo, predictivo y productivo total (TPM)”
Colegio de Ingenieros del Perú- 1995
- 2) Toma de decisiones en Administración
Willian A. Sport – Charles P. Bonini
3^{ra} Edición – Printed in Spain.
- 3) Organización del Mantenimiento Preventivo
José V. Peiro.
Editorial Distreza S.A.
2^{da} Edición – Printed in 1982.
- 4) Implementación del Mantenimiento Preventivo y Productivo
Colegio de Ingenieros del Perú
1^{ra} Edición – Printed in 1995.
- 5) Auditoria de Mantenimiento
Colegio de Ingenieros del Perú
1^{ra} Edición – Printed in 1995.
- 6) Manual de Mantenimiento Industrial
Morrow L. C.
México Editorial CECOSA. 1985.
- 7) Nuevas Técnicas de Gestión de Mantenimiento
Rubén Gómez Sánchez Soto
Lima 1995.

Auditoria de Mantenimiento Industrial

Lima Edición W.H.

Edición - 1995.

Mantenimiento de la Empresa

Steward H.V.M.

Edición - Deusto España 1964.

) Mantenimiento Industrial

Lewis Bernard T.

Jhon Rider Publicación INC - 1965.

1) Planeamiento de la Mantenimiento

Lima Perú 1994

Tecsup.

) Copias de clase e información proporcionada en el Curso de mantenimiento Industrial

3) Nuevas técnicas de Gestión de Mantenimiento

Ing. Rubén Gomez Sánchez Soto

Colegio de Ingenieros del Peru- 1995

) Auditoria de Mantenimiento Industrial

Ing. Pedro Vargas Galvez

ANEXOS

ANEXO A

PLANILLA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL REACTOR
RP-10

SOLICITUD DE SERVICIO / MANTENIMIENTO

SISTEMA..... EQUIPO.....

SOLICITANTE.....

TRABAJO
REQUERIDO.....

FECHA.....

.....
JEFE DE AREA SOLICITANTE

OBSERVACIONES.....

RADIOPROTECCION

SI..... NO.....

FECHA.....

.....
JEFE REACTOR

.....
JEFE RADIOPROTECCION

ORDEN DE TRABAJO N°

GRUPO.....

PRIORIDAD.....

INDICACIONES.....

FECHA.....

.....
JEFE DEL DPTO.

MANTENIMIENTO

INSTRUCCIONES

FECHA.....

.....
RESPONSABLE DE GRUPO

ANEXO B

INFORME DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

TRABAJO REALIZADO

.....
.....
.....

RECURSOS EMPLEADOS

PERSONAL

TIEMPO

.....
.....
.....

MATERIALES

CANTIDAD

DENOMINACION

INVENTARIO

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES

.....
.....

FECHA

.....
REALIZADO POR

.....
RESPONSABLE GRUPO

.....
V°B°
JEFE DEL DPTO. MANTENIMIENTO

.....
V°B°
JEFE REACTOR

ANEXO C

DIRECCION DE REACTORES
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DEL RP-10

PLANILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO No.

1. GRUPO:

2. PERIODO (Ciclo):

3. SISTEMA.....

4. EQUIPOS :

5. TAREA (s) No. 6. PRIORIDAD:..... 7. FECHA EJEC/..../....

8.TAREA(S) A REALIZARSE :

9.PERSONAL EJECUTANTE :

10. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

11. PROCEDIMIENTO:

FECHA :/..../....

.....
Responsable del Grupo

ANEXO D

INFORME DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. ACTUACION DE MANTENIMIENTO:

2. ESTADO DEL EQUIPO:

.....

.....

3. ANORMALIDAD OBSERVADA:

.....

.....

4. ACCION CORRECTIVA:

.....

.....

.....

5. TIEMPO EMPLEADO: 6. HORAS-HOMBRE:

7. MATERIALES UTILIZADOS:

.....

.....

.....

.....

FECHA: / /....

.....

Realizado por

.....

Responsable del Grupo

.....

Vº Bº

Jefe del Departamento de Mantenimiento

ANEXO E

PLANILLA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1 Fecha Ejec. 2 Estado del equipo 3 Anormalidad observada 4 Acción correctiva 5 Observaciones 6 Realizado por

ANEXO F PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL GRUPO MECANICO

| PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO RP-10 2002 | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|------------|
| CENTRO NUCLEAR RACSOL DIRECCION GENERAL DE INSTALACIONES DIRECCION DE REACTORES - DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO RP-10 GRUPO DE MECANICA | | | | | |
| TARIFA | SISTEMA | EQUIPO | TIPO | FRECUENCIA | |
| 1 | Facilidades de irradiacion | Conducto radial 2/3/5 | Inspeccionar correcto funcionamiento y estanqueidad del sistema Regular amortiguador del cilindro de accionamiento del blindaje Lubricar rueda del blindaje Inspeccionar estanqueidad del sistema de accionamiento del blindaje | Semestral | |
| 2 | | Posicionador y blindaje de haz | Inspeccionar estado de cables de arrastre y engrasar Inspeccionar estado de ruedas de blindaje de haz Inspeccionar y aceitar bridas de rotacion de la lanza | Semestral | |
| 3 | | Conducto tangencial | Inspeccionar correcto funcionamiento y estanqueidad del sistema de inundacion y regulacion del amortiguador de accionamiento del blindaje Inspeccionar estado de sistema neumatico de accionamiento de valvula de seguridad Verificar correcto asiento de la cuchilla Verificar correcto asiento de tapas y cubiertas Verificar adecuada fijacion de la placa de control del microswitch | Semestral | |
| 4 | | conducto de neutrografia | Inspeccionar estanqueidad del sistema neumatico del accionamiento del blindaje Verificar estado de los contactos de interruptor de parada | Trimestral | |
| 5 | | | Inspeccionar el correcto funcionamiento y estanqueidad del sistema de inundacion Regulacion del amortiguador cilindrico de accionamiento del blindaje Lubricacion de las ruedas del blindaje desplazable Verificar correcto tensado y estado del cable de elevacion Verificar correcto tensado y lubricacion de cadena del mecanismo de izaje Verificar adecuada fijacion del acoplamiento de los ejes Verificar adecuada fijacion del cable al columnar | Semestral | |
| 6 | Mecanismo especial | Periscopio | Inspeccionar movimiento angular suave Inspeccionar campo visual y nitidez de la imagen | Semestral | |
| 7 | | Mecanismo de control del reactor | Probar funcionamiento de los mecanismos en el puente de mecanismos Mantenimiento y prueba de funcionamiento de mecanismos en la sala de mantenimiento | Mensual | |
| 8 | | | Mantenimiento total de mecanismos | Mensual | |
| 9 | Mecanismo Auxiliar | Puente auxiliar Desplazable | Verificar tension de la cadena de transmision Regular sistema de frenado Lubricar cadena de transmision | Annual | |
| 10 | | Puerta de celda caliente | Inspeccionar libre giro de la puerta | Annual | |
| 11 | | Compuerta de aislacion | Inspeccionar estado del burlete | Annual | |
| 12 | | Herramientas especiales | Desacoplar tramos y utiles de herramientas de nucleo/pileta auxiliar | Semestral | |
| 13 | | | Pluma telescopica | Verificar correcto movimiento del equipo | Semestral |
| 14 | Transporte de Nucleo a pileta | Caja reductora de traslacion | Lubricar | Annual | |
| 15 | | Caja reductora de izaje | Verificar su estado Verificar adecuado desplazamiento | Mensual | |
| 16 | | Cable de izaje | Verificar correcto accionamiento Lubricar inspeccionar nivel de aceite | Annual | |
| 17 | | Reductor | Verificar estado del cable | Mensual | |
| 18 | Transporte de pileta a celda caliente | Cable de izaje | Verificar regular limites de carrera (microswitch) Inspeccionar electromecanica lubricacion y regulacion de las grasas | Trimestral | |
| 19 | | Telemanipuladores | Engrasar Pernos de apriete y rodillos de placas de presion Inspeccionar estado interior de placas y juntas | Annual | |
| 20 | | Intercambiadores de calor A/B/C | Controlar perdida de presion lado primario y secundario Controlar perdida de eficiencia | 3 años | |
| 21 | Primario | Bombas A/B/C | Inspeccionar y controlar nivel de aceite (altura de grasa y estado de cojinetes, bomba y volante) Medir temperatura de rodamientos y ejes Medir vibraciones en caso de rodamientos Inspeccionar y limpiar interiores de cojinetes de volante Cambiar grasa de cojinetes de las bombas (lado bomba y lado volante) | Bimensual | |
| 22 | | | | | Mensual |
| 23 | | | | | Semestral |
| 24 | | | | | Semestral |
| 25 | Secundario | Valvulas | Comprobar apriete de tornillos tuercas de tapas y bridas Inspeccionar perdida de agua por estopero y juntas de tapas y bridas Lubricar hilos de roscas exteriores del varillaje Engrasar caja de rodamientos Inspeccionar posicion y ajuste de soporte de tuberias Lubricar caja de motorreductores | Trimestral | |
| 26 | | Torres de enfriamiento A/B/C | Inspeccionar estado de rollo separador de gotas y tuberias | Annual | |
| 27 | Secundario | Valvulas | Inspeccionar perdida de aceite en eje de salida y entrada Verificar nivel de aceite en moto reductor | Mensual | |
| 28 | | | Comprobar apriete de tornillos y tuercas de tapas y bridas Inspeccionar perdida de agua por estopero juntas de tapas o bridas (Semanal) Lubricar hilos de roscas exteriores del varillaje Engrasar caja de rodamientos Inspeccionar posicion y ajuste de soportes y tuberias | Trimestral | |
| 29 | | | | | Trimestral |

| | | | | |
|----|----------------------------------|--|---|------------|
| 30 | Secundario | Bombas A/B/C | Inspeccionar y controlar nivel de aceite, falta de grasa y estado de cojinetes Medida de temperatura en caja de rodamientos y tapa de sellos Medida de vibraciones en caja de rodamientos | Mensual |
| 31 | | | Cambiar grasa de cojinetes de bomba | Semestral |
| 32 | | | Cambiar aceite al carter | Semestral |
| 33 | Aire Comprimido | Compresores A/B/C | Inspeccionar valvulas de aspiracion y descarga Lubricar valvulas de purga | Trimestral |
| 34 | | | Verificar buen estado de filtros Limpiar superficies de intercambio de calor | Mensual |
| 35 | | Secador | Inspeccion interna de trampa de condensado | Semestral |
| 36 | | | Comprobar nivel de aceite Comprobar nivel de refrigerante. | Quincenal |
| 37 | Electrico no Convencional | Grupo generador de Emergencia (Motor Diesel) | Comprobar nivel del PH, si es de aplicacion la densidad del refrigerante Cambiar aceite | Semestral |
| 38 | | | Desmontar los inyectores e inspeccionarlos Vaciar, lavar sistema de refrigeracion y llenar refrigerante Limpiar el respirador del carter | Anual |
| 39 | | | Cebiar los cojinetes del turbo (si no ha funcionado el motor) | Mensual |
| 40 | Provision de agua | Bombas | Verificar nivel de aceite P-5-01/02/03/04 y rotacion de ejes | Quincenal |
| 41 | | Valvula VU-504-06 | Inspeccionar valvula VU-504-06 c apoyo | Mensual |
| 42 | Punfificacion | Bombas | Verificar nivel de aceite | Quincenal |
| 43 | Colchon caliente | Bomba P-7-01 | Verificar nivel de aceite y rotacion de ejes | Mensual |
| 44 | Efluentes activos | Bombas | Verificar nivel de aceite | Mensual |
| 45 | Enfriamiento de agua | Bombas 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Trimestral |
| 46 | | Unidades enfriadoras 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Trimestral |
| 47 | Aire comprimido | Compresores de aire 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Trimestral |
| 48 | | Deshumidificadores 1/2 | Limpieza/inspeccion electro-mecanica | Trimestral |
| 49 | | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 50 | Extraccion Reactor | Serpentina de enfriamiento | Inspeccion general electromecanica | Semestral |
| 51 | Reactor | Calefactor electrico | Inspeccion general | Trimestral |
| 52 | Grupo 9 | Caja de filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 53 | Homogenizador Reactor | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 54 | Equipo 7 | Serpentina de enfriamiento | Inspeccion general | Semestral |
| 55 | | Filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 56 | Inyeccion Reactor | Ventilador | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 57 | Equipo 8 | Filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 58 | Homogenizador Hall C | Ventilador | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 59 | Extraccion campana | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 60 | Grupo 5 | Caja de filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 61 | Extraccion auxiliar Grupo 4 | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 62 | Inyeccion auxiliar Grupo 3 | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 63 | | Caja de filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 64 | | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 65 | Acondicionador LD-E1 | Serpentina de enfriamiento | Inspeccion general | Semestral |
| 66 | | Calefactor electrico | Inspeccion general | Trimestral |
| 67 | | Filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 68 | | Ventiladores 1/2 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Semestral |
| 69 | Acondicionador SC E2 | Serpentina de enfriamiento | Inspeccion general | Semestral |
| 70 | | Calefactor electrico | Inspeccion general | Trimestral |
| 71 | | Filtros | Registro de presion diferencial | Trimestral |
| 72 | Extraccion de cafeteria | Ventiladores 1/2/3 | Lubricacion/inspeccion electro-mecanica | Trimestral |
| 73 | | Actuadores neumaticos | Verificar operatividad | Semestral |
| 74 | | Clapetas de cierre hermetico | Lubricar | Semestral |
| 75 | Ventilacion Accesonos | Rejillas de extraccion | Limpiar | anual |
| | | Rejillas de inyeccion | Limpiar | |
| | | Persianas movim. opuesto | Verificar operatividad | |
| 76 | | Bandejas de control | Verificar operatividad | Semestral |
| 77 | Transporte de muestras Neumatico | Dosificadores RP 1/3 | Verificar nivel de aceite | Trimestral |
| | | Mangueras de aire | Verificar estanquidad | |
| | | RP-10-ME-75 | Verificar microswitch de limite de carrera | |
| | | Derivadores IN/REC | Verificar pistones y valvulas de accionamiento | |
| | | Estacion de conteo 3 | Verificar microinterruptores. | |
| | | Detectores paso de muestras | Verificar estado | |

ANEXO G
PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTRICO

CENTRO NUCLEAR "RACSO"

DIRECCION GENERAL DE INSTALACIONES

DIRECCION DE REACTORES

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RP-10

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO RP-10

2003

GRUPO - ELECTRICO

| TAREA | SISTEMA | EQUIPO | TIPO | PERIODO |
|-------|----------------------------|--|---------------------------------|------------|
| 078 | Primario | Tablero Eléctrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 079 | Primario | Bomba A/B/C | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 080 | Secundario | Tablero Eléctrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 081 | Secundario | Motores de bombas A/B/C | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 082 | Secundario | Motores Ventiladores A/B/C | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 083 | Secundario | Tablero Eléctrico Ventilación | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 084 | Aire Comprimido | Tablero Eléctrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 085 | Aire comprimido | Motor compresores 1/2/3 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 086 | Eléctrico no convencional | Tablero eléctrico G.G.E. | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 087 | Eléctrico no convencional | Motor Grupo Generador Emerg. | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 088 | Provisión de Agua | Tablero Electrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 089 | Provisión de Agua | Motores bombas P-5-01-02/03/04/05 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 090 | Purificación de Agua | Tablero eléctrico | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 091 | Purificación de Agua | Motor bombas P-6-01A/01B/02/03 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 092 | Colchón Caliente | Tablero Eléctrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 093 | Colchón Caliente | Motor bomba P-7-01 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 094 | Efluentes Activos | Tablero Electrico | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 095 | Efluentes Activos | Motor bombas P-8-01/02A/02B/03 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 096 | Eléctrico No Convencional | Tablero de Emergencia | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 097 | Eléctrico No Convencional | Tablero Eléctrico U.P.S | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 098 | Eléctrico No Convencional | Tablero boca de Tanque | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 099 | Transp. Núcleo celda Cali. | Motor Elev/trasl | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 100 | Facilidades de Irradiación | Motor de Neutrografía | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |
| 101 | Eléctrico No Convencional | Baterias U.P.S | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 102 | Eléctrico No Convencional | Bateria SE-2 | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 103 | Eléctrico No Convencional | Tablero Electrico SE-2 | Limpieza/Verificar Operatividad | Anual |
| 104 | Eléctrico No Convencional | Arranque Grupo Electrogeno | Limpieza/verificar Operatividad | Semanal |
| 105 | Eléctrico No Convencional | Descargas Baterias U.P.S. | Limpieza/verificar Operatividad | Semestral |
| 106 | Eléctrico No Convencional | Tablero de Emergencia Entrada No 1 y 2 | Limpieza/verificar Operatividad | Trimestral |

| | | | | |
|----|--------------------|-------------------------------|---|------------|
| | Inst. Convencional | PH primario | Verificar electrodos + transmisor en campo | Semestral |
| | Inst. Convencional | PH primario | Verificar test de volt. conversor + valor limite | Bimestral |
| 7 | Inst. Nuclear | Canal de Arranque 1/2/3 | Verificar nivel discriminacion y Alta Tension cadenas | Mensual |
| 5 | Inst. Convencional | Niveles de TK. reserva | Verificar accionamiento sensores señaliz. simòtico | Semestral |
| 6 | Inst. Convencional | Presiones INT. de calor | Purgar + verificar manómetros del sistema | Bimestral |
| 7 | Inst. Convencional | Tem. ratnas IC. SEC. | Verificar sensor + conversor de cadenas | Bimestral |
| 8 | Inst. Convencional | Temp. ent. torre enfriamiento | Verificar medicion sist. en campo | Trimestral |
| 9 | Inst. Convencional | Presiones ent. secundario | Purgar + verificar manómetros del sistema | Bimestral |
| 0 | Inst. Convencional | Caudal secundario | Verificar funcionamiento de cadena | Bimestral |
| 1 | Inst. Convencional | Nivel TT EE. A/B/C | Verificar accio. sensor, señaliz. simòtico | Trimestral |
| 2 | Inst. Convencional | Temperatura colchón caliente | Verificar funcionamiento de medicion | Trimestral |
| | Inst. Convencional | Caudal de colchón caliente | Verificación de funcionamiento | Mensual |
| 44 | Inst. Convencional | Presiones de colchón caliente | Purgar y verificar cadenas de medicion | Bimensual |
| 45 | Inst. Convencional | Potencia Térmica | Señalización de funcionamiento | Bimensual |
| 46 | Inst. Convencional | Temperatura Pileta Auxiliar | Verificar Sensores y conversores | Trimestral |
| 7 | Inst. Convencional | Registadores | Inspección general | Trimestral |

ANEXO I
PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL GRUPO DE TRATAMIENTO DE
AGUA

CENTRO NUCLEAR "RACSO"
 DIRECCION GENERAL DE INSTALACIONES
 DIRECCION DE REACTORES
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO RP-10
 GRUPO - TRATAMIENTO DE AGUA

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RP-10
 2003

| TAREA | SISTEMA | EQUIPO | TIPO | PERIODO |
|-------|----------------------|------------------------------|--|------------|
| 148 | provisión de agua | agua ablandada | analisis de dureza a entrada | semanal |
| 149 | provisión de agua | agua ablandada | analisis quimico del agua de entrada | mensual |
| 150 | provisión de agua | Tanques de regeneración | limpieza tanques soluciones regenerantes | trimestral |
| 151 | provisión de agua | trampa c02 | inspección | semestral |
| 152 | provisión de agua | tk pulmon | verificar disponibilidad de agua | trisemanal |
| 153 | provisión de agua | tanque de reserva | recircular agua y verificar calidad | mensual |
| 154 | provisión de agua | colu cato anio y lecho mixto | limpieza de depósitos por contralavado | mensual |
| 155 | provisión de agua | sistema | Efectuar rebalse de pileta y tk. principal | trisemanal |
| 156 | provisión de agua | sistema | verificar fugas (válvulas uniones etc) | trimestral |
| 157 | provisión | Valvula de diafragma automa | verificación de funcionamiento | anual |
| 158 | provisión | equipos del sistema | inspección revestimiento interno e interno de tanques | anual |
| 159 | provisión | equipos del sistema | insp. y mante. de provisión externo de tanques y bombas | anual |
| 160 | provisión | visores | limpieza de visores | anual |
| 161 | provisión | cist neutralización | inspeccion y limpieza | anual |
| 162 | provisión de agua | Ph-metro | reposicion de solución kel | trimestral |
| 163 | purificación de agua | tanques de regeneracion | limpieza tanques soluciones regenerantes | bimestral |
| 164 | purificación de agua | sistema | verificar perdida de carga filtro físico, l.m. y l.r. | mensual |
| 165 | purificación de agua | sistema | verificar fugas (válvulas uniones etc) | trimestral |
| 166 | purificación | valvula diafragma automatica | verificacion de funcionamiento | anual |
| 167 | purificación | sistema | insp revestimiento interno e internos de tanques | anual |
| 168 | purificación | sistema | insp y mant. de revestimiento externo de tanques y bombas | anual |
| 169 | purificación | sistema | inspección y mantenimiento de revestimiento | anual |
| 170 | purificación | sistema soportes | inspección y limpieza incluido filtro de aspiración p-6-03 | anual |
| 171 | purificación de agua | ph-metro | reposición de soluciones de kel | trimestral |
| 172 | colchón caliente | filtro | verificar caída de presión | trimestral |
| 173 | colchón caliente | sistema | verificar estado de resinas | semestral |
| 174 | colchón caliente | sistema | limpieza de circuito | semestral |
| 175 | colchón caliente | equipos del sistema | inspección de internos de equipos | anual |
| 176 | colchon caliente | equipo del sistema | insp. y mant. | anual |
| 177 | efluentes activos | sistema | limpiar filtro linea aspiración | semestral |
| 178 | efluentes activos | sistemas principales | inspección y limpieza | anual |
| 179 | efluentes activos | bombas | inspección y mantenimiento de revestimiento externo | anual |
| 180 | secundario | piletas a b/c | desague total y limpieza | trisemanal |
| 181 | secundario | sistema | dosificación de aditivos | semanal |
| 182 | secundario | piletas a b/c | purga y reposición de agua | semanal |
| 183 | secundario | sistema | medición de ph del secundario | mensual |
| 184 | secundario | sistema | medicion productos activos (na 24) | mensual |
| 185 | secundario | sistema | analisis de cloruros | mensual |
| 186 | secundario | sistema | medición de conductividad | mensual |
| 187 | primario | sistema | analisis de cloruros | mensual |

NTRO NUCLEAR "RACSO"

IRECCION GENERAL DE INSTALACIONES

IRECCION DE REACTORES

PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RP-10

TRATAMIENTO DE MANTENIMIENTO RP-10

2003

INSTRUMENTACION Y CONTROL (2)

| TAREA | SISTEMA | EQUIPO | TIPO | PERIODO |
|-------|--------------------|-------------------------------|---|------------|
| 131 | Inst. Convencional | Presiones primario | Purgar y verificar manómetros del sistema | Bimestral |
| 132 | Inst. Convencional | Conductividad primario | Verificar test. de volt. conversor valor limite | Bimestral |
| 133 | Inst. Convencional | PH primario | Verificar electrodos transmisor en cam | Semestral |
| 134 | Inst. Convencional | PH primario | Verificar test. de volt. conversor v valor limite | Bimestral |
| 107 | Inst. Nuclear | Canal de Arranque 1/2/3 | Verificar nivel discriminación y Alta Tensión cadenas | Mensual |
| 135 | Inst. Convencional | Niveles de TK. reserva | Verificar accionamiento sensores señaliz. sinó tico | Semestral |
| 136 | Inst. Convencional | Presiones INT. de calor | Purgar y verificar manómetros del sistema | Bimestral |
| 137 | Inst. Convencional | Tem eraturas IC. SEC. | Verificar sensor v conversor de cadenas | Bimestral |
| 138 | Inst. Convencional | Temp. ent. torre enfriamiento | Verificar medición sist. en campo | Trimestal |
| 139 | Inst. Convencional | Presiones ent. secundario | Purgar y verificar manómetros del sistema | Bimestral |
| 140 | Inst. Convencional | Caudal secundario | Verificar funcionamiento de cadena | Bimestral |
| 141 | Inst. Convencional | Nivel TT EE. A/B/C | Verificar accio. sensor.señaliz. sinó tico | Trimestral |
| 142 | Inst. Convencional | Temperatura colchón caliente | Verificar funcionamiento de medición | Trimestal |
| 143 | Inst. Convencional | Caudal de colchón caliente | Verificación de funcionamiento | Mensual |
| 144 | Inst. Convencional | Prestones de colchón caliente | Purgar y verificar cadenas de medición | Bimensual |
| 145 | Inst. Convencional | Potencia Térmica | Verificar señalización de funcionamiento | Bimensual |
| 146 | Inst. Convencional | Temperatura Pileta Auxiliar | Verificar Sensores y conversores | Trimestral |
| 147 | Inst. Convencional | Registadores | Inspección general | Trimestral |

