



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN SISTEMAS DE LA CALIDAD**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
CARUACHI**

presentado por
Useche Raguá, Raúl Hernán

para optar al título de
Especialista en Sistemas de la Calidad

Asesor
Vallenilla Urich, Evelyn

Ciudad Guayana, Julio de 2014



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN SISTEMAS DE LA CALIDAD**

**DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
CARUACHI**

Presentado por: Raúl Hernán Useche Raguá

Asesor: Evelyn Vallenilla Urich

Ciudad Guayana, Julio de 2014



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
SISTEMAS DE LA CALIDAD**

APROBACIÓN DEL ASESOR

Profesor: Emmanuel López.

Director postgrado en Sistemas de la Calidad.

Estimado Director:

Me dirijo a usted en la oportunidad de hacer de su conocimiento, que el Trabajo Especial de Grado, titulado: "Diseño de un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi"; realizado y presentado por el participante Raúl Hernán Useche Raguá, C.I. 14.100.337, estudiante del postgrado en Sistemas de la Calidad de Ucab Guayana, se ha concluido; y que en mi condición de asesor, hago constar que he leído y revisado el mencionado Trabajo, y manifiesto que se encuentra listo para la evaluación definitiva.

En Puerto Ordaz, a los 21 días del mes de Julio de 2014.

Evelyn Vallenilla Urich.

CI. 11.170.312
0286-9648141

DEDICATORIA

A mi esposa y colega, Jennyfer Casanova, por invitarme y acompañarme a lo largo de toda esta experiencia académica. No sería lo mismo sin ti.

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la vida para realizarlo.

A mi esposa, por soñarlo. Por su planificación, empuje, mística de trabajo, perseverancia y sobre todo por hacerlo realidad. Gracias, porque mientras escribía esta trabajo, te pasabas horas dándome compañía y entusiasmo.

A mi hija, Serena.

A mis padres por su tiempo, dedicación, esfuerzo y el amor, que invirtieron en mí.

A mis compañeros y profesores de cohorte, por compartir sus conocimientos, experiencia y amistad. En especial, a Flor Barillas y Jenny Luzardo.

A la División de Planta Caruachi de Corpoelec c.a. por su colaboración e intereses en el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora, Evelyn Vallenilla por su apoyo y colaboración.

A la vida, que solo tiene sentido cuando se comparte con personas maravillosas, y por supuesto, a esas personas.

VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
SISTEMAS DE LA CALIDAD

DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN CARUACHI

Autor: Raúl Hernán Useche Raguá
Asesor: Evelyn Vallenilla
Año: 2014

RESUMEN

Este estudio plantea, como objetivo principal, obtener un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento, con el fin de identificar, analizar y corregir la causa raíz de los factores que no estaban permitiendo a la gestión, ser eficiente, en el cumplimiento de sus objetivos y así, evitar una tendencia hacia la baja calidad de los productos de mantenimiento del Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación Caruachi de EDELCA.

La fase inicial, fue evaluar la gestión de mantenimiento del 2010. El 1^{er} paso de la metodología, fue establecer la documentación para la auditoría, en conjunto con 6 expertos en mantenimiento, usando como criterios, los factores definidos por Duffuaa (2009). El 2^{do} paso, consistió en la calificación de los factores, a través, de una auditoría en sitio. En el 3^{er} paso, se obtuvo una calificación de auditoría (IAM). Partiendo de la aplicación del proceso jerárquico analítico (PJA), para determinar el peso de cada factor dentro del sistema. Y en combinación con el paso 2, se obtuvo el índice de auditoría de mantenimiento. En el 4^{to} paso, se determinó cuales eran los factores menos productivos, a través, de la herramienta de Pareto, para luego realizar el análisis de causa y efecto -Ishikawa e identificar las acciones de mejora, que fueron plasmadas en un plan de acciones de mejora. El modelo, cierra los ciclos, luego de identificar y aplicar las acciones de mejora, permitiendo que se repitan algunas o todas las fases, para evaluar nuevamente el sistema de gestión de mantenimiento, enmarcado dentro de un proceso de mejora continua.

Palabras clave: Calidad, Gestión de mantenimiento, Auditoría de mantenimiento, Acciones de mejora, Grado de madurez, Evaluación, Proceso Jerárquico Analítico.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	04
Objetivos de la Investigación	07
Objetivo General	07
Objetivos Específicos	07
Alcance	08
Justificación	08
Limitaciones	09
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
Antecedentes	10
Bases Teóricas	12
Vínculo del Mantenimiento con la Calidad del Producto	12
La Calidad en el Mantenimiento	13
Más allá de la ISO 9000	15
Auditorías de Mantenimiento	16
¿Para qué sirve una Auditoría de Mantenimiento?	16
Tipos de Auditoría de Mantenimiento	17
Técnicas de Auditorías Aplicadas Hoy en Día	17
Principales Factores en el Esquema de Calificaciones de Auditoría	22
Métodos para Determinar el Peso de los Factores	26
Descripción del Proceso Jerárquico Analítico (PJA)	27
La Gestión Perfecta de Mantenimiento	31
Control de Calidad de los Trabajos de Mantenimiento	37
Definición de Términos Jurídicos	38
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela	38
Ley del Sistema Venezolano para la Calidad	39
Definición de Términos Básicos	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
Tipo de Investigación	43
Diseño de la Investigación	43
Población y muestra	44
Procedimiento	46
Técnicas documentales	47
Técnicas de Relaciones Individuales y Grupales	48
Técnicas o Herramientas de Calidad	50
Operacionalización de Variables u Objetivos	53
Código de Ética	55
Código de Ética del Profesional del Colegio de Ingenieros de Venezuela	55
CAPÍTULO IV: MARCO EMPRESARIAL	

Reseña Histórica	58
Matriz Estratégica	60
Fines	60
Misión	60
Visión	60
Política de la Calidad del Proceso “Generar Energía Eléctrica”	61
Estructura Organizativa	61
Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”	64
Descripción General de los Macrocomponentes de la Central Hidroeléctrica	67
Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi	69
Objetivo del Departamento	70
Funciones	71
Procesos	73
Descripción de las Áreas Físicas del Departamento	75
Distribución del Capital Humano	76
Responsabilidad de Equipos del Departamento	76
CAPITULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS DATOS	
Determinar el grado de madurez	78
Elaborar un instrumento	83
Realizar una evaluación actual de la gestión del mantenimiento	98
Realizar el análisis de causa y efecto de los factores menos productivos	107
Elaborar el programa de mejora continua	114
Modelo de evaluación de la calidad de la gestión de mantenimiento	117
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	121
NOTA DE AUTOR	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
ANEXOS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pag.
1.	Relaciones entre producción, calidad y mantenimiento	13
2.	Ejemplo de Gráfico de radar	18
3.	Un proceso con ciclo de realimentación	38
4.	Estructura Organizativa de Edelca	61
5.	Estructura Aprobada de CORPOELEC	62
6.	Esquema organizativo de la Dirección de Producción	63
7.	Propuesta de estructura del Centro de Generación Sur	64
8.	Vista Satelital Estado Bolívar, Círculo Amarillo Caruachi.	65
9.	Vista Satelital, Círculo Amarillo Caruachi	65
10.	Ubicación Geográfica de Caruachi	66
11.	Central Hidroeléctrica "Francisco de Miranda"	66
12.	Corte transversal de una Unidad Generadora	67
13.	Corte transversal del aliviadero	68
14.	Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi	70
15.	Resumen del análisis de la madurez de la función mantenimiento	79
16.	Madurez dentro de una organización	81
17.	Resumen del análisis de la madurez de la función mantenimiento	82
18.	Etapas para elaborar un instrumento que permita medir los factores	84
19.	Escala de calificaciones del Proceso Jerárquico Analítico	87
20.	Matriz normalizada de la evaluación de los expertos	93
21.	Vector de eigenvalores de la matriz	94
22.	Vector propio principal de los eigenvectores de la matriz	96
23.	Diagrama Causa - Efecto del Factor: Motivación.	111
24.	Diagrama Causa - Efecto del Factor: Capacitación del planificador	112
25.	Diagrama Causa - Efecto del Factor: Capacitación del personal técnico.	113
24.	Modelo de evaluación de calidad de la gestión de mantenimiento	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pag.
1.	Escala de asignaciones de importancia comparativa entre pares	28
2.	Matriz de comparaciones A de tres subindicadores	29
3.	Matriz de comparaciones A de tres subindicadores (pesos)	29
4.	Operacionalización de las variables	54
5.	Datos Significativos de las Turbinas de la Central	69
6.	Distribución de capital humano de Mantenimiento Control e Instrumentación Caruachi por área funcional	76
7.	Resumen de las evaluaciones del Grado de Madurez del Mantenimiento	80
8.	Perfiles del personal evaluador	86
9.	Matriz de comparación de pares	88
10.	Ingeniero Mantto II – 12 años de experiencia	89
11.	Jefe de Sección - 9 años de experiencia	89
12.	Técnico de Mantenimiento IV - 10 años de experiencia	90
13.	Ingeniero de Procesos III- 12 años de experiencia	90
14.	Ingeniero de Mantenimiento III- 8 años de experiencia	90
15.	Ingeniero de Mantenimiento III- 10 años de experiencia	91
16.	Promedio de calificaciones de los pesos de los factores	92
17.	Pesos normalizados de los factores	97
18.	Escala de apreciación para el cuestionario de auditoría	98
19.	Resumen de la evaluación de los factores mediante la auditoría	100
20.	Resumen de la evaluación de los factores normalizados y ordenados de menor a mayor	101
21.	Resumen de la evaluación de los factores (ponderados con el peso)	102
22.	Factores clasificados por la desviación pondera porcentual	104
23.	Factores clasificados en ABC, por la desviación pondera porcentual	108
24.	Factores Clase A	109
25.	Factores clase B	110
26.	Factores clase C	110
27.	Plan de Acciones de Mejora	116

INTRODUCCIÓN

La importancia de la energía eléctrica para el desarrollo de un país, convierte en estratégica todas las empresas relacionadas con su Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización. También, es un servicio continuo y en tiempo real con el usuario, lo que trae como consecuencia que cualquier falla o defecto en este servicio, el cliente final lo perciba instantáneamente. Como consecuencia, el servicio de energía eléctrica debe ser perfecto para no impactar a sus clientes.

Electrificación del Caroní C.A. – EDELCA es una empresa venezolana con la misión de generar el 70% de la Energía Eléctrica para todo el país. EDELCA cuenta con un complejo hidroeléctrico de 3 centrales ubicadas en la parte baja del río Caroní, en el estado Bolívar. A partir del 2007 el estado venezolano a través del decreto presidencial N° 5330 promulgo la creación de la Corporación Eléctrica Nacional, con la intención de unificar a todas las empresas públicas y privadas, dedicadas a la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica. En 2011, EDELCA desaparece como figura jurídica, sin embargo, funcionalmente aún permanece activa como una operadora de CORPOELEC.

La Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”, ubicada en el sector Caruachi, es una de estas centrales y genera alrededor de 2160 MW, con 12 unidades generadoras, con turbinas tipo Kaplan.

La calidad de los productos del mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del producto y la capacidad de la organización para cumplir con los programas de entrega. En general, el equipo que no ha recibido un mantenimiento regular o cuyo mantenimiento ha sido inadecuado fallará periódicamente o experimentará pérdidas de velocidad o una menor precisión. En consecuencia tenderá a generar productos defectuosos y dicho equipo genera procesos fuera de control.

En función de los planteamientos realizados anteriormente, es fácil determinar la importancia que tiene, en el país, los altos niveles de calidad de la generación de la energía eléctrica, lo cual implica que los equipos de producción deben operar dentro de las especificaciones establecidas, que solo se pueden alcanzar mediante acciones oportunas de mantenimiento. El mantenimiento, en este caso, ayuda a los sistemas de producción a cumplir con las metas establecidas, reduciendo al mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la calidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente el producto o servicio.

En EDELCA, una de las unidades organizativas que es responsable de mantener los equipos para generar energía eléctrica, es el Departamento de Control e Instrumentación ubicado en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”. Este departamento detectó a través de su indicador de atención de reportes de anomalías un incremento en las anomalías de los equipos mantenidos durante el año 2010. Es decir, un aumento de los mantenimientos correctivos, clara evidencia de que los mantenimientos preventivos no están cumpliendo con su objetivo. Debido a esta situación, nació la necesidad de evaluar la calidad del mantenimiento con el fin de determinar las causas de esta situación, que podía, a corto plazo, afectar la calidad en la generación de la energía eléctrica.

Esta investigación se realizó en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación de la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” en Caruachi - Venezuela, de la empresa Edelca, filial de la CORPOELEC, y los datos a estudiar sólo fueron los generados entre enero y diciembre de 2010.

Este informe está constituido por 5 capítulos de la siguiente manera: el primer capítulo presenta el **Planteamiento de Problema**, los objetivos, el alcance, la justificación y las limitaciones.

El segundo capítulo es el **Marco Teórico** que abarca los antecedentes de la investigación, el marco teórico, el marco judicial y conceptos básicos del mantenimiento.

El tercer capítulo es el **Marco Metodológico** el cual plantea el tipo de investigación, el nivel de investigación, la población y la muestra, el procedimiento a usar, así como también el código de ética.

El cuarto capítulo trata sobre el **Marco Empresarial** de la empresa Electrificación del Caroní ubicada en Venezuela.

Finalmente, el quinto capítulo muestra los **Análisis y Presentación de los Datos** obtenidos a través del proceso de investigación, además, de las **Conclusiones, Recomendaciones** y las **Referencias Bibliográficas** utilizadas en el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Electrificación del Caroní- EDELCA, es una empresa que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para Venezuela. Su capacidad de generación se aproxima a los 15 mil MW, a través de su Complejo Hidroeléctrico del Bajo Caroní, constituido por las Centrales Hidroeléctricas “Simón Bolívar”, “Antonio José de Sucre”, “Manuel Piar (Proyecto)” y “Francisco de Miranda”. La Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” Caruachi, presentó a principios del 2010, requerimientos de generación de energía eléctrica de 176 MW¹ por unidad generadora en las horas pico de consumo, implicando un uso exigente de la operación continua de las 12 unidades generadoras, así como una continuidad de servicio igual a los años anteriores (meta=3852,93 horas)² y una disponibilidad de las unidades generadoras mayor a las establecidas en años anteriores (2009=92,7%, 2010=94,4%)³, los cuales son requisitos controlados por las unidades de mantenimiento.

Electrificación del Caroní gestiona sus mantenimientos basados en el modelo establecido en la Norma Venezolana Fondonorma ISO 9001:2008. Con la metodología “Planificar – Ejecutar – Controlar - Mejorar” cubren las etapas de planificación, ejecución, control, evaluación y mejora de la gestión de mantenimiento.

¹ Capacidad máxima de generación por unidad generadora =180 MW.

² Datos extraídos del documento Informe de gestión Mensual INF-600-001 División Planta Caruachi junio 2010 y diciembre 2009.

³ Datos extraídos del documento disponibilidad proyectada 2009-2014, MAT-675-005.

El indicador de disponibilidad⁴ es el que mide la disponibilidad de las unidades generadoras. En mayo del 2010 se evidenció un valor de 19.415,53 horas de servicio (meta=3852,93 horas), evidenciando que la gestión está conforme a los requerimientos. Para esta fecha, el Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación Caruachi, registró en su indicador de atención de los reportes de anomalías⁵ un valor de 85,02% (meta=50%) encontrándose dentro de los requerimientos establecidos, para el periodo de gestión de los últimos 12 meses. Sin embargo, cuando se analizó el número de reportes de anomalía que permanecían sin resolver al finalizar cada mes, se observó un aumento progresivo cada mes de los reportes (enero= 17, mayo=31 reportes de anomalías), para el departamento es aceptable manejar 15 reportes de anomalías sin resolver por mes. Sin embargo, el promedio del año es de 24,6 reportes por mes, indicando un aumento de los mantenimientos correctivos y de las averías en los equipos que pueden incidir en la disponibilidad y la continuidad de servicio de la Central Hidroeléctrica.

Como medida preventiva, el departamento realizó un análisis de la causa raíz a través de la metodología de Ishikawa. Según el reporte de acciones preventivas las posibles causas son: debilidad en el uso de las instrucciones de mantenimiento, falta de personal, capacitación del personal, debilidad de los procesos de control, entre otros.

Durante el análisis preliminar, realizado para esta investigación, se observó que hay una ejecución del 100% de los planes de mantenimiento⁶, que la utilización de los

⁴ Indicador de disponibilidad del sistema de generación: Mide en porcentaje el tiempo ponderado por la potencia, en que las unidades están en estado utilizable para la producción de energía eléctrica en un lapso de tiempo determinado. IND-600-001 Rev. 1. (2010).

⁵ Indicador de Atención a reportes de anomalías: Relación entre la cantidad de reportes de anomalías atendidos y la cantidad de reportes de anomalías recibidos, en los últimos doce (12) meses. IND-600-012. Rev. 2. (2010)

⁶ Indicador de Cumplimiento del Programa Anual de Mantenimiento de Equipos, Sistemas e Instalaciones – IND-600-013. Datos obtenidos del informe de gestión mensual del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi de Junio de 2010 (IGM/U-676/junio-2010).

recursos planificados se ha ejecutado según lo establecido en los estándares de mantenimiento (Informes de Mantenimiento INF-600-006). No obstante, los equipos presentan fallas antes de su nueva intervención por mantenimiento preventivo (reportes de anomalías), lo que afecta la efectividad del mantenimiento. Por las razones mencionadas anteriormente, se realizó un estudio que permitió determinar el estado actual de la Calidad del Mantenimiento ejecutado por el Departamento de Control e Instrumentación Caruachi, sirve el mismo como base para la toma de decisiones necesarias para controlar, optimizar y aumentar la disponibilidad y continuidad del servicio de los equipos mantenidos por el departamento.

Si la situación planteada continúa con la misma tendencia de incremento actual, en el corto plazo, se registrará un aumento significativo de los mantenimientos correctivos, trayendo como consecuencia un aumento en los costos y un uso deficiente de los recursos y del tiempo, incidiendo directamente en la calidad del producto, debido a la debilidad en la efectividad del mantenimiento preventivo para cumplir con el objetivo del departamento.

¿Cuál es el grado de madurez en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi con respecto al mantenimiento?

¿Cuáles son los factores que indican en la calidad del mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi?

¿Cuál es el estado actual de la gestión del mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi?

¿Cuáles son los factores incidentes menos productivos en la gestión de mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi?

¿Cuáles son las causas y efectos de la baja efectividad en los factores menos productivos en la gestión de mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi?

¿Cómo se podría evaluar la calidad del mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.

Objetivos Específicos

- Determinar el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación con respecto a la gestión del mantenimiento.
- Elaborar un instrumento que permita medir los factores que afectan la Calidad de la Gestión de Mantenimiento.
- Realizar una evaluación actual de la gestión del mantenimiento en el Departamento Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.
- Realizar el análisis de causa y efecto de los factores menos productivos del proceso de gestión de mantenimiento para plantear posibles acciones correctivas.
- Elaborar el plan de acciones de mejora, que permita reducir el impacto de los factores menos productivos de la Gestión de Mantenimiento, en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.

Alcance

Esta investigación se realizó en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación de la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” en Caruachi - Venezuela, de la empresa Edelca, filial de CORPOELEC, donde mediante auditorías de mantenimiento y herramientas de calidad identificaremos los factores principales que afectan la calidad de los mantenimientos, así como también se plantean algunas acciones para corregir las causas raíces. El estudio llegó hasta la propuesta de un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento, que pueda ser usado por el Departamento en su proceso de mejora continua.

El estudio se limita a los datos correspondientes al lapso de tiempo entre enero y diciembre de 2010.

Justificación

En vista de los altos requerimientos de energía eléctrica en Venezuela, para el 2010, los sistemas de generación de energía eléctrica cobraron mucha importancia por ser un servicio continuo y estratégico para el desarrollo del país; por lo tanto, las metas establecidas de generación de energía eléctrica para la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” fueron exigentes, la disponibilidad de las unidades generadoras fue alta, todo esto para cumplir con las metas de generación establecidas por el cliente, en consecuencia la gestión de mantenimiento debía ser más eficaz, eficiente y efectiva para garantizar la continuidad del servicio. Al evidenciarse, a través de un indicador de gestión, que las fallas en los equipos comenzaron a aumentar progresivamente, se hizo necesario realizar estudios profundos, que permitieron identificar, analizar y corregir la causa raíz de los factores que no estaban permitiendo a la gestión de mantenimiento ser efectiva en su objetivo organizacional.

Limitaciones

A partir del decreto presidencial N° 5.330, de fecha 2 de mayo de 2007, mediante el cual se dictó “Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico, se promulgó la creación de la CORPOELEC, empresa del estado venezolano que unifica todas las empresas asociadas a la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. En el 2011, Edelca fue absorbida por la CORPOELEC por ser la empresa generadora del 70% de la energía eléctrica consumida en Venezuela. Durante el 2011, se presentó la reestructuración de la empresa y en el 2013 fue intervenida la empresa por una Junta Interventora, por ende, este estudio se vio limitado o modificado su alcance, en función de los cambios que se dieron en la organización, como obsolescencia de documentos, obsolescencia parcial del modelo de gestión de mantenimiento, cambio de las plataformas ofimáticas de gestión de mantenimiento, obsolescencia de los indicadores de gestión, cambios en la estructura funcional, cambios de personal, entre otros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

- Amarista (2009). Evaluación de la gestión de mantenimiento en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” en base a las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial.

Resumen del autor: El estudio tiene como propósito la Evaluación de la Gestión de Mantenimiento en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” para dar respuesta a las propuestas del Comité de Adecuación de la Dirección de Producción de revisar y evaluar la organización de EDELCA y todos los procesos de las unidades adscritas; con el fin de responder con mayor eficacia a los requerimientos de disponibilidad del Sistema Eléctrico Nacional, ante las estimaciones de déficit del suministro de energía eléctrica, de los próximos cinco años. En el trabajo se planteó como objetivo general evaluar la situación actual de la gestión de mantenimiento en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” aplicando un diagnóstico en base a las mejores prácticas del mantenimiento de clase mundial.

Resumen: El autor planteó en este estudio una evaluación de la gestión del mantenimiento de la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”, a través de la aplicación de una encuesta a una población delimitada por los empleados con mayor experiencia en el área de mantenimiento. Esta encuesta estaba basada en las mejores prácticas de clase mundial, avaladas por el reconocido autor Lourival Tavares (presidente del comité panamericano de ingeniería de mantenimiento, 2003). El alcance del estudio abarcó la División de Planta Caruachi, incluyendo el Departamento de

Mantenimiento de Control e Instrumentación, sirviendo de base referencial para la realización del presente estudio.

- Malave (2008). Proponer la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), para los sistemas de enfriamiento de los transformadores de excitación, en las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica Caruachi.

Resumen del autor: En este trabajo se presenta una propuesta para mantener en condiciones estables y confiables de los sistemas de enfriamiento de los transformadores de excitación, utilizando la Metodología Centrada en la Confiabilidad (MCC).

Resumen: Esta investigación propone el uso de un modelo de mantenimiento centrado en la confiabilidad, con la intención de establecer un nuevo patrón para la planificación del mantenimiento, que evidencie una mejora en la calidad del mismo, lo cual implica, una mejora en la confiabilidad del equipo y un ahorro significativo en los costos de la empresa, debido al nivel de profundidad y análisis que se debe dar para poder desarrollar exitosamente un mantenimiento centrado en confiabilidad. El Análisis de Modos y Efectos de Fallos – AMEF, es la herramienta principal donde se soporta este tipo de mantenimiento, y tiene como principio plantear los diferentes escenarios de fallas, y sus efectos en el equipo y en la producción, permitiendo crear un plan de mantenimiento adaptado a cada pieza del equipo, según sea su necesidad; evitándose intervenciones prematuras o tardías que puedan afectar negativamente el equipo.

- Espinosa, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento.

Resumen del autor: El propósito de la Auditoría para la Efectividad del Mantenimiento es determinar dónde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y dónde quedan

áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos. Este instrumento provee una visión de la estructura, relaciones, procedimientos y personal, relativo a una buena práctica del mantenimiento. Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión del mantenimiento.

Resumen: Esta investigación realizada en la Universidad de Talca, Chile, presenta una metodología sistematizada para realizar un diagnóstico de la efectividad del mantenimiento. El instrumento para realizar la auditoría es un cuestionario que evalúa 5 factores importantes en la gestión de mantenimiento para la empresa estudiada, los cuales, son: Criticidad de las rutas de inspección, manejo de la información sobre equipos, estado del mantenimiento actual, antecedentes de costos de mantención y efectividad de la mantención actual. Esta investigación permitió usarla como base para realizar el diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento, en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi; y luego se evaluó su instrumento de recolección de datos es verificar si era apto para realizar la evaluación de mantenimiento periódico en el Departamento.

Bases Teóricas

Vínculo del Mantenimiento con la Calidad del Producto

Duffuaa et al (2009) expresa que:

El mantenimiento es un sistema que opera en paralelo con la función de producción. La principal salida de la producción es el producto deseado con cierto nivel de la calidad, que es definida por el cliente. Conforme continúa el proceso de producción, se genera una salida secundaria, a saber, la demanda de mantenimiento, que es una entrada al proceso de mantenimiento.

La salida del mantenimiento es un equipo en condiciones de dar servicio. Un equipo con un buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una entrada secundaria a la producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción, al aumentar la capacidad y controlar la calidad y la cantidad de la salida. La relación y los enlaces entre producción, calidad y mantenimiento se ilustran en la figura N° 1. (279).

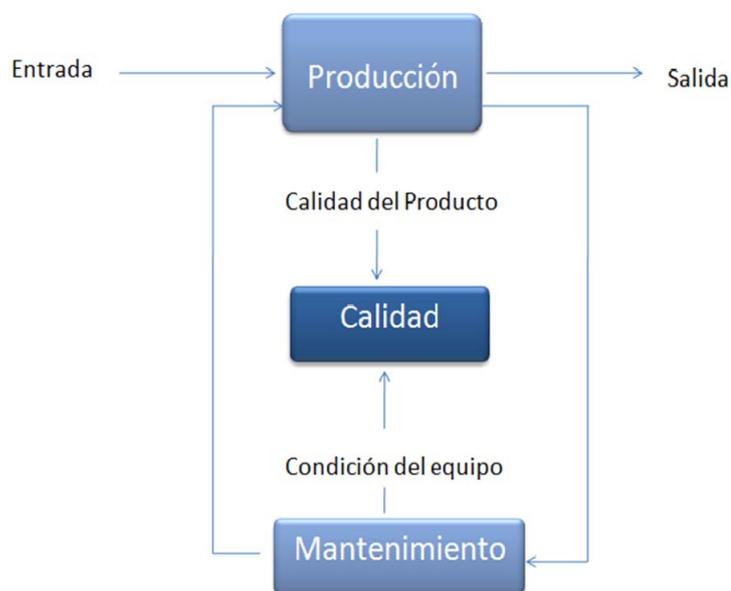


Figura N° 1 Relaciones entre producción, calidad y mantenimiento.
[Fuente: Duffuaa et al (2009)]

La Calidad en el Mantenimiento

Según Garrido (2009):

La calidad en la fabricación de tornillos tiene un significado sencillo de entender. Significa fabricar tornillos que alcancen las especificaciones marcadas a un coste que permita obtener el beneficio deseado a la empresa que los produce. Cuando se habla de Calidad en el servicio que presta un restaurante se refiere a la satisfacción que provoca en el cliente el conjunto de alimentos y servicios disfrutados (decoración, amabilidad, etc.) en relación al

dinero pagado, o dicho de otra forma, al cumplimiento de las expectativas del cliente en lo que recibe en relación a lo que tiene que abonar por ello.

Cuando se habla de Calidad o de Excelencia en mantenimiento, es conveniente definir con exactitud a que se está refiriendo. Por Calidad en Mantenimiento se debe entender lo siguiente: "Máxima disponibilidad al mínimo coste".

Si desmenuzan este ambicioso objetivo en pequeñas metas menores, se encuentra que la Máxima Disponibilidad al Mínimo Coste significa, entre otras cosas:

1. Que se dispone de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.
2. Que la mano de obra esté suficientemente cualificada para acometer las tareas que sea necesario llevar a cabo.
3. Que el rendimiento de dicha mano de obra sea lo más alto posible.
4. Que se dispone de los útiles y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender.
5. Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan los requisitos necesarios.
6. Que el dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible.
7. Que se disponga de los métodos de trabajo más adecuados para acometer las tareas de mantenimiento.
8. Que las reparaciones que se efectúen sean fiables. Es decir, no vuelvan a producirse en un largo periodo de tiempo.
9. Que las paradas que se produzcan en los equipos, como consecuencia de averías o intervenciones programadas, no afecten el Plan de Producción y; por tanto, no afecten los clientes (externos o internos).

10. Que se disponga de información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que permita tomar decisiones.

Más allá de la ISO 9000

En un foro de gestión de mantenimiento Garrido (2006) establece lo siguiente,

Se define como sistema de gestión de calidad al conjunto de acciones que realizamos para asegurar que los productos o servicios de la empresa satisfacen a los clientes, que la actividad empresarial es beneficiosa para los intereses de los accionistas y que el personal que trabaja en ella se siente comprometido y realizado profesionalmente. Se puede decir, pues, que un sistema de aseguramiento de la calidad debe conseguir que la actividad de la empresa satisfaga a clientes, accionistas y trabajadores de la misma.

En un intento por diferenciar las empresas con estas inquietudes del resto, la International Standard Organization (ISO) puso en marcha, en la década de los 80 una serie de normas de gestión (la serie 9000) aplicables a cualquier empresa. De manera que, si tras una auditoría se comprobaba que la empresa en cuestión seguía esas normas generales de gestión obtenía una acreditación que la diferenciaba del resto, y que garantizaba la calidad en la gestión y el compromiso con sus clientes.

Por desgracia, la realidad ha demostrado que la aplicación de estas normas no tiene por qué provocar la satisfacción de clientes, accionistas y/o trabajadores. Con la obtención de la acreditación ISO 9000 no se persigue en la mayoría de los casos, la excelencia en la gestión, sino simplemente un argumento comercial. ISO 9000 se ha convertido, pues, en una pura cuestión de imagen.

En la industria, en general, la competencia y la continua reducción de costes hacen que la gestión eficaz no sea una cuestión de imagen, sino de supervivencia. Por ello, con independencia de que se quiera certificar la gestión de acuerdo al estándar ISO 9000, se debe gestionar con eficacia, se debe perseguir la excelencia en la gestión. Dicho de otra forma: cada área de la planta debe estar gestionada de la mejor manera posible.

Auditorías de Mantenimiento

Realizar una Auditoría de Mantenimiento no es otra cosa que comprobar CÓMO se gestiona cada uno de los 10 puntos indicados anteriormente (La Calidad en el Mantenimiento). El objetivo que se persigue al realizar una Auditoría no es juzgar al responsable del mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es crucificarle: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados. (Garrido, 2009, [6])

¿Para qué Sirve una Auditoría de Mantenimiento?

Según SGS Tecnos (2007), una auditoría de mantenimiento permite:

- Verificar el estado de mantenimiento de las instalaciones, de acuerdo a las prescripciones aplicables.
- Informar, al titular, de las anomalías y puntos débiles detectados en el mantenimiento.
- Establecer un plan de acción para corregir las deficiencias, asesorando en la fase de mejoras.

Tipos de Auditoría de Mantenimiento

Auditoría técnica.

Garrido (2009) plantea que éstas “tratan de determinar el estado de una instalación”. (6), determinan si el equipo o instalación se encuentran en las condiciones físicas y funcionales correctas para cumplir con el objetivo para el cual fueron diseñados.

Auditoría de gestión.

Garrido (2009) lo define como “tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar”. (7)

El presente estudio se basará en auditoría de gestión.

Técnicas de Auditorías Aplicadas Hoy en Día

El Consultor de mantenimiento Tavares (2008) explica las técnicas de auditoría como se muestra a continuación:

Gráfico radar.

El tradicional método del gráfico de radar (ver figura N° 2), es hoy día, aplicado para “escuchar” a la gente que trabaja en planta, o sea, los Operarios y los Mantenedores, que por estar, en el día a día, en contacto con los equipos, los procesos, la jefatura y los procedimientos, pueden apuntar con mucha propiedad dónde es necesario aplicar ajustes, buscando mejorar la eficiencia, optimizar la logística, ahorrar energía, mejorar el tratamiento de los desechos, aplicar acciones para mejorar la seguridad industrial e implementar o mejorar las técnicas de aumento de la autoestima.

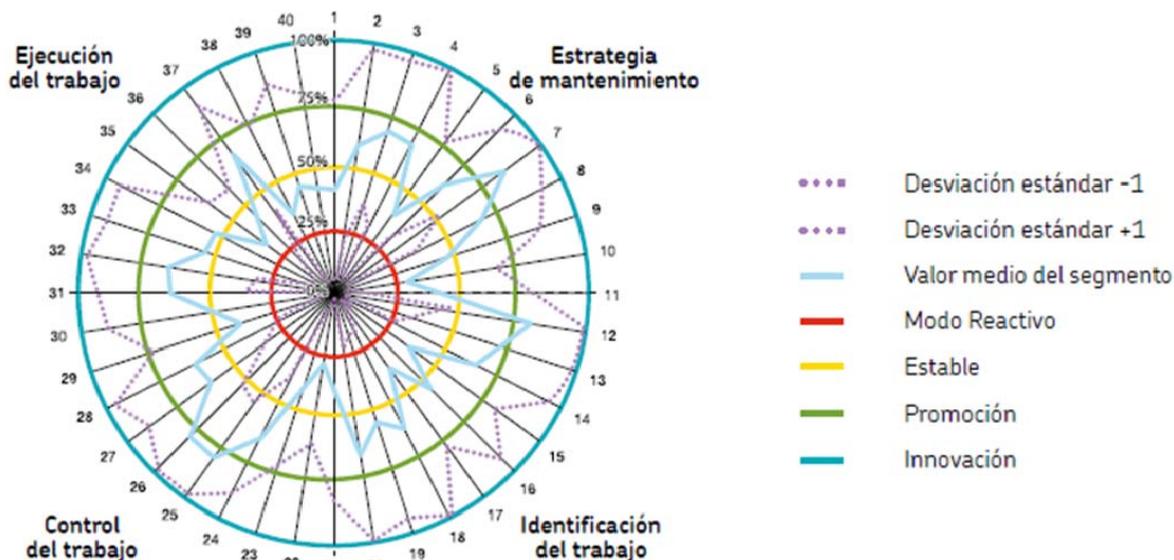


Figura Nº 2 Ejemplo de Gráfico de radar.
[Fuente: SFK (2007)]

Cuestionario.

Esta técnica se recomienda aplicar a la jefatura a nivel operacional o sea a los Maestros, Supervisores y Jefes de Sectores. Pudiéndose también ser extendido al personal de nivel supervisor en las plantas (Ingenieros, Arquitectos, Químicos, Geólogos, Administradores, Abogados, entre otros).

En el cuestionario también son formuladas preguntas para la alta gestión de la planta, asociadas con sus métodos relacionados con la función mantenimiento.

Es importante señalar que, algunas de estas preguntas podrán mostrar los puntos donde existen paradigmas a romper, lo cual forma parte de uno de los nuevos enfoques definidos por los consultores Joel Barker y Peter Drucker.

Base de datos.

La adecuada estructuración de la base de datos es fundamental para poder generar los informes de gestión y, en consecuencia, evaluar la situación actual de la

empresa y efectuar, cuando es necesario, la investigación de las causas y consecuencias de ocurrencias, tanto bajo el aspecto técnico como funcional y administrativo.

Son once (11) los archivos los que componen una base de datos de un sistema de gestión de mantenimiento:

1. Catastro de equipos
2. Material aplicado al mantenimiento
3. Recomendaciones de seguridad
4. Instrucciones de mantenimiento
5. Plan maestro de mantenimiento
6. Órdenes de trabajo
7. Recolección de datos de mano de obra utilizada en los mantenimientos
8. Recolección de datos de material aplicado
9. Mano de obra disponible
10. Pérdida de producción e indisponibilidad
11. Registro de mediciones

Indicadores.

Éstos son normalmente un punto débil en el proceso de evaluación de las empresas; toda vez que, es común no encontrarlos o se tiene en muy poca cantidad y normalmente: no son los más importantes; se usan para cuestiones administrativas y no para mejorar la gestión. Tampoco es muy practicado el análisis de sus resultados ni tampoco la comparación con otras empresas del mismo tipo de actividad o de otras actividades. Esto genera la necesidad de definir y seleccionar 12 o 15 indicadores y levantar datos para poder calcularlos. Sin embargo es muy importante que se aplique pues es necesario medir el punto donde se está para evaluar si logra mejorar o no nuestros valores.

Rompiendo paradigmas.

Es identificar las condiciones operativas de los equipos, obras e instalaciones, los procedimientos utilizados, los criterios aplicados, las rutinas utilizadas, que pueden ser optimizadas o eliminadas, por no estar agregando valores o por estar agregando gastos innecesarios.

El trabajo de reconocimiento de paradigmas, que pueden ser optimizados, es uno de los que más exige experiencia en un proceso de auditoría y está sujeto a la percepción de los que se ve y de lo que se escucha durante el proceso, siendo común que algunos de sus paradigmas sean presentados durante la aplicación del cuestionario, de acuerdo a lo señalado anteriormente.

Grado de madurez.

Proyecto adaptado de la propuesta de Tompkins de Tompkins associates, citado Tavares (2008), donde utilizando un lenguaje simple y objetivo son presentados siete pilares, indicados secuencialmente, cada uno de los 5 niveles, donde el gerente de la empresa identifica, de forma sincera y espontánea, con el apoyo del Consultor, la posición de su empresa según su visión, siendo que esta información, a criterio de la Gerencia, será puesta en separado si se considera como confidencial. Estos 7 niveles son:

1. Actitud de la gestión corporativa de la planta
2. Estado organizacional del mantenimiento
3. Porcentaje de pérdida de recursos debido al mantenimiento
4. Solución de problemas de mantenimiento
5. Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento
6. Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones
7. Resumen de la posición de mantenimiento en la compañía

Evaluación de la tecnología del mantenimiento.

La posición de la empresa en la “evolución tecnológica del mantenimiento”. Es un proyecto propuesto por HSB Reliability Technologies, citado por Tavares (2008), donde son presentados seis escalones de desarrollo de las empresas bajo el aspecto de utilización de tecnologías de gestión desde la más básica hasta la más avanzada tomando en consideración la nueva condición del mantenimiento como función estratégica para el negocio y que, en consecuencia es una generadora de utilidades.

Los seis escalones evaluados son:

Básico.

Se identifican los equipos, se definen las tareas para las intervenciones programadas, se definen las recomendaciones de seguridad, se establecen los programas de mantenimiento, se definen y generan los órdenes de mantenimiento, se definen e implementan los mecanismos de recolección de datos, de forma simple, completa y eficiente, relacionando los equipos con los respectivos repuestos, entre otros, con estas características se puede obtener 45% de efectividad operacional global para el proceso productivo.

Integrado.

Se involucra a la dirección, y a las demás áreas, en la búsqueda de mayor eficiencia y reducción de costos. Se establecen metas posibles que sean obtenidas por todas las áreas involucradas. Este sistema es, entonces, adecuado correspondiendo con las necesidades de la empresa. Sumando estas características a la anterior se puede obtener 60% de efectividad operacional global para el proceso productivo.

Por condición.

Se efectúa el análisis de la conveniencia de implementar técnicas de predicción, análisis de síntomas y análisis estadísticos, de acuerdo con la importancia y características de cada equipo, en el proceso. Agregando estas características a las

anteriores, se puede obtener un 70% de la efectividad operacional global para el proceso productivo.

Con el apoyo del operador.

Donde se entrena un Operador para desarrollar cinco funciones básicas de mantenimiento (limpieza, medición, lubricación, inspección y pequeños ajustes) según reglas bien elaboradas, que les permita ejecutar sus actividades con eficiencia y seguridad. Sumando estas características a las anteriores, se puede obtener un 80% de efectividad operacional global para el proceso productivo.

Utilizando técnicas de mejoramiento la confiabilidad.

Se implementa la técnica FMEA (análisis de modo de efecto de fallos), con criterios de patrón de investigación de causa raíz de la falla, además del análisis de consecuencia de la falla en el sistema operacional, en el proceso y en el producto, asociando las técnicas de evaluación a los costos de producción, de riesgos de seguridad y medio ambiente, además de la búsqueda de la mejora de las actividades de mantenimiento. Sumando estas características a las anteriores, se puede obtener un 85 % de la efectividad operacional global para el proceso productivo.

Mirando la función de mantenimiento como parte del negocio.

Con la evaluación de los riesgos, de cada etapa del proceso productivo, la aplicación de la teoría de la restricciones en la investigación del elemento que se convierte en el cuello de botella y el análisis de criterios para mejorar su eficiencia o ampliar su capacidad. Sumando estas características a las anteriores, se puede obtener 90% de la efectividad operacional global para el proceso productivo.

Principales Factores en el Esquema de Calificaciones de Auditoría

Duffuaa et al (2009) plantea que los principales factores que influyen en la productividad del mantenimiento, y que sirven de base para el programa de auditoría de mantenimiento, son los siguientes:

Organización y personal.

Las organizaciones se diseñan para facilitar la ejecución de los planes de mantenimiento. Explican detalladamente las responsabilidades, la cadena de mando y el tramo de control. El flujo de información y la habilidad para llevar a cabo los planes especificados están fuertemente afectados por la estructura de la organización. La importancia de este factor surge de la necesidad de contar con una estructura organizacional bien diseñada y un tramo de control eficaz. La necesidad de descripciones de puestos adecuadas y un organigrama se reconocerán durante el proceso de calificaciones de cada factor.

Productividad de mano de obra.

La productividad de la mano de obra se define como la proporción de las horas estándar de trabajo sobre el número real de horas trabajadas. Este factor se centra en la productividad de los trabajadores. En el proceso de calificación de este factor, la gerencia puede identificar a los trabajadores con baja productividad y establecer las razones de la misma. Puede requerirse capacitación o trabajadores altamente calificados para mejorar la productividad del sistema de mantenimiento.

Capacitación del planificador.

Este factor evalúa la necesidad de una capacitación gerencial, especialmente en estándares de trabajo, herramientas de plantación y técnicas para mejorar la productividad.

Capacitación del planificador.

Una planificación y programación correctas de los trabajos de mantenimiento tienen un gran impacto en la productividad de un sistema de mantenimiento. El planificador desempeña una función importante en la plantación y programación de los trabajos de mantenimiento, por lo cual debe capacitarse adecuadamente.

Capacitación de los técnicos.

La capacitación es una importante función de apoyo para el sistema de mantenimiento. Este factor tiene un impacto directo en la organización y en el personal. Se debe establecer un programa de capacitación bien definido para cada trabajador. El programa deberá actualizarse cada año para reflejar las necesidades de la organización.

Motivación.

La productividad del sistema de mantenimiento depende grandemente de la fuerza laboral. La productividad y la calidad en el desempeño de un individuo se ven afectadas por su estado de ánimo. En consecuencia, un elevado estado de ánimo y la motivación son importantes para mejorar la productividad. Al examinar este factor deben investigarse aspectos como la tasa de rotación y la seguridad en el trabajo.

Administración y control del presupuesto.

En este factor se consideran aspectos como la necesidad de informes para el control del presupuesto y el funcionamiento del equipo. Los informes de tiempo muerto del equipo y trabajos pendientes son buenos indicadores de eficacia de un sistema de mantenimiento.

Planeación y programación de las órdenes de trabajo.

El sistema de órdenes de trabajo es el corazón de cualquier sistema de control de mantenimiento, y es una herramienta necesaria para la planeación y programación eficaces. Este factor hace énfasis en la necesidad de órdenes de trabajo escritas y la plantación y programación correctas de los trabajos. La planeación y la programación son la columna vertebral de cualquier sistema de mantenimiento. Además, este factor considera la calidad de los trabajos de mantenimiento.

Instalaciones.

Este factor considera el efecto de una distribución de planta apropiada en los talleres de mantenimiento, y un buen arreglo y cuidado sobre la productividad de un

sistema de mantenimiento. También, se encarga de la disponibilidad de las herramientas y equipos necesarios.

Control de almacenes, materiales y herramientas.

Este factor se encarga de los procedimientos para el control del inventario y las herramientas. Hace énfasis en la necesidad del sistema de inventarios actualizado y de políticas y procedimientos claros para la administración de las herramientas. La disponibilidad de refacciones y la administración de las existencias para trabajo son esenciales en un sistema de mantenimiento productivo.

Mantenimiento preventivo e historias del equipo.

El mantenimiento preventivo es un elemento importante de cualquier estrategia de mantenimiento. Es la acción que se emprende para prevenir las fallas y proporcionar los medios para controlar el tiempo muerto y la planeación y programación del mantenimiento. Los datos históricos sobre las fallas del equipo son la columna vertebral de cualquier mantenimiento preventivo basado en las estadísticas. Este factor se refleja fuertemente en la capacidad del mantenimiento para impedir fallas inesperadas. La calificación de este factor identificará la necesidad de mejorar el programa de mantenimiento preventivo.

Ingeniería y monitoreo de las condiciones.

Este factor hace énfasis en la necesidad de emplear rutinas de diagnóstico y establecer un programa de mantenimiento basado en las condiciones (MBC), que es esencial para el mantenimiento predictivo.

Medición del trabajo e incentivos.

Este factor se ocupa del establecimiento de tiempos estándar para los trabajos típicos. Los tiempos estándar son esenciales para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. Además, pueden utilizarse para evaluar la productividad. La calificación

de este factor identificará la necesidad de establecer tiempos estándar de mantenimiento o revisar y actualizar los existentes.

Sistema de información.

Un sistema de información es una herramienta para una administración y control adecuados. Debe diseñarse de tal manera que satisfaga los requerimientos de la administración del mantenimiento. Tiene un impacto significativo en el sistema de mantenimiento. Deberá contener todos los subsistemas necesarios que proporcionen información sobre equipo, carga de trabajo y control de refacciones, además de un sistema de informes oportunos.

Métodos para Determinar el Peso de los Factores

Una alta calificación de los catorce factores anteriores es necesaria para un sistema de mantenimiento productivo, explica Duffuaa et al (2009). Un factor deficiente o uno con una baja calificación reducirá la eficacia global del sistema de mantenimiento, la contribución de todos los factores en la productividad del mantenimiento no es igual. Algunos factores contribuyen más que otros a la productividad del sistema de mantenimiento. Para obtener una calificación global que combine todos los factores en una sola medida de productividad, es necesario un peso para cada factor. A continuación se presenta una metodología para evaluar el peso de cada factor.

Un problema clásico en la teoría de las decisiones es la determinación de los pesos para un conjunto de factores u objetivos que contribuyen a una meta común. La necesidad surge en dos situaciones. La primera es cuando se requiere un juicio acerca de la importancia de un factor para un proceso. La segunda es cuando se necesita la combinación de varios objetivos. Existen varios métodos científicos para resolver esta situación:

La comparación por pares es un método común para asignar factores de peso u ordenamiento. Después se puede emplear un procedimiento de suma para obtener un

peso para cada factor. El diagrama de procedencia de Moody es un ejemplo de dicho método, en donde se utiliza la comparación por pares y se suma para obtener calificaciones o lugares para los factores. Otro método para asignar pesos es el método de Delphi, en donde se encuesta a un grupo de expertos y se emplea una técnica interactiva para obtener calificaciones o pesos para los factores bajo consideración.

Un método bastante conocido para la determinación de pesos, y que está ganando popularidad, es el proceso jerárquico analítico (PJA). El peso deberá reflejar la contribución de cada factor en el sistema de mantenimiento. En este método se requiere una matriz de comparación por pares de los factores.

Descripción del Proceso Jerárquico Analítico (PJA)

El proceso analítico jerárquico facilita el análisis multicriterio basado en importancias relativas. Es una técnica útil para asignar los factores de participación o importancia de los componentes de un indicador de una manera más rigurosa que la directa apreciación utilizando el “el juicio” o “sentimiento” de los expertos (Hyman 1998).

El PJA es una técnica bastante usada para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty 2006). Permite la descomposición de un problema en una jerarquía y asegura que tanto los aspectos cualitativos como los cuantitativos de un problema sean incorporados en el proceso de evaluación, durante la cual la opinión es extraída sistemáticamente por medio de comparaciones entre pares. El PJA es una metodología de decisión compensatoria porque las alternativas que son eficientes con respecto a uno o más objetivos pueden compensarse mediante su desempeño con respecto a otros objetivos. El PJA permite la aplicación de datos, experiencia, conocimiento, e intuición de una forma lógica y profunda dentro de una jerarquía como un todo.

El núcleo del PJA es una comparación de atributos entre pares ordinales; subindicadores en este contexto, en los cuales enunciados de preferencia son identificados. Para un objetivo dado, las comparaciones son realizadas por pares de

subindicadores, primero planteando la pregunta “¿Cuál de los dos es el más importantes?” y segundo “¿Por cuánto?”. La fortaleza de la preferencia es expresada en una escala semántica de 1 al 9, lo que permite la medida dentro del mismo orden de magnitud. La preferencia de 1 indica igualdad entre dos subindicadores mientras que una preferencia de 9 indica que un subindicador es 9 veces más grande o más importante que aquel con el que es comparado. En la tabla N° 1 propuesta por Saaty (2006), ilustra los puntajes utilizados para la asignación de importancias o preferencia relativas por parejas de indicadores, teniendo como referencia qué tanto, en forma comparativa, cada indicador refleja el aspecto que se desea representar.

Tabla 1 Escala de asignaciones de importancia comparativa entre pares

1	<ul style="list-style-type: none"> • Igual importancia • Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia débil del uno sobre el otro • La experiencia y el juicio favorecen ligeramente una actividad sobre otra.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia esencial o fuerte • La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una sobre la otra.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia demostrada • Una actividad está favorecida fuertemente y su dominio se demuestra en la práctica.
9	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia absoluta • La evidencia favorece a una actividad sobre la otra, es del más alto orden posible de afirmación.
2, 4, 6, 8	<ul style="list-style-type: none"> • Valores intermedios • Cuando se necesita un compromiso.

[Fuente: Saaty (2006)]

De esta forma las comparaciones están siendo realizadas entre pares de subindicadores donde la percepción es lo suficiente significativa para hacer una distinción. Estas comparaciones resultan en una matriz A de comparaciones donde

$$A_{ii} = 1$$

Ecuación 1

$$A_{ij} = \frac{1}{A_{ji}}$$

Ecuación 2

En la tabla N° 2 de comparaciones se puede observar con más facilidad lo indicado.

Tabla 2 Matriz de comparaciones A de tres subindicadores

Objetivo	Indicador A	Indicador B	Indicador C
Indicador A	1	3	1
Indicador B	1/3	1	1/5
Indicador C	1	5	1

[Fuente: Saaty (2006)]

Lo que se observa la Matriz de comparaciones A, es que el indicador A es tres veces más importantes que el indicador B, y consecuentemente el indicador B tiene un tercio de la importancia del indicador A. cada juicio refleja, en la realidad, la percepción de la relación de las contribuciones relativas de los indicadores al objetivo total que se valora como se muestra en la tabla N° 3.

Tabla 3 Matriz de comparaciones A de tres subindicadores (pesos)

Objetivo	Indicador A	Indicador B	Indicador C
Indicador A	wA/wA	wA/wB	wA/wC
Indicador B	wB/wA	wB/wB	wB/wC
Indicador C	wC/wA	wC/wB	wC/wC

[Fuente: Saaty (2006)]

Los pesos relativos de los subindicadores son calculados usando una técnica de vectores propios. Una de las ventajas de este método es que es capaz de verificar la consistencia de la matriz de comparación a través del cálculo de los propios (eigenvalues).

El PJA tolera la inconsistencia a través de la cantidad de redundancia. Para una matriz de tamaño $n \times n$ sólo comparaciones $n-1$ son requeridas para establecer pesos para los indicadores n . el números real de comparaciones realizadas en el PJA es $n(n-1)/2$. Esta redundancia es una característica útil como lo es, en forma análoga, la estimación de un número como resultados de obtener el promedio de repetidas observaciones. Esto conduce resulta en un conjunto de pesos que son menos sensitivos a errores de juicio. Además, esta redundancia permite la medición de los errores de juicio al dar medios para calcular una relación de consistencia.

De acuerdo con la técnica PJA la relación de consistencia CR es el cociente entre el índice de consistencia CI de una matriz de comparaciones dada y el valor del mismo índice para una matriz de comparaciones generada aleatoriamente, como se expresa a continuación.

$$CR = \frac{CI}{CI_{randoms}} \leq 0.1$$

Ecuación 3

Donde

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ecuación 4

El termino λ_{max} es el mayor valor propio positivo de la matriz de comparaciones pairwise.

Hyman (2003), indica que la consistencia es suficiente si CR es menor o igual a 0.10. En caso contrario se debe revisar los elementos de la matriz de comparaciones con el ánimo de mejorar su consistencia. Una vez obtenida una consistencia aceptable se procede a calcular el vector propio principal y normalizarlo, así se determinan los valores ajustados de los pesos o factores de participación.

La Gestión Perfecta de Mantenimiento

Garrido (2006) en el foro de gestión de mantenimiento, explica la gestión perfecta partiendo de ¿Pero cómo es esa gestión perfecta, ideal? ¿Es posible definir cómo debería ser un sistema perfecto de gestión? Desde luego es posible tratar de marcar directrices de lo que debería ser una gestión ideal o excelente, lo que se podría definir como una gestión de clase mundial. Una vez definida, no se tendrá más que comparar esa gestión ideal con la que se lleva a cabo en una planta concreta, y determinar así si cada uno de los pequeños aspectos en que puede dividirse la gestión de la planta está gestionado de la mejor forma posible. Todos aquellos puntos que se aparten de esa gestión excelente serán puntos de mejora.

El esquema que se propone, para definir esa gestión ideal o de clase mundial y para comparar posteriormente esa gestión ideal del mantenimiento con la que se realiza en una planta concreta, es el siguiente:

- Determinar los objetivos clave que se deben alcanzarse.
- Determinar los factores que afectan al cumplimiento de esos objetivos.
- Fijar un estándar de excelencia: cómo debería ser la gestión ideal de cada uno de esos factores.
- Comprobar la situación de cada uno de esos factores, elaborando y contestando un cuestionario que permite detectar dónde la gestión es acertada y dónde no lo es.

Se comienza, pues, por identificar los cinco objetivos clave en el área de mantenimiento:

- El mantenimiento que se realice debe asegurar una vida útil para toda la central y para cada uno de sus elementos lo más larga posible.
- La disponibilidad de la planta debe alcanzar al menos el valor determinado como objetivo.
- La capacidad de producción debe alcanzar al menos el valor determinado como objetivo.
- El consumo de materias primas y otros recursos no debe superar un máximo determinado.
- Todo lo anterior (vida útil, disponibilidad, capacidad y consumo de materias primas) debe alcanzarse al coste más bajo posible.

Se verán ahora los factores que influyen en la consecución de esos objetivos, y se establece la situación ideal para cada uno de ellos.

Personal.

Organización.

El organigrama del área de mantenimiento debe garantizar el mínimo tiempo de respuesta desde que se detecta un problema hasta que se interviene en él, y desde ese momento hasta la resolución total del problema; que no se depende en exceso de personas concretas (nivel de imprescindibilidad); que existe personal para realizar el mantenimiento programado incluso ante una carga inesperada de mantenimiento correctivo; y que la cantidad de horas extraordinarias generadas no superará el máximo legal permitido.

Formación.

Igual que en el caso del área de operaciones, debe exigirse al personal que tenga una formación previa a la incorporación adecuada; que reciba una formación

inicial que le permita desarrollar su trabajo con total garantía; y que reciba una formación continua para mejorar sus conocimientos tanto del área de mantenimiento como de otras áreas.

Polivalencia.

Un mantenimiento ideal es aquel en el que su personal es totalmente polivalente, tanto en lo referente a las diferentes especialidades del área de mantenimiento (mecánica, electricidad, instrumentación, etc.) como en lo referente a otras áreas (operación, control químico, seguridad, etc.)

Rendimiento.

El área de mantenimiento está gestionada, de forma excelente, si se dedica el mínimo tiempo posible a tareas improductivas, definiendo como tales todas aquellas que no suponen la intervención directa en un equipo. El hecho de que sean consideradas tareas improductivas no quiere decir que no sean necesarias; únicamente quiere decir que es posible optimizar la cantidad de tiempo que se les dedica. Las tareas improductivas más habituales son los traslados internos en la planta, el tiempo de diagnóstico, la preparación de materiales y herramientas, los tiempos muertos por razones burocráticas (permisos, etc), retrasos en la entrada, tiempos adicionales de descanso, etc. El rendimiento también está relacionado con la proporción entre el tiempo empleado realmente en la realización de una orden de trabajo y el tiempo teórico que debería tardarse en realizarla. Un mantenimiento excelente tiene altos valores de rendimiento del personal.

Clima laboral.

Como se ha dicho al estudiar el área de operaciones, es un factor muy importante que afecta a la consecución de los objetivos clave de mantenimiento.

Medios técnicos.

Sistemas de comunicación.

Deben permitir una buena comunicación interna entre el personal del área de mantenimiento, entre mantenimiento y otras áreas, y entre mantenimiento y el exterior (proveedores, contratistas).

Medios de transporte de personas.

Deben garantizar que los tiempos muertos para los desplazamientos internos son los más bajos posibles.

Transporte de materiales.

Debe contarse con los medios suficientes para elevarlos y trasladarlos, lo que incluye puentes grúa, polipastos, diferenciales, carretillas elevadoras, furgonetas, etc.

Herramientas disponibles.

Debe asegurarse que se cuenta con todo lo necesario en las diferentes subáreas del mantenimiento (herramientas para trabajos mecánicos, eléctricos, de instrumentación, trabajos de taller, para mantenimiento predictivo, etc.).

Taller de mantenimiento.

Debe estar limpio y ordenado, y estar situado en el sitio más adecuado.

Plan de mantenimiento.

Una planta industrial debe haber elaborado un plan de mantenimiento que incluya todas las áreas y equipos significativos de la planta, y que incluya una programación detallada de cada una de las tareas que en él se contemplan. Esa programación, además, debe cumplirse. El contenido de este plan debe respetar las instrucciones del fabricante de los diversos equipos, y además, debe estar orientado a evitar los fallos potenciales de la planta y sus consecuencias. Por último, debe

realizarse efectivamente lo que en este plan se dice (un plan de mantenimiento puede ser maravilloso, pero absolutamente ineficaz si no se lleva a cabo).

Organización del mantenimiento correctivo.

Son la proporción entre mantenimiento programado y correctivo, el número de averías repetitivas, el sistema de asignación de prioridades, el número de averías que deben solucionarse de forma urgente, la rapidez en la resolución de averías, el número de averías pendiente y la realización de análisis de fallos. En un departamento de mantenimiento ideal, la proporción entre el mantenimiento programado y el correctivo es tal que la carga de trabajo correctiva no programada no supone más del 20% de las horas/hombre dedicadas al mantenimiento.

El número de averías repetitivas debe ser inferior al 5% del total de órdenes de trabajo correctiva que se generan mensualmente, o dicho de otro modo, las reparaciones que se realizan son fiables. Desde que se comunica una avería hasta la resolución total de ésta, la media del tiempo empleado debe ser inferior a 20 días. Debe estar establecido un sistema para la asignación de prioridades, de manera que se garantice que se van a atender, en primer lugar, aquellas incidencias que tengan mayor repercusión en los resultados de la planta. Además, el número de averías que tengan el mayor nivel de prioridad (averías urgentes) debe ser bajo, menor del 5% del total de órdenes de trabajo correctivas.

En una planta, con una gestión excelente en el área de mantenimiento, el número de averías pendiente es bajo, y está perfectamente justificada la razón por la que todas las averías pendientes no pueden repararse inmediatamente (plazo de entrega de un material, es necesaria la parada de la planta, se va a realizar en conjunto con otras, etc.). Al menos de aquellas averías que han podido afectar la disponibilidad, potencia o consumo de la planta se ha realizado un análisis y se han adoptado medidas para que no vuelvan a producirse.

Procedimientos de mantenimiento.

Es necesario que todas las tareas habituales estén detalladas en procedimientos. Esos procedimientos deben ser claros, y describir paso a paso todo lo que hay que ir haciendo antes, durante y después de la tarea. Además, estos procedimientos deben ser seguidos. Esto es, cuando se realiza una tarea debe seguirse el procedimiento aprobado. Por último, los procedimientos deben ser revisados y actualizados, buscando mejorarlos.

Gestión de la información que se genera en mantenimiento.

En cuanto al uso y tratamiento de órdenes de trabajo, el formato de orden debe ser adecuado: fácil de cumplimentar, sin apartados superfluos o inútiles, y que contengan todos los datos valiosos para su posterior análisis. Posteriormente, estas órdenes deben ser introducidas en el sistema informático, para poder disponer de la información generada en cada orden y para su análisis. En cuanto al sistema de información, debe suponer una baja carga burocrática y debe aportar información útil para la toma de decisiones. Los informes que genera el departamento de mantenimiento deben ser sencillos, claros y aportar información, no datos.

Repuestos y materiales.

Los factores a analizar son la lista de repuestos que se mantiene en stock, el criterio de selección de esta lista, el inventario, el orden y la limpieza del almacén, su ubicación, el almacenamiento y la conservación de las piezas y las comprobaciones que se realizan para saber si alcanzan la calidad adecuada. Una central de ciclo combinado ideal debe haber estudiado los repuestos que es necesario mantener en stock para conseguir y haber elaborado una lista con el repuesto que se considera necesario que mantener en stock. Los criterios para elaborar esa lista deben ser válidos y coherentes. Debe comprobarse periódicamente que lo contenido en esa lista realmente está en el almacén. La lista, además, puede y debe variar con el tiempo, para adaptarse a los resultados que se van obteniendo. El almacén debe estar perfectamente ordenado y limpio, y debe ser fácil localizar cualquier pieza incluso si el

personal habitual del almacén no está presente. Las condiciones de almacenamiento deben ser las correctas para cada pieza. Debe comprobarse que las piezas que hay en el almacén alcanzan las especificaciones, mediante controles efectuados al recibirlos.

Resultados conseguidos.

Los factores más importantes son la disponibilidad, el tiempo medio entre fallos, el número de emergencias, el tiempo medio de reparación, el número de averías repetitivas, el gasto en repuestos y el número de horas/hombre invertido en mantenimiento. En un mantenimiento ideal todos estos parámetros alcanzan un valor óptimo, y además, la evolución en un periodo significativo (un año, por ejemplo), es positiva.

Control de Calidad de los Trabajos de Mantenimiento

El trabajo de mantenimiento difiere del trabajo de producción; ya que, en su mayor parte es un trabajo no repetitivo y tiene mayor variabilidad. En el caso de trabajos no repetitivos y ocasionales no se pueden recopilar suficientes datos para utilizar eficazmente las herramientas de control estadístico de los procesos. En estos casos, es esencial controlar el proceso de mantenimiento mediante el control de sus entradas.

Como se muestra en la figura N° 3, un proceso es una secuencia de pasos que transforman un conjunto de entradas o insumos en un conjunto de salidas o productos; también tiene un mecanismo de retroalimentación. Las principales entradas al proceso de mantenimiento son las siguientes:

- Procedimientos y normas de mantenimiento.
- Personal
- Materiales y refacciones.
- Equipo y herramientas.

Estas entradas son críticas para la calidad del trabajo de mantenimiento. El elemento clave para la calidad del trabajo de mantenimiento es desarrollar normas de calidad para trabajos críticos, no repetitivos. Así, si un trabajo no cumple la norma, se emplea un diagrama de causa y efecto para investigar las causas fundamentales del trabajo que está por debajo de la norma.



Figura N° 3 Un proceso con ciclo de realimentación.
[Fuente: Duffuaa 2009]

Definición de Términos Jurídicos

Las bases legales de esta investigación están constituidas por los soportes legales que a continuación se mencionan y que sirven de referencia:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

TÍTULO VII, relacionados a los DERECHOS ECONÓMICOS DE LA CONSTITUCIÓN de la República Bolivariana de Venezuela, establece en el artículo 117, lo siguiente:

Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la

libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos.

Ley del Sistema Venezolano para la Calidad

Publicada en Gaceta Oficial, con el Nro. 37.657, de fecha 25 de marzo de 2003, en el que se establece en el TÍTULO I, DISPOSICIONES GENERALES; Capítulo I, del Objeto del Ámbito y de las Definiciones; en su Artículo 1, lo siguiente:

Esta ley tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de calidad consagra la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, determinar sus bases políticas, y diseñar el marco legal que regule el Sistema Venezolano para la Calidad. Asimismo, establecer los mecanismos necesarios que permitan garantizar los derechos de las personas a disponer de bienes y servicios de calidad en el país, a través de los subsistemas de Normalización, Metrología, Acreditación, Certificación y Reglamentaciones Técnicas y Ensayos.

Por otro lado, en el Artículo 2, Ordinal 2, establece lo siguiente:

Las disposiciones rectoras del Sistema Venezolano para la Calidad, con miras a sentar las bases para que todos sus integrantes desarrollen sus actividades en pro de la competitividad nacional e internacional de la industria, el comercio, la producción de bienes y la prestación de servicios, así como la satisfacción de consumidores y usuarios.

Definición de Términos Básicos

Auditoría de Mantenimiento

Consiste en la comprobación, por personal ajeno a la actividad, del cumplimiento de las normativas aplicables a cada instalación, que establecen las operaciones que deben ser realizadas en la misma, derivadas de sus parámetros de diseño, funcionamiento, ubicación, entre otros.

Calidad

El conjunto de propiedades o características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades.

Componente

Ingenio esencial al funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física que, conjugado a otro(s), crea(n) el potencial de realizar un trabajo.

Defecto

Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

Equipo

Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

Equipo Clase A

Equipo cuya parada interrumpe el proceso productivo llevando a la pérdida de producción y el cese de la obtención de utilidades.

Equipo Clase B

Equipo que participa del proceso productivo, pero su parada, por algún tiempo no interrumpe la producción.

Equipo Clase C

Equipo que no participa en el proceso productivo.

Falla

Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Inspección

Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuados utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros etc.) o los sentidos humanos y sin provocar indisponibilidad.

Mantenimiento

Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento Correctivo

Es el mantenimiento que se ejecuta a un activo después de ocurrida la falla del mismo, por lo que se debe corregir todos los componentes fallidos en el evento.

Mantenimiento Predictivo

Es aquel mantenimiento que permite hacer una predicción del activo en cuestión, por medio de las técnicas, las cuales se quiera utilizar llámese (análisis de vibraciones, mediciones eléctricas voltaje, amperaje, resistencia, ultrasonidos, medición de espesores, termografías, etc.) y que se les pueda aplicar al activo claro.

Mantenimiento Preventivo

Es el que en base a fechas de calendario se programa un activo para su mantenimiento, las fechas se determinan de tal manera que según las condiciones de operación, permitan que el equipo no alcance un deterioro tal, que falle; y de esta manera prevenir antes de que se presente la falla.

Mantenimiento Proactivo

En este tipo de mantenimiento se conjugan los tres tipos anteriores, pero el distingo es que cuando se hace el correctivo, se busca el por que de la falla y las acciones que se deben toman para evitar incurrir en la misma falla. Al aplicar este tipo de mantenimiento, el preventivo ya no depende de la calendarización exclusivamente; sino de las actuaciones varias para conseguir su optimización de tal forma que se obtengan beneficios para la mejor funcionalidad del activo.

Pieza

Cada una de las partes de un conjunto o de un todo (en este caso equipo).

Prioridad de Emergencia

Mantenimiento que debe ser hecho inmediatamente después de detectada su necesidad.

Prioridad de Urgencia

Mantenimiento que debe ser realizado a la brevedad posible, de preferencia sin pasar las 24 horas, después de detectar su necesidad.

Prioridad Normal

Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

De acuerdo al problema planteado referido al Dpto. de Mantenimiento Control e Instrumentación Caruachi, en la Empresa Edelca y en función de sus objetivos, se incorporó el tipo de investigación denominado *investigación diagnóstica*. Según Balestrini (2006), la misma consiste en una:

Descripción más minuciosa de la situación dada, donde se intenta captar, reconocer y evaluar sobre el terreno, los componentes y las relaciones que se establecen en una situación estudiada, con el propósito de lograr su verdadera comprensión y avanzaren su resolución; para poder determinar o proponer los cambios que dieran lugar. (6)

A partir del pronóstico de la situación o hecho estudiado; y en tal sentido, son de gran valor práctico para resolver el problema. En la atención a esta modalidad de investigación se introdujeron 2 etapas en el estudio, a fin de cubrir con los requisitos involucrados en la investigación diagnóstica. En la primera etapa, se realizó un diagnóstico para evaluar la situación actual del objeto de estudio y en la segunda etapa atendiendo los resultados del diagnóstico, se realizó un análisis para identificar los factores no productivos del mantenimiento que permitieron formular acciones que intentan dar respuesta a la resolución de los problemas que afectan la calidad del mantenimiento.

Diseño de la Investigación

En el marco de la investigación diagnóstica, referido al estudio de la calidad del mantenimiento en el Departamento Mantenimiento Control e Instrumentación, ubicado en Caruachi, Venezuela; Balestrini (2006) define el diseño de la investigación como:

El plan o la estrategia global en el contexto del estudio propuesto, que permite orientar desde el punto de vista técnico y guiar todo el proceso de investigación, desde la recolección de los primeros datos, hasta el análisis e interpretación de los mismos en función de los objetivos definidos en la presente investigación.(134)

Esta investigación se orientó hacia la incorporación de un *diseño de campo*, el cual permitió no solo observar, sino recolectar los datos directamente del ambiente natural, sin alteraciones, profundizando en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de instrumentos; y proporcionándole al investigador una lectura de la realidad del caso de estudio, con una mayor cantidad de conocimientos sobre la misma, para posteriormente analizar e interpretar los resultados de estas indagaciones.

El estudio planteado se adecuó a los objetivos de una investigación *no experimental*, donde no se planteó hipótesis, pero se han definido las variables a estudiar que no fueron manipuladas de manera intencional. El diseño de la investigación en función de su dimensión temporal o del número de momentos donde se va a introducir la recolección de datos, fue de *tipo transaccional descriptivo*, como lo refieren Hernández et al (2010) son los que “tienen como objeto indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o una situación”.

Población y muestra

En la presente investigación la unidad de análisis objeto de la observación o del estudio, fue el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi, de la empresa Edelca, durante el periodo de enero a diciembre de 2010. Todo el departamento constituye la población o universo de estudio para la investigación planteada, y para la cual se generalizarán los resultados encontrados. Balestrini (2006) plantea como población “la totalidad de un conjunto de elementos, seres, u objetos que

se desea investigar y de la cual se estudiará una fracción (la muestra) que se pretende que reúna las mismas características y en igual proporción”. (179)

La población de esta investigación, está conformado por:

- Un (1) departamento,
- Dos (2) secciones
- Dieciocho (18) empleados que laboraron durante el año 2010
- Todos los documentos de la gestión de mantenimiento, así como los registros asociados.
- 52 sistemas o 273 equipos pertenecientes a la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” Caruachi.

Constituyen una población finita, en la medida que está constituida por un número determinado de elementos.

La muestra es, en esencia, un sub grupo de la población. Se dice que es un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Hernández et al, 2010)

Como se indicó anteriormente la población para la investigación es pequeña y finita para el caso de los individuos; por tanto, se tomaron como parte del estudio todos los individuos de la población.

Para el caso de los documentos de la gestión y los registros sólo formaron parte de la muestra los que se encontraban vigentes dentro del periodo del 01 de enero al 31 de diciembre de 2010, donde se aplicó un muestreo aleatorio sin reposición.

En relación con los sistemas y equipos, la selección de la muestra se realizó usando un instrumento que se aplicó al total de empleados dedicados al mantenimiento

para evaluar la criticidad de los mismos según su experticia; y haciendo uso de una herramienta de la calidad como Pareto se determinó la muestra final para el estudio.

Procedimiento

En función de los objetivos definidos para esta investigación, donde se planteo evaluar la calidad de la gestión de mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi; planteado como una investigación diagnóstico, se emplearon una serie de instrumentos y técnicas de recolección de la información, orientadas de manera esencial a alcanzar los fines propuestos. Para cumplir con la estrategia planteada, se debió cumplir 5 fases básicas, la primera está referida a determinar el grado de madurez de la gestión de mantenimiento en el Departamento. La segunda fase contemplo la obtención de los factores que afectan la calidad del mantenimiento, así como la realización del instrumento para realizar el diagnóstico; la tercera fase implicó la realización de un diagnóstico de la calidad del mantenimiento en base a los factores determinados y la cuarta fase estuvo asociada al análisis causal y de efectos de los factores menos productivos para la gestión de mantenimiento. La quinta fase estuvo determinada por la elaboración de un plan de acciones de mejora, que permita lograr una gestión de mantenimiento más productiva. Estas cinco (5) fases, finalmente se fusionaron, para formar el modelo de evaluación de la calidad.

Debido a la naturaleza de la investigación, y en función de los datos que se requirieron, tanto del momento teórico, como del momento metodológico de la investigación, así como, la presentación del trabajo escrito, en primer lugar, se sitúan las técnicas de investigación documental, empleándose para el análisis de las fuentes documentales, que permitieron abordar y desarrollar los requisitos teóricos de la investigación.

Se introduce la técnica de observación directa, no participante y sistemática en la realizada del objeto de estudio, también se emplearon las técnicas de la entrevista y de

cuestionarios con el propósito de interrogar a los empleados que laboran en el área de mantenimiento, directamente involucrados en el mantenimiento.

Técnicas Documentales

Observación documental.

Es la etapa inicial de la investigación, mediante una lectura general de los textos asociados con el tema de estudio, se inició la búsqueda y observación de los hechos planteados por los diferentes autores, para determinar cuáles son los de interés para esta investigación. Una vez examinados de manera general los textos, se realizó una lectura más detallada y rigurosa de los mismos, a fin de captar los planteamientos esenciales y aspectos lógicos de sus contenidos y propuestas, como resultado secundario se obtendrán los datos bibliográficos necesarios para realizar las citas y las referencias bibliográficas.

Presentación resumida.

Balestrini (2006), la define como:

Una técnica que permite dar cuenta, de manera fiel y en síntesis, acerca de las ideas básicas que contienen las obras consultadas. Importa destacar, que la técnica de presentación resumida asume un importante papel, en la construcción de los contenidos teóricos de la investigación; así como lo relativo a los resultados de otras investigaciones que se han realizado en relación al tema y a los antecedentes del mismo. (152)

Análisis crítico.

Esta técnica engloba las dos técnicas anteriores (observación documental, presentación resumida), introduce su evaluación interna, centrada en el desarrollo lógico y la solidez de las ideas seguidas por el autor del mismo (Balestrini, 2006, [152]).

De tal manera que esta técnica fue la de mayor soporte para lo relativo al desarrollo y delimitación del marco teórico de la investigación.

Otras técnicas operacionales para el manejo de fuentes documentales.

Subrayado, fichaje, bibliográficas, de citas y notas de referencias bibliográficas y de ampliación de texto, construcción y presentación de índices, presentación de tablas, figuras y gráficos, presentación del trabajo escrito, entre otras.

Operacionalización de las variables.

Esta técnica consiste en traducir la variable conceptual en una variable indicadora. En otras palabras, se trata de un procedimiento en el cual se traduce el concepto teórico a observables empíricos y; por lo tanto, es de fundamental importancia la congruencia entre ambos, para garantizar la validez. Esta técnica será usada para planificar los instrumentos que permitirán medir o explorar las variables que se estudiarán en esta investigación.

Técnicas de Relaciones Individuales y Grupales

Observación directa, no participativa y sistemática.

Desde la perspectiva que orienta esta investigación, se intentará captar la realidad estudiada, mediante una serie de observaciones directas, no participantes y sistemáticas, efectuadas en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica "Francisco de Miranda", por parte del personal del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi, que permitirán asegurar la constancia y consistencia de los hechos abordados. En un principio, la observación será simple, directa y sin regular, esperando captar los hechos observados de manera espontánea y registrarlos.

Se plantea que la observación en ningún momento será participante, por cuanto, se asumirá el papel de espectador del conjunto de actividades administrativas, de campo, así como, de relaciones laborales que se produzcan diariamente en el Departamento. Con la observación simple, directa y sin regular, se podrá conocer la forma cómo se ejecutan los trabajos, quiénes los realizan, quiénes los supervisan, y el grado de veracidad de los datos que serán suministrados.

Posteriormente, se efectuaron, en diversos momentos, la observación sistemática, llevando un registro de la misma, en relación a la conducta, y los procesos observados en lo relativo a los antecedentes, forma, duración, frecuencia que se producen.

Entrevista.

Definida como un proceso de comunicación verbal recíproca, con el fin último de recoger informaciones a partir de una finalidad previamente establecida. (Balestrini, 2006, [154]).

Dentro de la investigación, esta técnica asumió diversas características, definidas dependiendo del objetivo a alcanzar dentro de cada fase establecida. En un principio, como parte de la fase exploratoria de la misma, la entrevista fue realizada a través de preguntas abiertas, con un orden preciso y lógico; basado en un esquema flexible previamente planificado y relacionado con el tema de estudio y de cumplir con los objetivos planteados. La idea era crear un espacio de diálogo directo, espontáneo y confidencial con respecto al tema planteado.

Para la determinación de los factores que afectan la calidad del mantenimiento, el autor se basó en el marco teórico establecido para tal fin; sin embargo, a través del uso de la entrevista centrada, elaborando un cuadro de preguntas abiertas y cerradas en un orden lógico y focalizando la atención en la experiencia que poseen los sujetos que laboran en el área de mantenimiento, se obtuvo información que permitió diseñar o validar un instrumento de recolección de datos más acertado, como un cuestionario que permite medir los factores de inciden en la calidad del mantenimiento realizado.

El cuestionario, considerado un medio de comunicación escrito y básico, entre el encuestador y el encuestado, facilita traducir los objetivos y las variables de la investigación a través de una serie de preguntas muy particulares, previamente preparadas de forma cuidadosa, susceptibles a analizarse en relación con el problema estudiado. (Balestrini, 2006, [155])

Este importante instrumento de recolección de información se aplicó con el propósito de realizar una auditoría sobre el mantenimiento, para evaluar los factores que inciden en la calidad del mantenimiento, determinando en cuáles de éstos, el departamento es menos productivo.

En relación al cuestionario, es importante destacar la codificación del instrumento, con la intención de facilitar el manejo de los datos en relación a su posterior tabulación, presentación y análisis. Como estrategia de diseño del instrumento, al inicio del mismo se presentaron los datos de identificación de la persona encuestada, por ser las más fáciles de contestar, manteniendo el anonimato y el carácter confidencial de sus respuestas. Los diferentes factores que fueron evaluados en el instrumento, en la fase de presentación se agruparon para su presentación, atendiendo a su contenido y la secuencia lógica de los temas tratados. En relación a la redacción de las preguntas, éstas se redactaron de manera impersonal, limitadas a una sola idea, centrada en la problemática de la investigación.

Técnicas o Herramientas de Calidad

Lista de verificación.

Duffuaa et al (2009), lo definen como,

Un conjunto de instrucciones sencillas empleadas en la recopilación de datos, de manera que los datos puedan compilarse, usarse con facilidad y analizarse automáticamente. Existen muchas formas de listas de verificación. Algunas de ellas son pasos sencillos para realizar tareas de inspección de mantenimiento, en tanto que otras podrían ser parte de un esquema amplio de auditoría. (258)

Histograma.

Es una representación gráfica de la frecuencia de ocurrencias contra puntos de datos o una clase que representa un conjunto de datos. Es una imagen gráfica de la

distribución de frecuencias. El histograma ayuda a visualizar la distribución de los datos, su forma y su dispersión. (Duffuaa et al, 2009, [260]). Se puede utilizar, por ejemplo, para estimar: la carga de mantenimiento, la distribución del tiempo hasta la falla del equipo, distribución de los tiempos de reparación, cambios en la distribución del tiempo muerto, entre otros.

Diagrama de causa y efecto.

También conocido como espina de pescado o Ishikawa por su autor; Duffuaa et al (2009) lo definen como,

Herramienta para identificar las razones de una eficacia por debajo de la norma. Ha sido extensamente utilizado en el control de procesos de producción. Es útil para clasificar las causas y organizar las relaciones mutuas. El efecto se considera por lo general como la característica de calidad que necesita mejorar, y las causas son los factores de influencia.
(264)

Puede ser utilizado para identificar las causas de: baja productividad de los trabajadores, excesivo tiempo muerto, descomposturas recurrentes, repetición de trabajos, excesivos ausentismo, trabajos pendientes, excesivos errores en el registro de datos, entre otros.

Gráfica de paretto.

Una gráfica de Pareto es simplemente una distribución de frecuencias de datos de atributos acomodados por orden de frecuencia. Su propósito es separar los focos vitales de los muchos triviales. También ayuda a establecer prioridades acerca de cuál curso de acción es más beneficioso (Duffuaa et al, 2009, [267]). Para el área de mantenimiento, hay muchos factores que podrían mejorarse incluyendo la productividad de los trabajadores, el tiempo de operación del equipo, tasa de calidad del equipo, disponibilidad de los repuestos, entre otros.

Esta herramienta categoriza los factores en tres clases, la clase A generalmente contiene alrededor del 20% de los factores (causas) que ocasionan del 75% al 80% de los problemas. La clase B contiene alrededor del 20% de los factores que ocasionan del 15% al 20% de los problemas. El resto de los factores (que son muchos) están en la clase C.

Gráficos de control.

Es un gráfico en el que se representa el comportamiento de un proceso anotando sus datos ordenados en el tiempo. El objetivo principal de los gráficos de control es detectar lo antes posible cambios en el proceso que puedan dar lugar a la producción de unidades defectuosas y ello se consigue minimizando el tiempo que transcurre desde que se produce un desajuste hasta que se detecta. (Prades et al, 2006, [111])

Las gráficas de control se pueden utilizar para monitorear la calidad de los siguientes aspectos: trabajos pendientes mensuales, tiempo muerto del equipo principal, disponibilidad del equipo, tasa de calidad del equipo, número de descomposturas o anomalías.

Diagrama de dispersión.

Según Duffuaa et al (2009), es “una representación gráfica de la correlación entre dos variables. Se utilizan generalmente para estudiar la relación entre la causa y los efectos. Por lo tanto, es un complemento del diagrama causa y efecto que se mencionó con anterioridad” (269). En mantenimiento se puede utilizar para la correlación entre el mantenimiento preventivo y la tasa de calidad, correlación entre el nivel de capacitación y los trabajos pendientes, correlación entre el nivel de capacitación y la repetición de los trabajos, correlación entre el nivel de vibración y la tasa de calidad, tendencia de la disponibilidad de los equipos, tendencia de la productividad de los trabajadores, entre otros.

Grado de madurez de un proceso.

Romero (2001), lo define como:

Es el punto hasta el cual un determinado proceso es explícitamente definido, administrado, medido, controlado y efectivo. La madurez es el potencial de crecimiento de la capacidad del proceso, también indica tanto la riqueza del proceso de una organización, como la consistencia con la cual es aplicado en los proyectos a lo largo de la misma.

La madurez de un proceso implica que la capacidad del proceso ha crecido, específicamente debe ser: definido, documentado, entrenado, practicado, soportado, mantenido, controlado, verificado, validado, medido, y capaz de mejorar.

Un nivel de madurez, es una plataforma bien definida desde la cual podremos obtener un proceso maduro. A medida que una organización adquiere madurez en su proceso, ésta lo institucionaliza a través de políticas, estándares y estructuras organizacionales. La institucionalización conlleva a la construcción de una infraestructura y una cultura corporativa que soporte los métodos, prácticas y procedimientos. Los niveles definen una escala para medir la madurez y evaluar la capacidad de los procesos. Los niveles ayudan a la empresa a dar prioridades en el esfuerzo de mejora. (3)

Operacionalización de Variables ó Objetivos

La operacionalización de los objetivos es el proceso de encontrar los indicadores que permiten conocer el comportamiento de las variables.

Balestrini (2006) explica:

Implica seleccionar los indicadores contenidos, de acuerdo al significado que se le ha otorgado a través de sus dimensiones a la variable en estudio. Supone la definición operacional la referencia empírica o indicadores. Esta etapa del proceso de operacionalización de una variable, debe indicar de manera precisa el qué, cuándo y cómo de la variable y las dimensiones que la contienen. Se trata de encontrar los indicadores para cada una de las dimensiones establecidas.

A continuación la tabla Nº 4 que muestra la Operacionalización de las variables para esta investigación.

Tabla Nº 4 Operacionalización de las variables

Objetivo: Diseñar un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.				
Objetivos Específicos	Variables	Definición	Indicadores	Instrumento
Determinar el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación con respecto a la gestión del mantenimiento.	Grado de Madurez	Es el punto hasta el cual un determinado proceso es explícitamente definido, administrado, medido, controlado y efectivo.	Grado de madurez de la gestión del mantenimiento	Entrevista y encuesta
Elaborar un instrumento que permita medir los factores que afectan la Calidad de la Gestión de Mantenimiento.	Calidad del mantenimiento	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos de la gestión del mantenimiento.	Factores que la afectan	Técnicas documentales y PJA para ponderar los factores.
Realizar una evaluación de la gestión del mantenimiento en el Departamento Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.	Factores que afectan la calidad del mantenimiento	Factores que afectan o determinan el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos de la gestión del mantenimiento.	Índice de auditoría de mantenimiento	Lista de verificación, entrevista

Objetivos Específicos	Variables	Definición	Indicadores	Instrumento
Realizar el análisis de causa y efecto de los factores menos productivos del proceso de gestión de mantenimiento para plantear posibles acciones correctivas.	Factores menos productivos	Factores que disminuyen la productividad de la gestión de mantenimiento	Causas y efectos	Gráfico de Pareto Diagrama de causa y efecto, acciones correctivas
Elaborar el plan de acciones de mejora que permita reducir el impacto de los factores menos productivos de la Gestión de Mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación.	Validez	Grado con que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir	Grado de Validez	Plan de acciones de Mejora

[Fuente: Autor (2010)]

Código de Ética

Es importante destacar que la presente investigación es rigurosa, que pretende determinar: cuál es la situación actual de la calidad del mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación Caruachi, por lo tanto, no persigue criticar de ninguna forma la gestión del departamento y el desempeño de las personas que allí laboran, sólo persigue servir de apoyo para la toma de decisiones de este departamento para la optimización de su funcionamiento.

Código de Ética del Profesional del Colegio de Ingenieros de Venezuela

- Primero (virtudes): Actuar en cualquier forma que tienda a menoscabar el honor, la responsabilidad y aquellas virtudes de honestidad, integridad y veracidad que deben servir de base a un ejercicio cabal de la profesión.

- Segundo (ilegalidad): Violar o permitir que se violen las leyes, ordenanzas y reglamentaciones relacionadas con el cabal ejercicio profesional.
- Cuarto (seriedad): Ofrecerse para el desempeño de especialidades y funciones para las cuales no tengan capacidad, preparación y experiencia razonables.
- Séptimo (remuneración): Elaborar proyectos o preparar informes, con negligencia o ligereza manifiestas, o con criterio indebidamente optimista.
- Décimo Segundo (ventajas): Usar de las ventajas inherentes a un cargo remunerado para competir con la práctica independiente de otros profesionales.
- Décimo Tercero (reputación): Atentar contra la reputación o los legítimos intereses de otros profesionales, o intentar atribuir injustificadamente la comisión de errores profesionales a otros colegas.
- Décimo Octavo (autoría): Utilizar estudios, proyectos, planos, informes u otros documentos, que no sean el dominio público, sin la autorización de sus autores y/o propietarios.
- Décimo Noveno (secreto): Revelar datos reservados de índole técnico, financiero o profesionales, así como divulgar sin la debida autorización, procedimientos, procesos o características de equipos protegido por patentes o contratos que establezcan las obligaciones de guardas de secreto profesional. Así como utilizar programas, discos cintas u otros medios de información, que no sea de dominio público, sin la debida autorización de sus autores y/o propietarios, o utilizar sin autorización de códigos de acceso de otras personas, en provecho propio.

CAPÍTULO IV

MARCO EMPRESARIAL

Electrificación del Caroní, C.A (EDELCA) bajo la tutela de la Empresa Eléctrica Socialista - CORPOELEC, adscrita al Ministerio para el poder popular para la Energía Eléctrica es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela, la cual genera energía eléctrica mediante tres (3) Centrales Hidroeléctricas –“Simón Bolívar”, “Antonio José de Sucre” y “Francisco de Miranda”- más del 70% de la energía eléctrica que se consume en el país.

EDELCA opera las Centrales Hidroeléctricas “Simón Bolívar” en Guri con una capacidad instalada de 10.000 Megavatios, considerada la tercera en importancia en el mundo, la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” en Macagua con una capacidad instalada de 3.140 Megavatios y “Francisco de Miranda” en Caruachi, con una capacidad instalada de 2.280 megavatios, y en 2010 se encuentra con una ejecución del 30 % su nuevo desarrollo, la Central Hidroeléctrica “Manuel Piar” en Tocomá, que tendrá una capacidad instalada 2.160 megavatios para su culminación en el 2014.

Su ubicación en las caudalosas aguas del río Caroní, al sur del país, le permite producir electricidad en armonía con el ambiente, a un costo razonable y con un significativo ahorro de petróleo.

EDELCA posee una extensa red de líneas de transmisión que superan los 5.700 Km. cuyo sistema a 800 mil voltios es el quinto sistema instalado en el mundo con líneas de Ultra Alta Tensión en operación.

Durante los últimos años, EDELCA ha aportado más del 70% de la producción nacional de electricidad a través de sus grandes Centrales Hidroeléctricas, desempeñando un papel fundamental en el desarrollo económico y social de Venezuela.

Reseña Histórica

El 23 de Julio de 1963 se constituyó formalmente la empresa CVG ELECTRIFICACIÓN DEL CARONÍ, C.A. (CVG EDELCA), de acuerdo con el artículo 31 del Estatuto Orgánico de la Corporación Venezolana de Guayana.

- **1953** Creación de la Oficina de Estudios para la Electrificación del río Caroní.
- **1959** Inicio de operaciones de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua.
- **1963** Constitución de CVG EDELCA. Inicio de construcción de Guri.
- **1976** Finalización de la primera etapa de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri.
- **1986** Entrada en servicio del Sistema de Transmisión a 800 mil voltios e inauguración de la Etapa Final de la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri.
- **1997** Inauguración de Macagua II y Macagua III de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua.
- **1998** Puesta en servicio de la primera línea de 400 mil voltios cruce del Lago de Maracaibo.
- **1999** Puesta en servicio del sistema de 400 mil voltios en el Oriente del país.
- **2001:** Inicio del proyecto de Modernización de la Central Hidroeléctrica “Simón Bolívar” en Guri.

- **2002:** Inicia el proyecto de la 4ta central Hidroeléctrica en el bajo Caroní, que llevará por nombre Central Hidroeléctrica “Manuel Piar”, ubicada a 15 Km aguas debajo de Gurí, en el sector Tocomá.
- **2003** Puesta en operación comercial de la 1era Unidad de Generación en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”, en Caruachi.
- **2005:** Edelca certifica su proceso “Producir Energía Eléctrica” bajo la norma ISO 9001:2000, en cada una de sus centrales hidroeléctricas.
- **2006:** Fue inaugurada la Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda en Caruachi por parte del Presidente de la República Bolivariana de Venezuela.
- **2006:** Inicio del proyecto de rehabilitación de la central hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” -casa de máquinas I en Macagua.
- **2007:** La Presidencia de la República dicta “Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico”.
- **2007:** Se crea la Corporación Eléctrica Nacional – CORPOELEC. Edelca pasa a pertenecer a esta corporación y renuncia a la Corporación Venezolana de Guayana.
- **2009:** Se crea el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica.
- **2011:** Edelca se fusiona con la CORPOELEC y desaparece como figura jurídica.
- **2013:** El estado venezolano crea la Misión Eléctrica Venezuela.
- **2013:** CORPOELEC es intervenida por una Junta Interventora a través de un decreto presidencial.

Matriz Estratégica

Los procesos medulares de EDELCA están definidos como: Generar, Transmitir y Distribuir Energía eléctrica y están explícitamente identificados en la misión de la organización.

En cuanto a sus aspectos organizacionales, la empresa presenta la siguiente matriz estratégica, conformada por sus fines, misión, visión y valores; los cuales se describen a continuación:

Fines

Generar beneficio económico para los accionistas, incrementando el valor de la empresa. Lograr la satisfacción de los clientes mediante un servicio de excelente calidad, basado en la gestión sustentable de los recursos, para apoyar el desarrollo del país.

Misión

Generar, transmitir y distribuir energía eléctrica, de manera confiable, segura y en armonía con el ambiente; a través del esfuerzo de mujeres y hombres motivados, capacitados, comprometidos y con el más alto nivel ético y humano; enmarcado todo en los planes estratégicos de la Nación, para contribuir con el desarrollo social, económico, endógeno y sustentable del País.

Visión

Empresa estratégica del Estado, líder del sector eléctrico, pilar del desarrollo y bienestar social, modelo de ética y referencia en estándares de calidad, excelencia, desarrollo tecnológico y uso de nuevas fuentes de generación, promoviendo la integración latinoamericana y del Caribe.

Política de la Calidad del Proceso “Generar Energía Eléctrica”

Nuestro compromiso es Generar Energía Eléctrica, operando y manteniendo las centrales hidroeléctricas de manera confiable y segura, en armonía con el ambiente, mejorando continuamente nuestros procesos, con mujeres y hombres capacitados y motivados, en un adecuado ambiente de trabajo; para la satisfacción de nuestros clientes, contribuyendo con el desarrollo social y sustentable del país.

Estructura Organizativa

La estructura organizativa de EDELCA está constituida por la Presidencia y las Gerencias de Staff, luego se sub divide en las Direcciones de Producción, Transmisión, Planificación, Finanzas, entre otros. Cada dirección se encarga de alguna función primordial de la empresa. En la Figura N° 4 se observa a detalle la estructura.

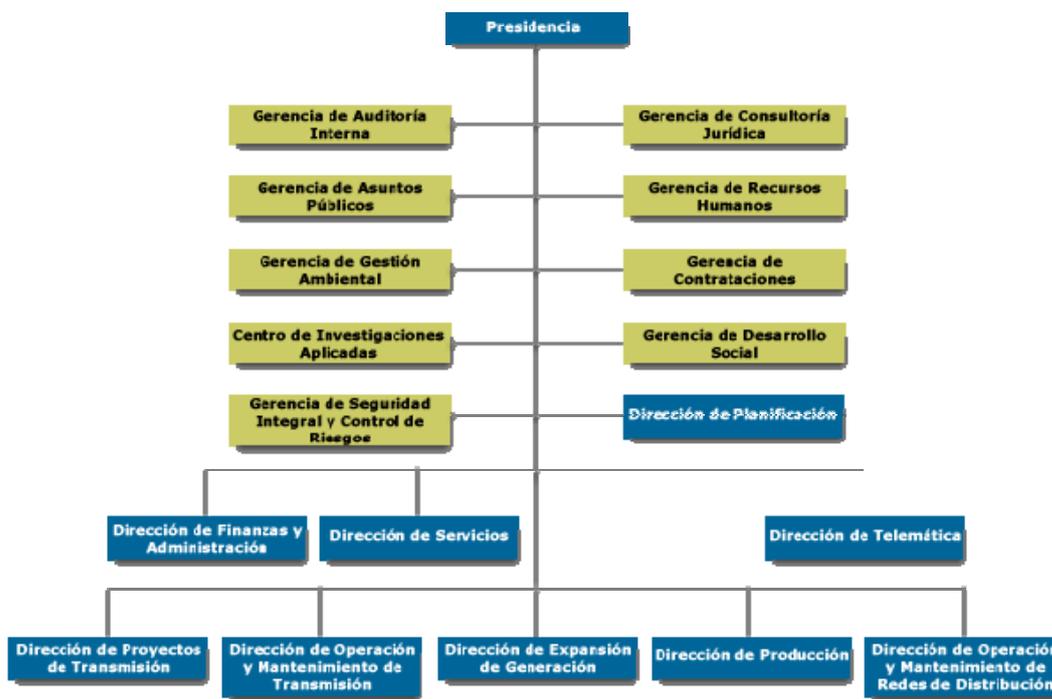


Figura N° 4 Estructura Organizativa de EDELCA.
[Fuente: Edelca (2010)]

A partir del Decreto Presidencial N° 5.330 en mayo de 2007, se comenzó a crear la nueva estructura de la Corporación Eléctrica Nacional para unificar a todas las empresas del sector eléctrico en una sola. En la figura N° 5 se muestra la estructura aprobada de CORPOELEC en 2010. Donde se observa como Nivel Superior al Directorio de CORPOELEC, un nivel más bajo, denominado Nivel Sustantivo, está constituido por las Comisionadurías de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización, así como los procesos de apoyo de la gestión. Para este caso de estudio, la Comisionaduría es la de Generación, Sub Comisionaduría Generación SUR, el cual abarca el estado Bolívar, Anzoátegui y Monagas. En el 2013 aún no está definido totalmente el nivel sustantivo de la corporación.

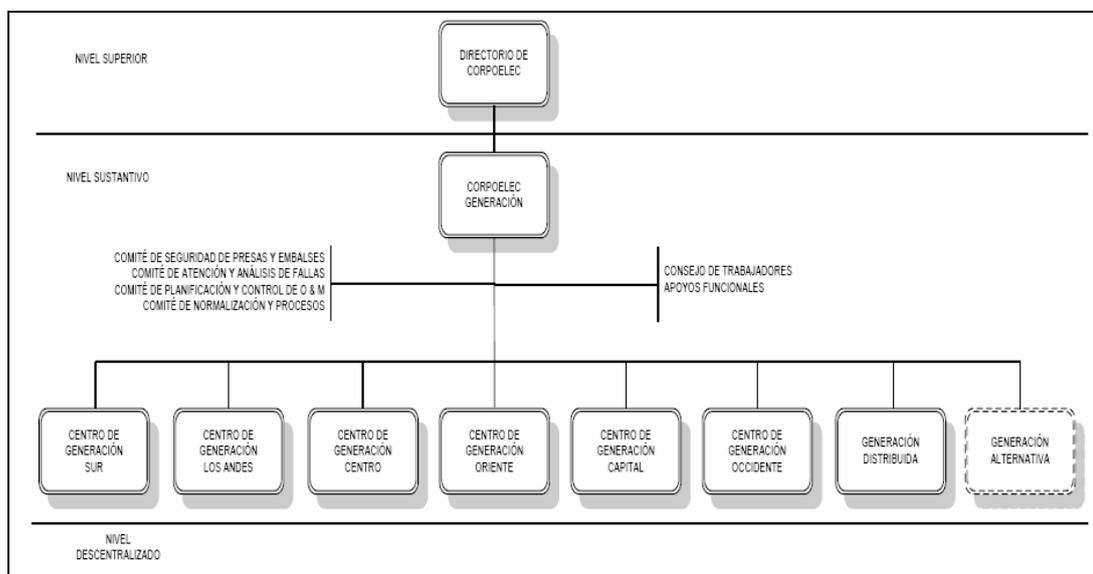


Figura N° 5 Estructura aprobada de CORPOELEC
[Fuente: CORPOELEC (2010)]

En EDELCA la Dirección de Producción estaba internamente dividida en División de Planta Guri, Planta Macagua, Planta Caruachi y Protecciones, Supervisión y Control de Generación; estas, a su vez, se dividen en Departamentos como se observa en la figura N° 6.

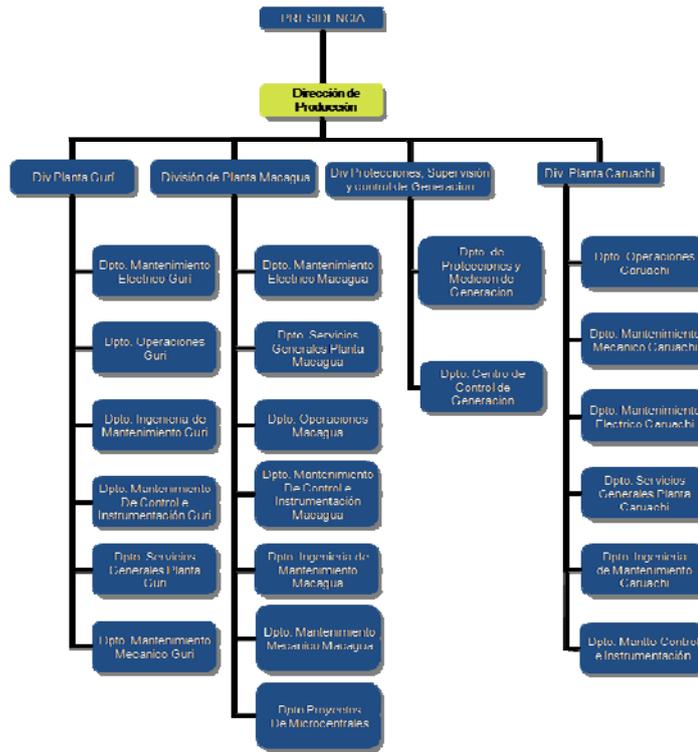


Figura N° 6 Esquema organizativo de la Dirección de Producción.
[Fuente: Edelca (2010)]

El Centro de Generación SUR (Edelca), está dividido en Proyectos Menores, Consejo de Trabajadores, Apoyos Funcionales, Mantenimiento de Estructuras Civiles, Planta Guri, Planta Macagua, Planta Caruachi, Planta Tocomá, Planta Sidor. En la figura N° 7 se muestra la propuesta de la estructura. En el 2013, aún permanece como estructura propuesta.

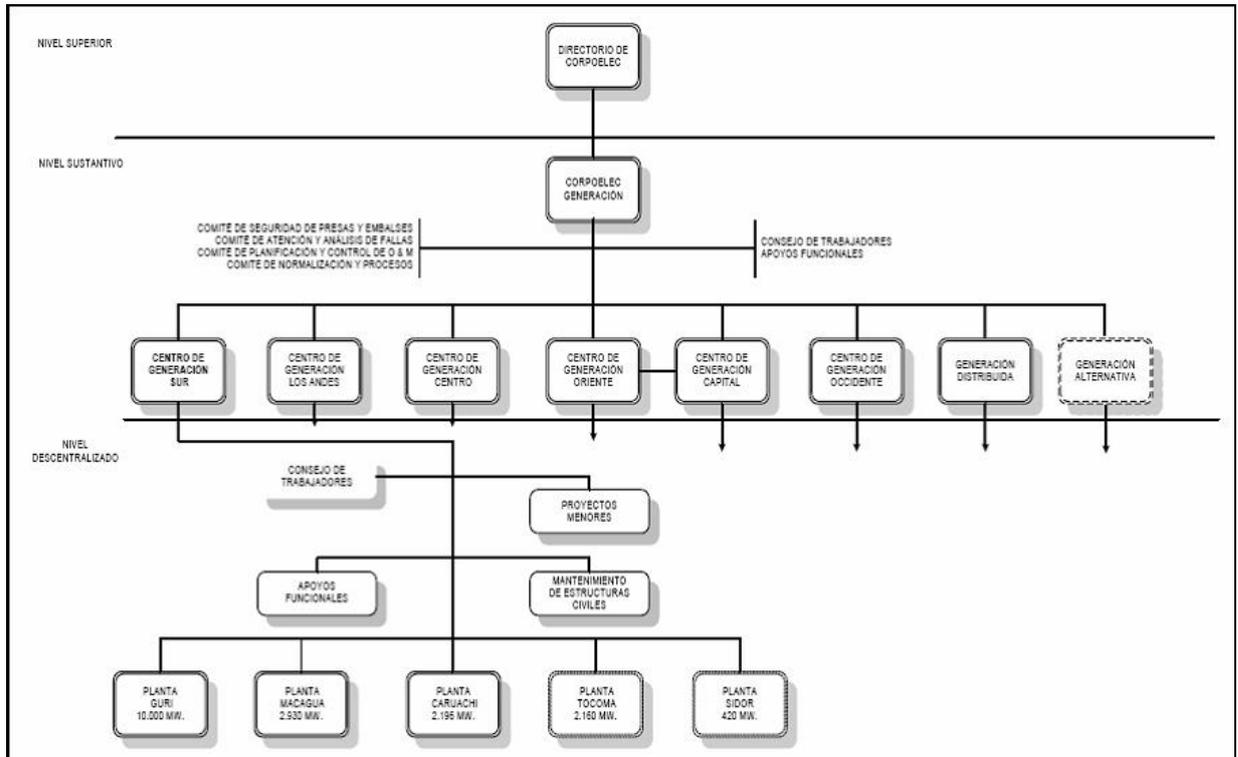


Figura Nº 7 Propuesta de estructura del Centro de Generación Sur
[Fuente: CORPOELEC (2010)]

Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”

El desarrollo Hidroeléctrico “Francisco de Miranda” está situado sobre el Río Caroní, a 50 Km. aguas abajo del embalse de Guri. Ver figura Nº 8, 9 y 10.

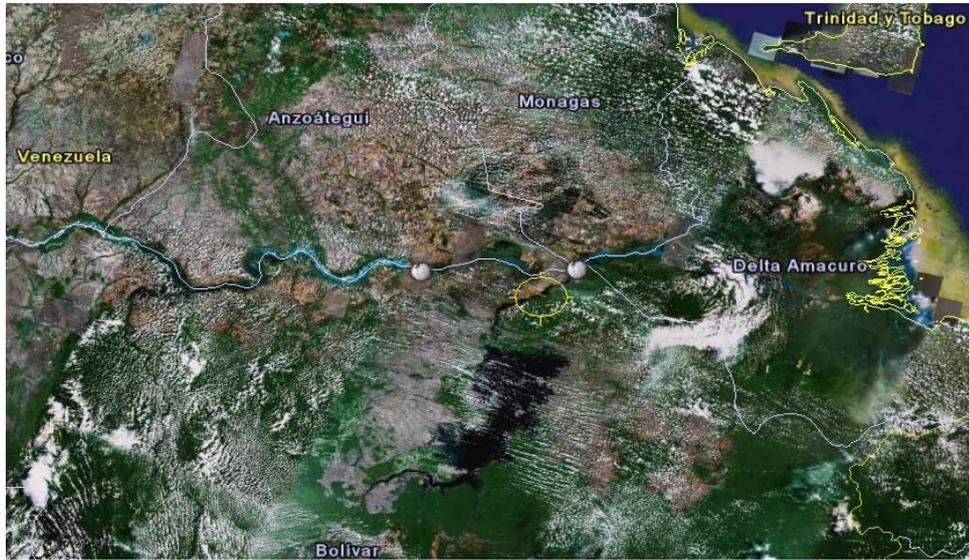


Figura N° 8 Vista Satelital Estado Bolívar, Circulo Amarillo Caruachi.
[Fuente: Google Earth (2008)]

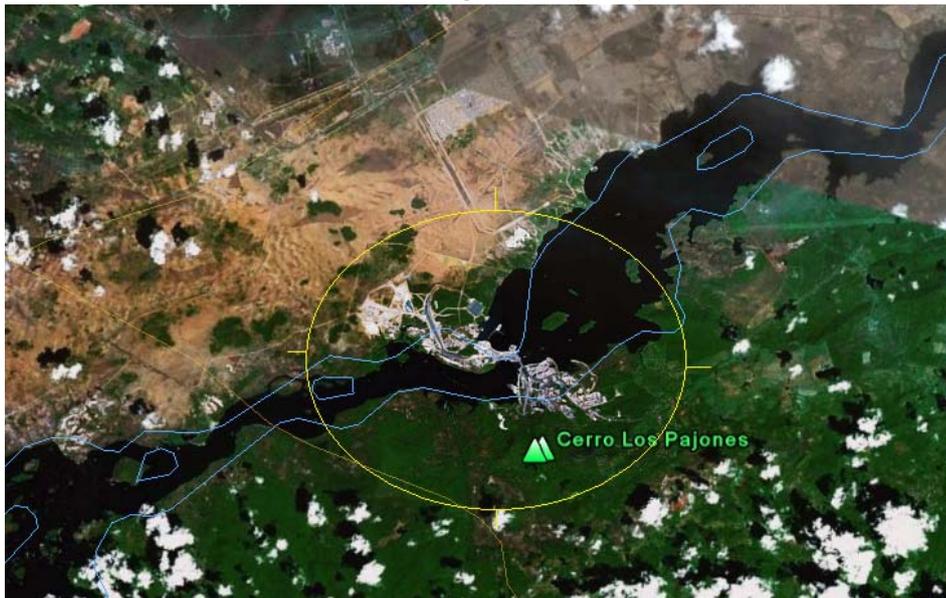


Figura N° 9 Vista Satelital, Circulo Amarillo Caruachi.
[Fuente: Google Earth (2008)]

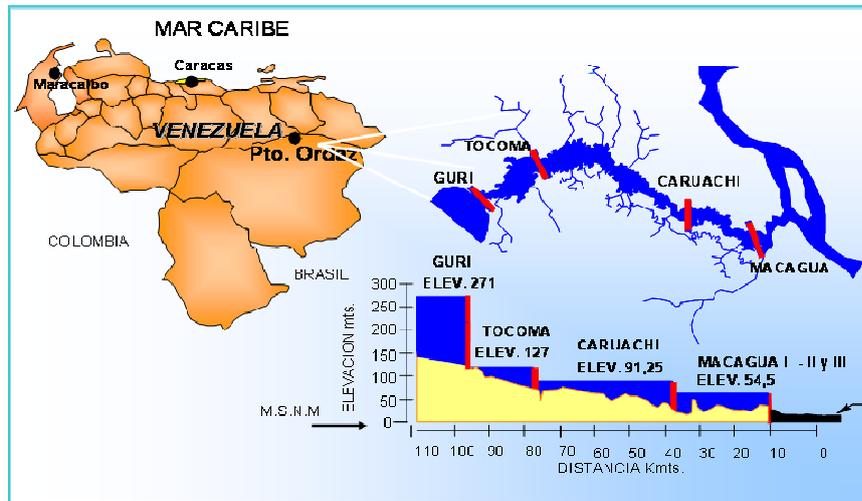


Figura Nº 10 Ubicación Geográfica de Caruachi.
[Fuente: Edelca (2010)]

En el área del proyecto, el río discurre sobre un lecho rocoso interrumpido por muchas islas y su anchura es de aproximadamente 1700 metros a la cota 55,00 m.s.n.m. El Proyecto Caruachi, conjuntamente con los Proyectos Guri y Macagua ya construidos, y Tocoma en construcción, conforman el Desarrollo Hidroeléctrico de Bajo Caroní. Las características energéticas de Proyecto, están predeterminadas por la descarga regulada del Embalse Guri. En la Figura Nº 11 se observa una fotografía aérea de la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”



Figura Nº 11 Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.
[Fuente: Edelca (2008)]

Descripción General de los Macrocomponentes de la Central Hidroeléctrica

La presa principal contiene las Estructuras de Toma y está formada por 12 Monolitos de 30 m. de ancho, los cuales se encuentran integrados con los correspondientes a la casa de máquinas. La presa tiene una longitud de 360 m. Las estructuras de toma cuentan con tapones de mantenimiento y rejas antibasura, además de tres juegos de compuertas de emergencias.

La casa de máquinas está constituida por 12 monolitos que albergan 12 Unidades Generadoras con Turbinas Kaplan, sus correspondientes Naves de Servicios y Nave de Montaje de 60 m. de longitud. La nave Generadora tiene un ancho de 25,65 m. y la Plataforma de Transformadores se ubica a la elevación 64,50 m.s.n.m. con un ancho de 32,15 m.

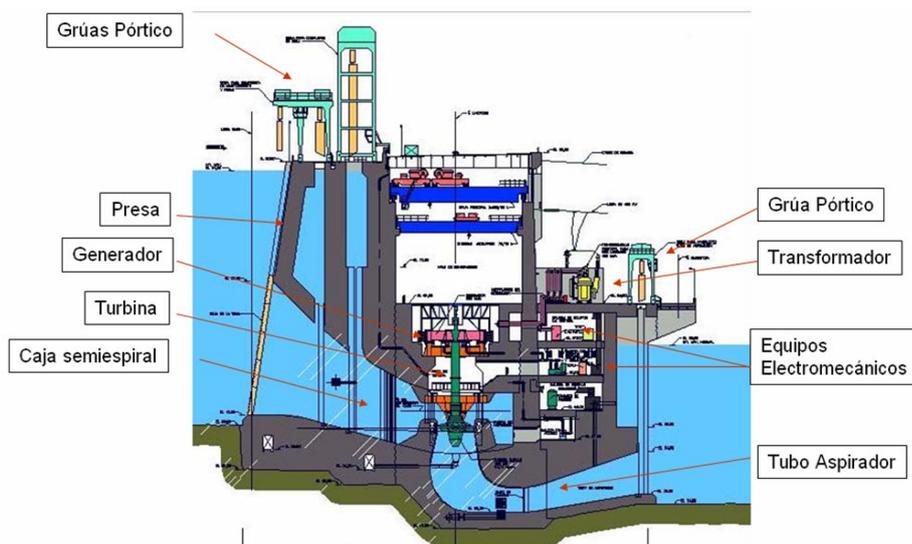


Figura Nº 12 Corte transversal de 1 Unidad Generadora.
[Fuente: Edelca (2003)]

La Presa de Transición Derecha está ubicada entre la Presa de Enrocamiento con Pantalla de Concreto y la Casa de Máquinas y consta de 4 Monolitos con un ancho de 30 m. cada uno, medido a lo largo de la línea base. El monolito intermedio está

ubicado entre el Aliviadero y la Casa de Máquina, con un ancho de 51,15 m. y una altura de 53 m. La Presa de Transición Izquierda está ubicada entre el Aliviadero y la Presa de Enrocamiento Izquierda. Consta de un monolito de 53 m. de ancho.

El Aliviadero tiene una capacidad de descarga igual a la del Aliviadero de Guri, (30.000 m³/s) con una longitud de 178,16 m., borde de descarga a la elevación de 70,55 m.s.n.m. y nueve (9) compuertas radiales con dimensiones de 15,24 m de ancho por 21,66 m. de altura. Ver figura N° 13.

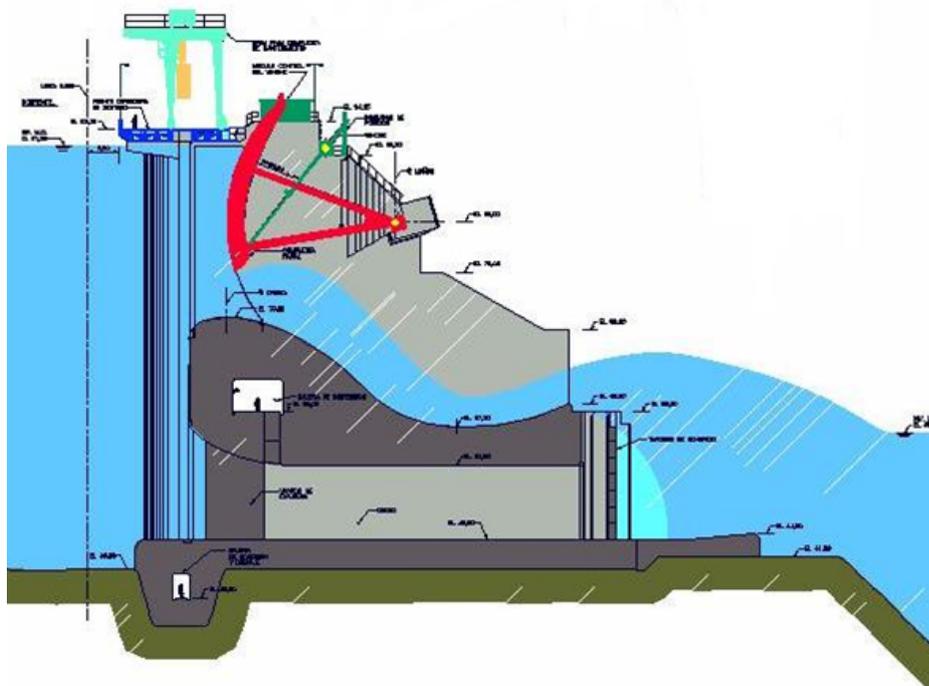


Figura N° 13 Corte transversal del aliviadero.
[Fuente: Edelca (2003)]

La presa de enrocamiento con pantalla de concreto derecha tiene una longitud de 900 m., una altura de 50 m. y conectará las estructuras de concreto con el estribo derecho. La presa de enrocamiento izquierda tiene una longitud de 4200 m., una altura de 45 m. y conecta el estribo izquierdo con las estructuras de concreto.

La tabla N° 5 muestra datos técnicos de interés a cerca de las unidades de la central. Cabe destacar que el peso total del mecanismo rotativo esta en el orden de las 800 toneladas.

Tabla N° 5 Datos Significativos de las Turbinas de la Central

Turbinas	
Numero	12
Tipo	Káplan
Caída Nominal	35,6 m
Capacidad Nominal por Unidad	180 MW (Total Central 2160 MW)
Velocidad Nominal	94,74 RPM
Masa del Rodete	192,5 Toneladas
Masa de los Alabes del Rodete	11 Toneladas
Masa de la Turbina	203,5 Toneladas
Turbinado sin Carga	140 m3/s
Turbinado con Carga	560 m3/s
Generadores	
Número	12
Tipo	Paraguas
Capacidad Nominal por Unidad	220 MW
Voltaje Nominal	13,8 KV
Numero de Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Factor de Potencia	0,85
Peso del Rotor	630,9 Toneladas

[Fuente: Manual Departamento de Servicios Generales División Planta Caruachi (2008).]

Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi

Desde su inicio, la estructura organizativa de la División Planta Caruachi contaba con una coordinación de Control e Instrumentación, y estaba previsto que dicha coordinación se consolidara como Departamento. Sin embargo, debido a ajustes funcionales, esta coordinación se convirtió en una Sección del Dpto. Mantto. Eléctrico Caruachi. Después de dos años de gestión, se evaluó nuevamente la necesidad de contar con un Dpto. de Mantto de Control e Instrumentación, y se determinó que se requería su conformación. Es entonces, en mayo del 2008, cuando se aprueba el punto de cuenta al presidente N°DP-20, y se oficializa la entrada en vigencia del

Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi a partir del 01 de Junio del 2008. La estructura aprobada se muestra en la figura N° 14.

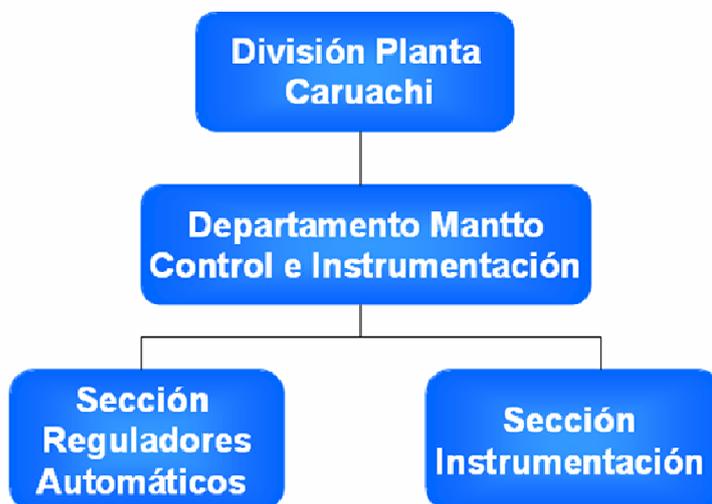


Figura N° 14 Estructura Organizativa del Departamento de Control e instrumentación Caruachi.
[Fuente: Edelca (2008)]

Según lo contemplado en el manual de organización del departamento de mantenimiento de control e instrumentación Caruachi MAN – ORG – 676 (2010); el objetivo, funciones, procesos del departamento se describen a continuación.

Objetivo del Departamento

Gestionar el mantenimiento de los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”; coordinando las acciones predictivas, preventivas y correctivas necesarias para

garantizar su máxima disponibilidad, asegurando o restableciendo su funcionamiento de acuerdo con los parámetros de calidad de servicio establecidos por la EDELCA.

Funciones

- Planificar la gestión de mantenimiento predictivo, y preventivo, y programar las acciones correctivas sobre los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.
- Ejecutar la gestión de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo sobre los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.
- Controlar la ejecución del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo sobre los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas

del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.

- Evaluar la gestión del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo sobre los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.
- Participar en la gestión de investigaciones y pruebas de recepción y puesta en servicio de los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.
- Participar en la gestión de estudios y proyectos de mejora sobre los sistemas y equipos de la red de instrumentación y control local (exceptuando los tableros: de control de unidades, de transformador de unidades, de control de auxiliares eléctricos y de control de auxiliares mecánicos; con sus respectivas unidades de adquisición de datos), regulación, monitoreo, y protección (exceptuando las protecciones eléctricas del generador y el transformador de la unidad generadora y sistemas auxiliares), requeridos para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.

- Efectuar el control metrológico, según corresponda, de aquellos dispositivos equipos de seguimiento y medición empleados en la determinación de los requisitos exigidos en la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda”.

Procesos

Planificar el mantenimiento del sistema de generación de energía eléctrica.

Objetivo.

Establecer estrategias y acciones necesarias para llevar acabo la planificación y programación de la gestión de mantenimiento con el fin de asegurar la confiabilidad de los sistemas, equipos, sistemas, e instalaciones en el del sistema de generación.

- Recibir y analizar los insumos para la elaboración de planes y programas de mantenimiento de sistemas, equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Elaborar planes y programas de mantenimiento de sistemas, equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Gestionar los recursos para el mantenimiento de sistemas, equipos, sistemas e instalaciones de generación.

Ejecutar el mantenimiento del sistema de generación de energía eléctrica.

Objetivo.

Realizar las acciones de mantenimiento establecidas sobre los sistemas equipos, sistemas e instalaciones asociados al sistema de generación con el fin de asegurar la su disponibilidad.

- Coordinar las actividades de mantenimiento de sistemas, equipos, sistemas e instalaciones de generación.

- Analizar riesgos y condiciones de seguridad para las actividades de mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Ejecutar las actividades de mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Registrar los resultados del mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.

Controlar el mantenimiento del sistema de generación de energía eléctrica.

Objetivo.

Revisar, reportar e integrar los resultados del desempeño de la gestión de mantenimiento realizada a los sistemas, equipos, sistemas e instalaciones de generación con el fin de asegurar su conformidad con lo planificado.

- Realizar seguimiento a la gestión del mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Analizar y evaluar resultados de la Gestión del Mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.
- Identificar e implementar acciones preventivas, correctivas o de mejora para la gestión del mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones de generación.

En el Informe “manual de descripción del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi, año 2008” se describen las áreas físicas, la distribución del recurso humano y la responsabilidad de equipos como a continuación se muestra:

Descripción de las Áreas Físicas del Departamento

Oficina departamento MCIC.

Concentra la jefatura del Departamento, las áreas destinadas para los Asistentes Administrativos, los programadores del Mantenimiento, la Secretaria y el Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad del Departamento. Cuenta con una Sala de Reuniones y los Archivos de los Registros de Mantenimiento y Documentos del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

Oficina de Secciones MCIC.

Concentra las jefaturas de la Sección Instrumentación y la Sección de Reguladores Automáticos del Departamento, los computadores de uso genérico y la Oficinista de las Secciones. Cuenta con los Archivos de los documentos técnicos empleados en el Mantenimiento.

Sub-Almacén MCIC.

Es un área de acceso restringido establecida para el almacenamiento y resguardo de materiales, herramientas y equipos de prueba. También se resguardan ciertos repuestos en custodia de MCIC, así como los equipos patrones declarados en el SGC para el Control de los Dispositivos de Seguimiento y de Medición que están bajo la responsabilidad del Departamento.

Laboratorio MCIC.

Es un área de acceso restringido establecida para el desarrollo de proyectos de mejora del Departamento, pruebas de laboratorio y reparaciones menores de equipos y sistemas mantenidos por el Departamento. Aún en etapa de consolidación.

Sala Técnica MCIC.

Es un área de cubículos y casilleros destinada para el uso del personal del Departamento. Contempla una mesa de trabajo para los pasantes y tesisistas asignados temporalmente al Departamento MCIC.

Distribución del Capital Humano

Para la fecha 1 de Junio de 2010, el Departamento está constituido por ocho (8) Ingenieros, ocho (08) Técnicos Superiores, un (1) Técnico Electricista, dos (2) secretarias y tres (3) Jefes, para un total de veintidós (22) personas, de las cuales 4 están en calidad de préstamo a otras unidades de la organización (2 ingenieros, 1 secretaria y 1 técnico superior). A nivel de las nóminas la distribución es la siguiente: una (01) pertenece a la Nómina de Confianza y Dirección y veintiuno (21) a la Nómina Amparada por Convención Colectiva, y están distribuidos en las áreas funcionales de la siguiente forma:

Tabla N° 6 Distribución de capital humano de MCIC por área funcional.

ÁREA FUNCIONAL	DISTRIBUCIÓN DE CAPITAL HUMANO	
	CANTIDAD	CARGO GENÉRICO
Jefatura del Departamento	1	Jefe de Departamento.
Sección de Instrumentación	1	Jefe de Sección.
	3	Ingenieros de Mantenimiento.
	3	Técnico de Mantenimiento.
	1	Electricista.
Sección Reguladores Automáticos	1	Jefe de Sección.
	3	Ingenieros de Mantenimiento.
	3	Técnicos de Mantenimiento.
Control de Gestión	2	Ingeniero de Mantenimiento.
	1	Técnico de Mantenimiento.
Secretaría	2	Secretaria Administrativa.
Total capital Humano MCIC	22	

[Fuente: Manual descriptivo del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi (2008)]

Responsabilidad de Equipos del Departamento

La División de Planta Caruachi en el documento Matriz de Responsabilidad de Sistemas/Equipos (MAT-600-001) establece la responsabilidad de cada unidad de mantenimiento para la preservación o restablecimiento del funcionamiento de los Sistemas y Equipos instalados en la Planta.

En resumen, el departamento se encarga de mantener los dispositivos electrónicos e instrumentación de 52 sistemas, desagregados en 273 equipos en toda la central hidroeléctrica.

Algunos de los sistemas que mantienen son:

- 12 unidades generadoras
- 3 grúas pórtico
- 3 grúas puente
- 9 compuertas de aliviadero
- Sistema de aire acondicionado
- 6 sistemas de protección contra incendios
- 1 planta de tratamiento de agua potable
- 2 plantas de tratamiento de aguas negras
- Sistema de iluminación inteligente
- Sistema de medición de nivel del embalse.
- Entre otros.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

A continuación se presentan, los datos, los análisis y los resultados obtenidos al aplicar las técnicas e instrumentos planteados para esta investigación en el marco metodológico. Para ello se detallarán los resultados obtenidos y los análisis respectivos para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Objetivo Nº 1: Determinar el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento Control e Instrumentación con respecto a la gestión del mantenimiento.

Para determinar el grado de madurez de la gestión de mantenimiento, se utilizó un instrumento de medición desarrollado por Tompkins Associates (2000) y presentado por Consultor en Mantenimiento: Lourival Tavares (Global 2008 Asset Management Iberoamérica “1 jornadas Iberoamericanas de Asset Management”) denominada Grado de Madurez de las Empresas, donde se muestra en un lenguaje simple y objetivo los 6 pilares, indicados secuencialmente. Cada uno con 5 niveles, donde el personal de la empresa identifica, de forma sincera y espontanea, con el apoyo del consultor, la posición de la empresa según su visión. Los pilares son los siguientes:

- Actitud de la gestión corporativa de la planta.
- Estado organizacional del mantenimiento.
- Porcentaje de pérdida de recursos debido al mantenimiento.
- Solución de problemas de mantenimiento.
- Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento.
- Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones.

- Resumen de la posición del mantenimiento en la compañía.



Figura Nº 15 Resumen del análisis de la madurez de la función mantenimiento [Fuente: Autor (2011)].

En el Anexo A, se incluye el instrumento desarrollado por Tompkins Associates para medir los 6 pilares en el que se basa el modelo de madurez de la gestión de mantenimiento.

El instrumento fue aplicado a diez (10) de los trabajadores del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi, que se escogieron de manera aleatoria en función de la disponibilidad de tiempo para la actividad. Estos evaluaron según su visión, cada uno de los ítems presentados. Los valores obtenidos para cada pilar fueron promediados en forma proporcional; el resultado fue la valoración para cada pilar. El resumen de las ponderaciones, se muestra en la siguiente tabla, donde se

describen los cargos que ocupan los trabajadores de la empresa y las respectivas valoraciones.

Tabla 7 Resumen de las evaluaciones del Grado de Madurez del Mantenimiento

Cargo	Actitud de la Gestión	Estado Organizacional	Porcentaje de Perdida	Solución de Problemas	Calificación y Entrenamiento	Informaciones y Desarrollo	Resumen de Posición Manto
Electricista II	5	4	1	2	2	3	3
Tec. De Mantto II	5	4	3	2	5	4	4
Ing. Mantto II	5	4	1	2	2	3	3
Tec. De Mantto III	4	4	3	3	2	2	3
Tec. De Mantto IV	5	4	3	3	3	3	4
Supervisor de Técnicos	2	4	4	5	5	4	5
Jefe de Sección	4	4	3	3	3	2	4
Jefe de Sección	4	4	3	3	3	3	4
Ing. Mantto II	5	4	3	1	1	2	4
Tec. De Mantto IV	3	4	3	2	2	2	4
Total	42	40	27	26	28	28	38
Promedio	4,2	4	2,7	2,6	2,8	2,8	3,8
Redondeo	4	4	3	3	3	3	4

[Fuente: autor (2013)]

La madurez es principalmente, la combinación del apoyo o comprometimiento que el entorno, le puede ofrecer a la función mantenimiento, en especial de los niveles superiores de la empresa, más la capacidad o conocimiento que se poseen de las metodologías relacionadas con la materia, así como también, tiene una gran influencia la voluntad de la organización en involucrarse, la cantidad y calidad de la información disponible.



Figura Nº 16 Madurez dentro de una organización
[Fuente: Autor (2011)].

Entonces, la madurez es la función que indica que la organización está definida para el mantenimiento y está perfectamente condicionada para emprender todos sus proyectos de innovación, sean tecnológicos o de gestión integral de sus recursos.

Por lo tanto; ¿El nivel de madurez del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi es adecuado para lograr una sólida gestión de mantenimiento?

A continuación se muestra el resumen del análisis de la madurez para la función de mantenimiento.

Proceso de Diagnostico

Pilares	Valoración Promedio	Ponderación máxima
Actitud de la gestión corporativa de la planta	4.2	5
Estado organizacional del mantenimiento	4	5
Porcentaje de pérdida de recursos debido al mantenimiento	2.7	5
Solución de problemas de mantenimiento	2.6	5
Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento	2.8	5
Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones	2.8	5
Resumen de la posición del mantenimiento en la compañía	3.8	5

Grado de Madurez en el Mantenimiento



Figura Nº 17 Resumen del análisis de la madurez de la función mantenimiento [Fuente: Autor (2011)].

Considerando las ponderaciones para cada pilar, el resultado global de la madurez del departamento es de **3.18** (escala 1 a 5), que es considerado, como nivel **normal: Desarrollándose**. Se caracteriza por ser la etapa donde se plantea nuevos criterios de gestión, y donde los trabajadores empiezan a identificar y a resolver problemas, pero aun no se concretiza que el mantenimiento es parte de la rutina de calidad operacional y que no se puede hacer productos de calidad con mantenimiento deficiente.

Es importante destacar, que Electrificación del Caroní- EDELCA, gestionó sus mantenimientos basados en el modelo establecido en la norma venezolana Fondonorma ISO 9001:2008. Con la metodología "Planificar – Ejecutar – Controlar -

Mejorar”, con las cuales, cubría las etapas de planificación, ejecución, control, evaluación y mejora de la gestión de mantenimiento desde el 2006. Manteniéndolo hasta principios del 2011, a partir de este tiempo, el modelo se usa parcialmente, con tendencia al desuso.

Por esta razón, que la medición realizada para la madurez de la gestión del mantenimiento, mostraba una tendencia positiva para el año 2010, donde se había consolidado, una gestión de mantenimiento, más sólida, basada en una metodología mundialmente conocida y usada, permitiéndole al equipo de trabajo, ampliar los criterios de trabajo, hacer uso de las herramientas básicas de calidad en la gestión de mantenimiento, dar los primeros pasos en la consolidación de los criterios de calidad, asociados directamente a los productos de mantenimiento; así como, la concientización del personal de mantenimiento sobre su impacto en la calidad del producto final.

En conclusión, la implementación del modelo de gestión basada en la norma Fondonorma ISO 9001:2008, impacto positivamente la gestión de mantenimiento, y le permitió alcanzar al equipo de trabajo, un grado de madurez de su gestión normal: Desarrollándose, como lo define Tompkins Associates, en su metodología.

Objetivo N° 2: Elaborar un instrumento, que permita medir los factores que afectan la Calidad de la Gestión de Mantenimiento.

La meta al elaborar el modelo de evaluación de la calidad de la gestión de mantenimiento, es lograr y establecer un sistema de mantenimiento productivo, basado en la evaluación y mejora continua de los factores y componentes que han sido diseñados y optimizados para el logro de los objetivos de la organización. Los factores incluyen al personal, políticas de la organización, motivación, capacitación, instalaciones, almacenes, materiales, mantenimiento preventivo e historia del equipo y sistemas de información, entre otros.

El desarrollo de este objetivo se logró en 4 etapas como se muestra en la Figura N° 18.



Figura N° 18 Etapas para elaborar un instrumento que permita medir los factores
[Fuente: autor (2013)]

La primera etapa para elaborar el instrumento, que permite medir los factores que afectan la Calidad, fue **establecer los factores involucrados**, según Duffuaa et al (2009), los factores más importantes que influyen en la productividad de mantenimiento y constituyen la base para el programa de auditoría, son:

1. Organización y personal
2. Productividad de la Mano de obra
3. Capacitación Gerencial
4. Capacitación del Planificador
5. Capacitación del Personal Técnico
6. Motivación
7. Administración y Control del Presupuesto
8. Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo
9. Instalaciones
10. Control de Almacenes, Materiales y Herramientas
11. Mantto preventivo e historial del equipo

12. Ingeniería y Monitoreo

13. Medición del Trabajo e incentivos

14. Sistema de Información

Por lo tanto, se definen estos catorce (14) factores, como los pilares necesarios, para una gestión de mantenimiento ideal.

La segunda etapa, es determinar el *peso* de cada factor, dentro de la gestión de mantenimiento, esto es necesario, para determinar ¿cuál es?, su contribución a los objetivos, en una meta común, así como, ¿cuál es? su importancia para el proceso.

La comparación por pares, es un método común para asignar pesos u ordenamiento, y luego se puede emplear un procedimiento de suma para obtener un peso para cada factor.

Un método bastante conocido para la determinación de pesos, es el denominado Proceso Jerárquico Analítico (PJA). Donde el peso, está reflejando la contribución de cada factor en el sistema de mantenimiento.

Para aplicar este método, se siguieron los siguientes pasos:

1 Selección de personal para calificar y hacer las comparaciones:

Esta selección, se realizó identificando dentro de la organización (Planta Caruachi), seis (6) personas con el perfil o capacitación suficiente para calificar como expertos en el área de mantenimiento, dentro de la organización. Se identificaron tres (03) personas externas, a la unidad del caso de estudio y tres (03) personas del departamento de mantenimiento (caso de estudio).

A continuación se indican los perfiles del personal:

Tabla 8 Perfiles del personal evaluador

Cargo dentro de la Organización	Estudio	Años de experiencia
Jefe de Sección de Mantenimiento	Especialista en Operación y Mantenimiento	9
Ingeniero de Mantenimiento II	Especialista en Gerencia de Mantenimiento	12
Técnico de Mantenimiento IV	Técnico Superior en Electrónica	10
Ingeniero de Procesos III	Maestría en Ing. Industrial / Especialista en sistemas de Calidad / Diplomado en Gerencia de Mejoramiento Continuo	12
Ingeniero de Mantenimiento III	Especialista en Mantenimiento de Equipos Rotativos	10
Ingeniero de Mantenimiento III	Maestría en Gerencia de Mantenimiento	8

[Fuente: autor (2013)]

2 Realizar el instrumento de evaluación de factores:

El Instrumento de evaluación de factores, que fue ponderado por el personal experto, está constituido en tres (3) partes, la cual, se explican a continuación:

a-. Definición de los 14 factores mencionados anteriormente

Las definiciones de estos 14 factores, se establecieron los según lo expresado por Duffuaa (2009) en el libro *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. Ver anexo N° B. Instrumento de evaluación de factores. Esta parte del instrumento, tiene como finalidad, introducir o enmarcar los conceptos, con los cuales los participantes, evaluarán el instrumento. De esta forma, se evitan las interpretaciones o distorsiones en las definiciones que el autor realiza sobre los factores relevantes de la gestión.

b-. Definir la escala de evaluación a utilizar:

El método PJA, establece una escala de calificaciones subjetivas, a partir, de la comparación por pares de los factores a evaluar. Los participantes, deben hacer uso de esta escala para evaluar

sistemáticamente, cada factor contra los 13 factores restantes, tomando en cuenta las definiciones antes planteadas. Esta escala se muestra a continuación:

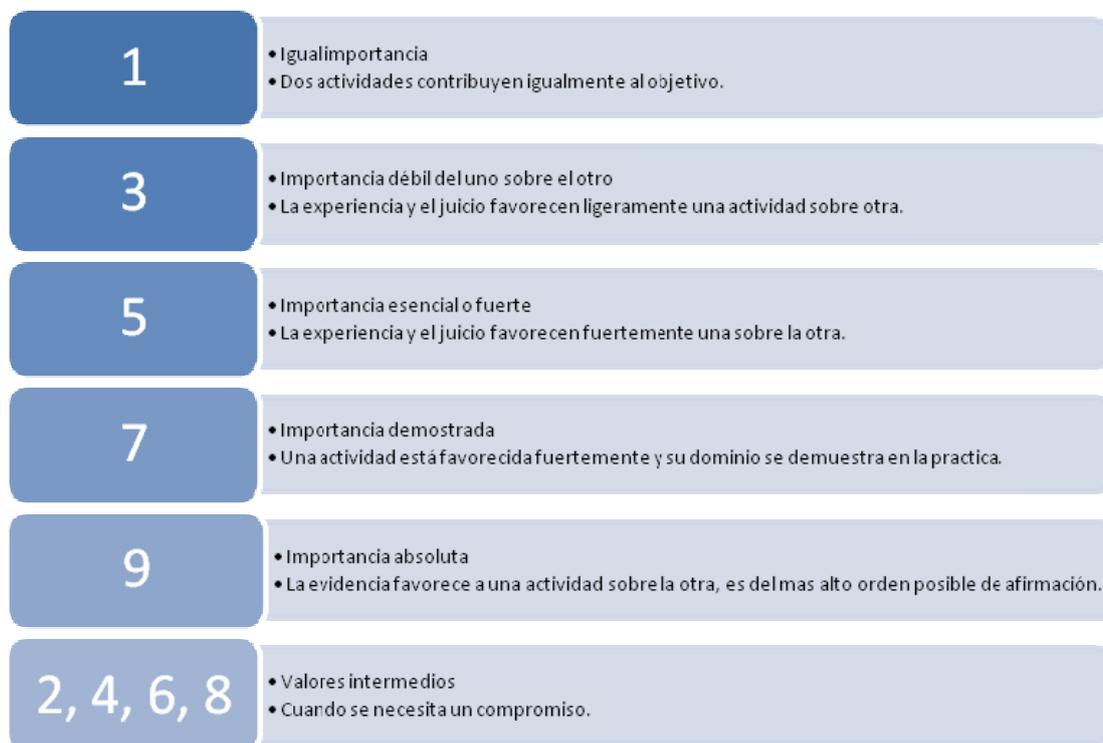


Figura N° 19. Escala de calificaciones del PJA
[Fuente: Duffuaa et al (2009)]

c-. Establecer matriz para calificaciones:

Con la finalidad, que el participante pueda registrar cada una de sus evaluaciones por pares, se estableció una matriz de 14 filas x 14 columnas, para el resultado de las comparaciones por pares, donde cada entrada de la matriz indica, la fuerza con que un factor domina a otro. El elemento a_{ij} de la matriz, se define como, la intensidad de la importancia

del factor i en comparación con el factor j , utilizando la escala mencionada en el paso b y las definiciones establecidas en el paso a.

Tabla 9 Matriz de comparación de pares

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1													
2		1												
3			1											
4				1										
5					1									
6						1								
7							1							
8								1						
9									1					
10										1				
11											1			
12												1		
13													1	
14														1

[Fuente: autor (2013)]

Como es una comparación por pares, la diagonal central es siempre unitaria, por ser la comparación con el mismo factor.

En el Anexo N° B. "Instrumento de evaluación de factores", se observa el instrumento completo, para evaluar los pesos de los factores que afectan el mantenimiento.

3 Aplicación del Instrumento de evaluación de factores

El instrumento fue entregado a cada participante seleccionado, de forma individual, y sin tiempo determinado para la evaluación, tampoco se dispuso de un lugar

particular para esta actividad. El resultado obtenido de cada participante, se muestra a continuación y se identifica por su cargo dentro de la organización y años de experiencia, con la finalidad de mantener la confidencialidad del participante.

Tabla 10 Evaluación de Ingeniero Mantenimiento II – 12 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1/5	1/5	1/5	1	1	1	1/8	1	1	1/9	1/9	1	1/9
2	5	1	1/7	1	1/9	1/5	1	1/5	1/3	5	1	1/5	1	1
3	5	7	1	3	3	1/5	1	1/5	7	7	1/7	1/7	1/7	1/7
4	5	1	1/3	1	1	1	1	1	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1
5	1	9	1/3	1	1	1	1	1	1	1	7	7	1	1
6	1	5	5	1	1	1	1	1/7	1/7	1/6	1/3	1/3	1	1/3
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
8	8	5	5	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	3	1/7	7	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1/5	3	5	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1
11	9	1	7	7	1/7	3	1/3	1	1	1	1	1	1	1
12	9	5	7	5	1/7	3	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	7	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	9	1	7	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

[Fuente: autor (2013)]

Tabla 11 Jefe de Sección - 9 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1/3	1	1/3	1/5	1	1	1	1/4	1/5	1/3	1/8	1/8	1/3
2	3	1	1/3	1	1/5	1	1/7	1/4	1/4	1/5	1/3	1/8	1/8	1/3
3	1	3	1	1/5	1/5	1/5	1/6	1/4	1/4	1/4	1/3	1/8	1/8	1/3
4	3	1	5	1	1/5	1	1/7	1/4	1/4	1/3	1/3	1/8	1/9	1/3
5	5	5	5	5	1	1	1/7	1/4	1/4	1/3	1/3	1/8	1/9	1/3
6	1	1	5	1	1	1	1/7	1/4	1/4	1/6	1/3	1/8	1/9	1/3
7	1	7	6	7	7	7	1	1/4	1/4	1/5	1/7	1/8	1/7	1/3
8	1	4	4	4	4	4	4	1	1/4	1/5	1/8	1/8	1/7	1/3
9	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1/7	1/8	1/8	1/7	1/3
10	5	5	6	3	3	6	5	5	7	1	1/8	1/8	1/9	1/3
11	3	3	3	3	3	3	7	8	8	8	1	1/8	1/9	1/3
12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1	1/9	1/3
13	8	8	8	9	9	9	7	7	7	9	9	9	1	1/3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1

[Fuente: autor (2013)]

Tabla 12 Técnico de Mantenimiento IV - 10 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	3	1	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1	1/2	1/4	1	1	1/5
2	1/3	1	1/5	1/5	1/7	1/7	1	1/5	1	1/3	1/3	1/5	1	1/2
3	1	5	1	1/3	1/5	1/5	1/7	1/7	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/7
4	5	5	3	1	1	1	1/3	1/5	1	1/5	1/7	1/7	1/3	1/3
5	5	7	5	1	1	1/9	1	1/7	1	1	1/5	1/5	1/5	1/7
6	7	7	5	1	9	1	1	1/7	1	1	1	1	1/5	1/5
7	5	1	7	3	1	1	1	1/7	1/9	1/9	1/5	1	1/3	1/4
8	5	5	7	5	7	7	7	1	1/7	1/7	1/7	1/7	1/3	1
9	1	1	3	1	1	1	9	7	1	1	1	1	1	1
10	2	3	3	5	1	1	9	7	1	1	1/9	1/9	1/5	1/5
11	4	3	3	7	5	1	5	7	1	9	1	1/7	1/7	1/5
12	1	5	5	7	5	1	1	7	1	9	7	1	1/3	1/3
13	1	1	5	3	5	5	3	3	1	5	7	3	1	1
14	5	2	7	3	7	5	4	1	1	5	5	3	1	1

[Fuente: autor (2013)]

Tabla 13 Ingeniero de Procesos III- 12 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1/5	1/3	1/3	1/9	1/9	1/9	1/9	1/5	1/5	1/5	1/9	1/5	1/3
2	5	1	1/9	1/3	1	1/3	1	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3
3	3	9	1	1	1/9	1/5	1/9	1/9	1/5	1/5	1/9	1/3	1/3	1
4	3	3	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1/5	1/3
5	9	1	9	5	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3
6	9	3	5	5	1	1	1	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3
7	9	1	9	5	1	1	1	1/9	1/9	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3
8	9	3	9	5	3	3	9	1	1/9	1/5	1	1/3	1/5	1/3
9	5	5	5	3	3	5	9	9	1	1	1/3	1/5	1/3	1
10	5	3	5	1	3	5	5	5	1	1	1/9	1/5	1/3	1
11	5	5	9	3	5	3	5	1	3	9	1	1	1/3	1
12	9	3	3	3	5	3	3	3	5	5	1	1	1	1
13	5	3	3	5	3	5	5	5	3	3	3	1	1	1/3
14	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	3	1

[Fuente: autor (2013)]

Tabla 14 Ingeniero de Mantenimiento III- 8 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1/3	7	5	5	1/9	3	5	9	5	3	7	4	4
2	3	1	9	9	7	1/9	5	5	9	1/9	1	1	1	7
3	1/7	1/9	1	3	3	7	5	5	9	9	3	3	1/5	1/5
4	1/5	1/9	1/3	1	5	1/9	1/2	5	9	3	3	3	7	7
5	1/5	1/7	1/3	1/5	1	1/9	1/2	5	9	3	3	3	7	9
6	9	9	1/7	9	9	1	1	1/9	9	1/5	9	9	7	1/7
7	1/3	1/5	1/5	2	2	1	1	1	5	1	1	1	3	1/5

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	9	1	1	1	1	1	1	1	1/3
9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/5	1	1	1	1/7	1/5	1/7	1/5
10	1/5	9	1/3	1/3	1/3	5	1	1	1	1	1	1/9	5	1/5
11	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/9	1	1	7	1	1	1	7	1
12	1/7	1	1/3	1/3	1/3	1/9	1	1	5	9	1	1	1/5	1/5
13	1/4	1	5	1/7	1/7	1/7	1/3	1	7	1/5	1/7	5	1	1
14	1/4	1/7	5	1/7	1/9	7	5	3	5	5	1	5	1	1

[Fuente: autor (2013)]

Tabla 15 Ingeniero de Mantenimiento III- 10 años de experiencia

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1/3	7	5	5	1/9	3	5	9	5	3	7	4	4
2	3	1	9	9	7	1/9	5	5	9	1/9	1	1	1	7
3	1/7	1/9	1	3	3	7	5	5	9	9	3	3	1/5	1/5
4	1/5	1/9	1/3	1	5	1/9	1/2	5	9	3	3	3	7	7
5	1/5	1/7	1/3	1/5	1	1/9	1/2	5	9	3	3	3	7	9
6	9	9	1/7	9	9	1	1	1/9	9	1/5	9	9	7	1/7
7	1/3	1/5	1/5	2	2	1	1	1	5	1	1	1	3	1/5
8	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	9	1	1	1	1	1	1	1	1/3
9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/5	1	1	1	1/7	1/5	1/7	1/5
10	1/5	9	1/3	1/3	1/3	5	1	1	1	1	1	1/9	5	1/5
11	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/9	1	1	7	1	1	1	7	1
12	1/7	1	1/3	1/3	1/3	1/9	1	1	5	9	1	1	1/5	1/5
13	1/4	1	5	1/7	1/7	1/7	1/3	1	7	1/5	1/7	5	1	1
14	1/4	1/7	5	1/7	1/9	7	5	3	5	5	1	5	1	1

[Fuente: autor (2013)]

4-. Unificar las calificaciones:

Para poder obtener una calificación o ponderación para cada factor, en función de las seis (6) matrices de evaluación presentadas en el paso 3-., se usó la unificación de las calificaciones obtenidas, haciendo uso de la herramienta matemática: “promedio de los valores”. De tal forma, que los valores correspondientes a la misma posición en cada una de las seis (6) matrices, fueron unificados en un promedio. El resultado de este proceso, se muestra a continuación en la tabla N° 16:

Tabla 16 Promedio de calificaciones de los pesos de los factores

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,00	0,73	2,76	1,84	1,92	0,41	1,39	1,91	3,41	1,98	1,15	2,56	1,72	1,50
2	3,22	1,00	3,13	3,42	2,58	0,32	2,19	1,83	3,30	1,01	0,64	0,48	0,74	2,69
3	1,71	4,04	1,00	1,76	1,59	2,47	1,90	1,78	4,30	4,30	1,15	1,13	0,20	0,34
4	2,73	1,70	1,67	1,00	2,07	0,57	0,45	1,94	3,29	1,29	1,16	1,13	2,50	2,67
5	3,40	3,71	3,33	2,07	1,00	0,56	0,69	1,95	3,43	1,44	2,29	2,25	2,61	3,30
6	6,00	5,67	3,38	4,33	5,00	1,00	0,86	0,18	3,27	0,32	3,33	3,30	2,59	0,25
7	2,78	1,73	3,90	3,33	2,33	2,00	1,00	0,58	1,91	0,59	0,92	0,74	1,28	0,39
8	3,90	2,90	4,23	2,57	2,57	6,50	3,83	1,00	0,58	0,59	0,71	0,60	0,61	0,56
9	1,87	2,20	2,06	2,54	1,54	2,87	3,90	3,83	1,00	0,86	0,46	0,45	0,46	0,62
10	2,23	4,87	2,94	2,44	1,44	4,67	3,67	3,33	2,00	1,00	0,56	0,28	1,94	0,49
11	3,61	2,33	3,78	3,44	2,30	1,70	3,22	3,17	4,50	4,83	1,00	0,71	2,60	0,76
12	4,55	3,83	3,94	3,94	3,13	2,54	2,50	3,50	4,17	6,83	3,17	1,00	0,47	0,51
13	2,58	2,50	5,50	3,38	3,05	3,38	2,78	3,00	4,33	3,07	3,38	4,00	1,00	0,78
14	3,42	1,55	4,67	1,71	2,37	4,67	3,50	2,33	2,67	3,33	2,00	3,00	1,67	1,00

[Fuente: autor (2013)]

5-. Normalización de la matriz resultante:

Por la naturaleza subjetiva de la evaluación realizada, y debido a la amplitud (14x14), es importante, para obtener resultados adecuados y consistentes, que se realice un proceso matemático, que permita reducir significativamente, las variaciones producto de la inconsistencia en algunos juicios elaborados por los expertos. Antes de aplicar el método aritmético, para resolver la matriz obtenida en el paso anterior, se requiere primero de la normalización aritmética de la misma, para garantizar la *Consistencia de la Matriz*, de esta forma se evita que los resultados sean sensibles a errores de juicio por parte de los expertos.

El método del PJA, tiene la particularidad de ser tolerante a la inconsistencia en los juicios, esto debido a la cantidad de redundancia en los juicios, un poco parecido a lo que ocurre con los promedios. Para facilitar la consistencia de la matriz, se realiza el proceso de normalización de la matriz usando la técnica de los vectores propios, explica Hyman (2003). Para el proceso de normalización, se procedió a convertir los valores de cada elemento de la matriz, de punto decimal a su fracción equivalente. Esto facilita el siguiente paso a realizar, ya que se requiere, que cada elemento perteneciente a la

misma columna, se debe dividir entre el valor inverso correspondiente al primer elemento de esa misma columna, como se observa en la tabla N° 03.

La matriz original, tiene una razón de consistencia muy superior al aceptable (0.10 valor máximo), con lo cual, los expertos deben asignarles nuevos valores a las matrices hasta conseguir unos juicios ciertamente más consistentes entre ellos. Al realizar el proceso matemático de normalización, se obtienen consistencias cercanas al cero para la matriz, ahorrando mucho tiempo para los participantes en la evaluación. La ventaja de esta técnica, es que permite verificar la consistencia de la matriz de comparación, a través, del cálculo de los valores propios (eigenvalores). En la Figura N° 20 se observa el resultado de la normalización de la matriz:

$$M := \begin{pmatrix} 1 & \frac{9}{29} & \frac{7}{12} & \frac{4}{11} & \frac{5}{17} & \frac{1}{6} & \frac{9}{25} & \frac{9}{35} & \frac{8}{15} & \frac{4}{9} & \frac{5}{18} & \frac{9}{41} & \frac{5}{13} & \frac{5}{12} \\ \frac{29}{9} & 1 & \frac{203}{108} & \frac{116}{97} & \frac{145}{153} & \frac{29}{54} & \frac{29}{25} & \frac{29}{35} & \frac{232}{135} & \frac{116}{81} & \frac{145}{162} & \frac{29}{41} & \frac{145}{117} & \frac{145}{108} \\ \frac{12}{7} & \frac{108}{203} & 1 & \frac{48}{77} & \frac{60}{119} & \frac{12}{42} & \frac{108}{175} & \frac{108}{245} & \frac{96}{105} & \frac{48}{63} & \frac{60}{126} & \frac{108}{287} & \frac{60}{91} & \frac{5}{7} \\ \frac{11}{4} & \frac{99}{116} & \frac{77}{48} & 1 & \frac{55}{68} & \frac{11}{24} & \frac{99}{100} & \frac{99}{140} & \frac{88}{60} & \frac{11}{9} & \frac{55}{72} & \frac{99}{164} & \frac{55}{52} & \frac{55}{48} \\ \frac{17}{5} & \frac{153}{145} & \frac{119}{60} & \frac{68}{55} & 1 & \frac{17}{30} & \frac{153}{125} & \frac{153}{175} & \frac{136}{75} & \frac{68}{45} & \frac{85}{90} & \frac{153}{205} & \frac{17}{13} & \frac{17}{12} \\ 6 & \frac{54}{29} & \frac{42}{12} & \frac{24}{11} & \frac{30}{17} & 1 & \frac{54}{25} & \frac{54}{35} & \frac{48}{15} & \frac{24}{9} & \frac{35}{18} & \frac{54}{41} & \frac{30}{13} & \frac{30}{12} \\ \frac{25}{9} & \frac{25}{29} & \frac{175}{108} & \frac{100}{99} & \frac{125}{153} & \frac{25}{24} & 1 & \frac{25}{35} & \frac{200}{135} & \frac{100}{81} & \frac{125}{162} & \frac{25}{41} & \frac{125}{117} & \frac{125}{108} \\ \frac{35}{9} & \frac{35}{29} & \frac{245}{108} & \frac{140}{99} & \frac{175}{153} & \frac{35}{54} & \frac{35}{25} & 1 & \frac{280}{135} & \frac{140}{81} & \frac{175}{162} & \frac{35}{41} & \frac{175}{117} & \frac{175}{108} \\ \frac{15}{8} & \frac{135}{232} & \frac{105}{96} & \frac{60}{88} & \frac{75}{136} & \frac{15}{48} & \frac{135}{200} & \frac{135}{280} & 1 & \frac{60}{72} & \frac{75}{144} & \frac{135}{328} & \frac{75}{104} & \frac{75}{96} \\ \frac{9}{4} & \frac{81}{116} & \frac{63}{48} & \frac{9}{11} & \frac{45}{68} & \frac{9}{24} & \frac{81}{100} & \frac{81}{140} & \frac{72}{60} & 1 & \frac{45}{72} & \frac{81}{164} & \frac{45}{52} & \frac{45}{48} \\ \frac{18}{5} & \frac{162}{145} & \frac{126}{60} & \frac{72}{55} & \frac{90}{85} & \frac{18}{30} & \frac{162}{125} & \frac{162}{175} & \frac{144}{75} & \frac{72}{45} & 1 & \frac{162}{205} & \frac{18}{13} & \frac{18}{12} \\ \frac{41}{9} & \frac{41}{29} & \frac{287}{108} & \frac{164}{99} & \frac{205}{153} & \frac{41}{54} & \frac{41}{25} & \frac{41}{35} & \frac{328}{135} & \frac{164}{81} & \frac{205}{162} & 1 & \frac{328}{117} & \frac{108}{205} \\ \frac{13}{5} & \frac{117}{145} & \frac{91}{60} & \frac{52}{55} & \frac{13}{17} & \frac{13}{30} & \frac{117}{125} & \frac{117}{175} & \frac{104}{75} & \frac{52}{45} & \frac{13}{18} & \frac{117}{328} & 1 & \frac{13}{12} \\ \frac{12}{5} & \frac{108}{145} & \frac{7}{5} & \frac{48}{55} & \frac{12}{17} & \frac{12}{30} & \frac{108}{125} & \frac{108}{175} & \frac{96}{75} & \frac{48}{45} & \frac{12}{18} & \frac{108}{205} & \frac{12}{13} & 1 \end{pmatrix}$$

Figura N° 20 Matriz normalizada de la evaluación de los expertos
[Fuente: autor (2013)]

6-. Cálculo del valor característico de la matriz:

Para poder realizar el cálculo de la consistencia de la matriz, es requerido, el mayor valor del vector característico (autovalor o eigenvalor) de la matriz normalizada. Haciendo uso de la función **eigenvals(x)**, de la aplicación ofimática *Mathcad* (versión 14.0.0.163), se obtuvo el vector, que cuyos elementos son los eigenvalores (valores propios) de la matriz M (normalizada, figura N° 18), y se muestran a continuación:

	0
0	14.066
1	0.022+0.465i
2	0.022-0.465i
3	-0.054+0.111i
4	-0.054-0.111i
5	-1.814·10 ⁻¹⁵
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0

Figura N° 21 Vector de eigenvalores de la matriz
[Fuente: autor (2013)]

Como se observa en la figura N° 21, el mayor valor obtenido dentro del eigenvalor es 14.066, correspondiente al elemento N° 0 del vector. Cuando una matriz es consistente, el mayor valor obtenido debe ser cercano al número de columnas y filas de la matriz, sin embargo, se debe calcular el índice de consistencia CI, para corroborar con precisión.

7-. Calcular el índice de consistencia CI:

Para el método PJA, la relación de consistencia CR, es el cociente entre el índice de consistencia CI de una matriz de comparaciones dadas y el valor del mismo índice para una matriz de comparaciones generada aleatoriamente.

$$CR = \frac{CI}{CI_{randoms}} \leq 0.1$$

Donde

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Donde λ_{\max} es el mayor valor característico positivo de la matriz de comparaciones, obtenido en el paso anterior y posee un valor de 14.006.

Hyman (2003), indica que la consistencia es suficiente, si el CI es menor o igual al 0.10. En caso contrario, se debe revisar los valores de la matriz de comparaciones con el ánimo de mejorar la consistencia. Con el proceso de normalización de la matriz, realizado en los pasos anteriores, se garantiza que la consistencia se encuentre dentro de los rangos establecidos.

Aplicando la Ecuación 4, se obtiene:

$$CI = \frac{14.006 - 14}{14 - 1}$$

Donde 14.006, es el mayor valor obtenido del vector característico de la matriz de comparación y n=14 (dimensión de la matriz).

$$CI = 0.0046$$

En conclusión, el índice de consistencia de la matriz indica que tiene bajos niveles de inconsistencia en los juicios emitidos, con un error del 0.0046, por lo tanto, es *acceptable* y se puede continuar a la siguiente fase.

8-. Cálculo de los vectores característicos:

Una vez, verificada la consistencia de la matriz, se procede a realizar el cálculo de los vectores característicos de la matriz, el cual, representa los vectores propios no nulos que, cuando son transformados por el operador, dan lugar a un múltiplo escalar de sí mismo, con lo que no cambian su dirección, si dirección se ve afectada en la transformación, este no sería un vector propio de la matriz.

Para determinar los pesos de cada factor, se requiere determinar el vector característico principal de la matriz de comparación, esto definido como, el vector que sea mayor de los catorce (14) vectores característicos de la matriz (mayores valores positivos).

Haciendo uso de la función ***eigenvecs(x)*** de la aplicación ofimática Mathcad (versión 14.0.0.163), se obtuvo los catorce (14) vectores característicos (ver anexo C) que, cuyos elementos son los eigenvalores (valores propios) normalizados de la matriz M (matriz normalizada), y se muestra a continuación el vector característicos principal correspondiente al eigenvalor 14.006.

	0
0	0.082
1	0.264
2	0.141
3	0.226
4	0.279
5	0.498
6	0.248
7	0.319
8	0.154
9	0.185
10	0.295
11	0.37
12	0.208
13	0.197

Figura N° 22 Vector propio principal de los eigenvalores de la matriz

9-. Designar los pesos a cada factor:

Al determinar el vector propio (principal) de la matriz y normalizarlo (escala máxima = unidad), se procede a asignarlo a cada factor, en función de la misma posición que poseían en la matriz original. En la tabla N° 17, se observan los valores correspondientes a los pesos para cada factor evaluado; siendo esto una simplificación aritmética y proporcional de las evaluaciones realizadas por los expertos, durante el proceso de comparación por pares. El PJA permitió, resolver de forma sencilla, la compleja evaluación realizada, entregando como producto, la influencia que posee cada

factor en el cumplimiento de los objetivos de la gestión de mantenimiento. A continuación, los pesos de los factores según los expertos seleccionados.

Tabla 17 Pesos normalizados de los factores

Nº	Factores Relevantes	Peso Normalizado w_i
1	Organización y Personal	0,082
2	Productividad de la mano de obra	0,264
3	Capacitación Gerencial	0,141
4	Capacitación del Planificador	0,226
5	Capacitación del Personal Técnico	0,279
6	Motivación	0,498
7	Administración y Control del Presupuesto	0,248
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	0,319
9	Instalaciones	0,154
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	0,185
11	Mantto preventivo e historial del equipo	0,295
12	Ingeniería y Monitoreo	0,37
13	Medición del Trabajo e incentivos	0,208
14	Sistema de Información	0,197

[Fuente: autor (2013)]

La tercera etapa para la elaboración del instrumento consistió, en realizar el cuestionario de preguntas, que servirían de guía para crear los criterios y el documento de referencia para la auditoría. Haciendo uso de cuestionarios utilizados por compañías especializadas en auditoría de mantenimiento, se realizó una compilación, clasificación, agrupación y edición de las preguntas en función de los catorce (14) factores establecidos anteriormente en la primera etapa. El conglomerado de preguntas obtenidas y agrupadas para cada factor, se entregaron a los mismos expertos mencionados en la segunda etapa. Con este cuestionario, ellos validarán si las preguntas, eran adecuadas para auditar esos factores, escogiendo entre las opciones de SI o NO, para cada interrogante. El instrumento usado, más las calificaciones realizadas por los expertos se observa en el Anexo D. Cuestionario de Preguntas.

El producto de esta etapa, es un cuestionario de preguntas dirigidas para auditar específicamente cada factor y su importancia dentro de la gestión de mantenimiento, para el cumplimiento efectivo de sus objetivos.

En la *cuarta etapa*, se selecciono una escala tipo apreciación de 5 elementos, para evaluar el cuestionario obtenido en la tercera etapa. La escala a utilizar es la siguiente:

Tabla 18 Escala de apreciación para el cuestionario de auditoría

No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
1	2	3	4	5

Como resultado del cumplimiento de este objetivo, se obtuvo un instrumento, tipo cuestionario, definido específicamente, para evaluar una gestión de mantenimiento a través de una auditoría en sitio. Este instrumento cuenta con 14 secciones de preguntas para evaluar los catorce (14) factores establecidos, con una escala de apreciación de 5 elementos. Adicionalmente, también quedaron establecidos los pesos (influencia) de cada factor dentro de una gestión de mantenimiento. Una vez establecidos, los criterios y el instrumento de evaluación, se continuó hacia la fase de auditoría.

Objetivo N° 3: Realizar una evaluación actual de la gestión del mantenimiento en el Departamento Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.

Para la realización de la evaluación de la gestión de mantenimiento, en el Departamento de Control e Instrumentación, se procedió a través de un esquema de auditoría, haciendo uso del cuestionario obtenido en el objetivo anterior. La calificación obtenida en cada una de las secciones de la auditoría, en combinación con los pesos de los factores, determinó la calificación cuantitativa de cada factor, así como, para obtener una calificación de auditoría general (índice de auditoría de mantenimiento IAM).

Para realizar la auditoría, se realizó un plan de auditoría (ver Anexo E. Plan de auditoría) que fue presentado y validado por el Jefe del Departamento, de la unidad a auditar.

El plan de auditoría incluye el objetivo, el alcance, criterios de evaluación, grupo de auditores, cliente, responsable de la auditoría, la planificación de los cuatro (4) días de auditoría, el personal a auditar, fechas, duraciones, los factores a auditar, cláusula de confidencialidad, calificación de los hallazgos, canales de comunicación, entre otros. Se muestra en el Anexo E. Plan de auditoría.

Esta auditoría se realizó haciendo uso exclusivo de la documentación organizacional que estaba vigente y se generó del 1 enero al 31 de diciembre del 2010. A fin de comparar las situaciones, algunas preguntas se respondían también con la información de la gestión actual (2013), sin embargo, no se tomó en cuenta para realizar la calificación.

La auditoría se llevó a cabo según el plan de auditoría planteado y en los días establecidos. El proceso de auditoría, fue extenso, ya que se debían realizar todas las preguntas (no por muestreo), para obtener las respuestas y las respectivas evidencias. El equipo auditor fue de dos personas, y en negociación con el Jefe de la Unidad, se dividieron las secciones (factores) entre el personal que poseía competencia en esa área específica, con la intención de balancear la carga y no ocupar durante mucho tiempo al personal. En el caso, donde varios empleados conocían del mismo rol (programador, procura, técnicos, jefes de sección, entre otros.), se le realizaron a todos la misma auditoría, algunas en grupo como los programadores, y en otros casos por separado, como los jefes de sección, manteniéndose dentro de lo establecido en el plan de auditoría.

En el Anexo N° F. Resultados y Observaciones de la Auditoría, se pueden observar los resultados detallados, las observaciones y las notas sobre la evidencia obtenida en el proceso.

Cada auditor, evaluó en la escala de apreciación, cada pregunta en función de la respuesta y de la evidencia presentada. Estos datos fueron tabulados, organizados, ponderados del 1 al 5, corresponde 1, al valor menor para la escala (no existe) y el 5, al valor máximo para la escala (eficiente). Cada respuesta fue multiplicada por el valor correspondiente en la escala (1 al 5), luego, se sumaron todos los valores obtenidos para esa sección de preguntas (factor) y se dividió entre el valor máximo a obtener, si

todas las respuestas se calificaran como “eficientes” (5). Este proceso analítico, con lleva a obtener, el valor de calificación por cada factor evaluado. En los caso, cuando la auditoría, se realizó a varias personas (mismo factor), antes de hacer el proceso matemático anterior, primero se promediaron los valores obtenidos en cada pregunta, para unificar.

Una vez obtenido todas las cuantificaciones globales de cada factor, se procedió a tabularse como se muestra a continuación en la tabla N° 19

Tabla 19 Resumen de la evaluación de los factores mediante la auditoría

Nº	Factores Relevantes	Ponderación
1	Organización y Personal	28/40
2	Productividad de la mano de obra	34/65
3	Capacitación Gerencial	24/50
4	Capacitación del Planificador	17/45
5	Capacitación del Personal Técnico	29/55
6	Motivación	46/65
7	Administración y Control del Presupuesto	30/45
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	120/165
9	Instalaciones	49/70
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	89/135
11	Mantto preventivo e historial del equipo	133/210
12	Ingeniería y Monitoreo	101/150
13	Medición del Trabajo e incentivos	59/80
14	Sistema de Información	49/85

[Fuente: autor (2013)]

Debido a que la cantidad de preguntas asignadas para cada factor fueron diferentes, la escala máxima no es homogénea y es difícil, apreciar bien el resultado obtenido, para poder realizar comparaciones entre los factores. Para visualizar mejor el resultado, se realizó una normalización de los valores a una escala máxima de 5 puntos, estableciendo una relación de linealidad (proporcionalidad) entre los valores involucrados (regla de tres simple). Luego, se reorganizaron de menor a mayor, como se muestran a continuación en la tabla N° 20.

Tabla 20 Resumen de la evaluación de los factores normalizados y ordenados de menor a mayor

Nº	Factores Relevantes	Ponderación	Ponderación Normalizada Si
4	Capacitación del Planificador	17/45	1,9
3	Capacitación Gerencial	24/50	2,4
5	Capacitación del Personal Técnico	29/55	2,6
2	Productividad de la mano de obra	34/65	2,6
14	Sistema de Información	49/85	2,9
11	Mantto preventivo e historial del equipo	133/210	3,2
7	Admistración y Control del Presupuesto	30/45	3,3
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	89/135	3,3
12	Ingeniería y Monitoreo	101/150	3,4
1	Organización y Personal	28/40	3,5
6	Motivación	46/65	3,5
9	Instalaciones	49/70	3,5
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	120/165	3,6
13	Medición del Trabajo e incentivos	59/80	3,7

[Fuente: autor (2013)]

Como se observa, en la tabla Nº 20, los tres (3) factores menos productivos para la gestión son:

- 4-.Capacitación del Planificador
- 3-.Capacitación Gerencial
- 5-.Capacitación del Personal Técnico.

Adicionalmente, los tres (3) más productivos para la gestión son:

- 13-. Medición del Trabajo e incentivos
- 8-. Planeación y programación de las Órdenes de Trabajo
- 9-. Instalaciones.

Sin embargo, esto es una imprecisión, debido a que, está sería una interpretación correcta de la evaluación, en el caso, de que cada factor influenciara a la gestión en la misma proporción, pero es conocido, que éste no es el caso, y que cada factor influye de forma diferente, en el cumplimiento de los objetivos. Por lo tanto, es

necesario, añadir a cada factor, la constante que indica su peso dentro de la gestión y que fue calculada en el objetivo N° 2.

Se procedió a multiplicar la ponderación Normalizada (S_i) por el peso normalizado (w_i) obtenido de los expertos para cada factor, dando como resultado la ponderación final ($S_i * w_i$). La ponderación final, es la correcta evaluación de cada factor sobre la gestión de mantenimiento, basada en el criterio de los expertos del área.

Adicionalmente, también se obtuvieron las ponderaciones máximas permisibles para cada factor. Se muestra en la tabla N° 21 los resultados.

Tabla 21 Resumen de la evaluación de los factores (ponderados con el peso)

Nº	Factores Relevantes	Ponderación Normalizada S_i	Peso Normalizado w_i	Ponderación Final $S_i * w_i$	Máxima Calificación del Factor l_i	Máxima Ponderación Final $l_i * w_i$
1	Organización y Personal	3,5	0,082	0,287	5	0,41
2	Productividad de la mano de obra	2,6	0,264	0,6864	5	1,32
3	Capacitación Gerencial	2,4	0,141	0,3384	5	0,705
4	Capacitación del Planificador	1,9	0,226	0,4294	5	1,13
5	Capacitación del Personal Técnico	2,6	0,279	0,7254	5	1,395
6	Motivación	3,5	0,498	1,743	5	2,49
7	Administración y Control del Presupuesto	3,3	0,248	0,8184	5	1,24
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	3,6	0,319	1,1484	5	1,595
9	Instalaciones	3,5	0,154	0,539	5	0,77
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	3,3	0,185	0,6105	5	0,925
11	Mantto preventivo e historial del equipo	3,2	0,295	0,944	5	1,475
12	Ingeniería y Monitoreo	3,4	0,37	1,258	5	1,85
13	Medición del Trabajo e incentivos	3,7	0,208	0,7696	5	1,04
14	Sistema de Información	2,9	0,197	0,5713	5	0,985

[Fuente: autor (2013)]

En la tabla N° 21, se observan los valores obtenidos para cada factor, donde podemos extraer que los tres (3) factores menos productivos para la gestión que fueron los siguientes:

- 1-.Organización y Personal,
- 3-.Capacitación Gerencial, y
- 4-.Capacitación del Planificador.

Los factores tres (3) más productivos fueron:

- 6-.Motivación,
- 12-.Ingeniería y Monitoreo, y
- 8-.Planificación y Programación de las Órdenes de trabajo.

Si se observa, la clasificación realizada antes de agregar los pesos, el resultado es totalmente diferente, al obtenido en la tabla N° 21 y los factores involucrados son casi totalmente diferentes.

Sin embargo, a pesar de que los valores de la ponderación final, proceden de un proceso normalizado, la escala de los valores obtenidos, nuevamente es diferente, al agregar los pesos normalizados. En la tabla N° 21, se observa la Máxima Ponderación Final ($I_i * w_i$) de cada factor, esto es el resultado del proceso aritmético de multiplicar el peso del factor w_i por el valor de la Máxima Calificación del Factor I_i , que en este caso, para todos los factores, vale 5. El resultado muestra, que el valor máximo, que se puede obtener para cada factor, es diferente, lo cual, implica que no se deben comparar entre sí, porque el análisis sería incorrecto debido a la proporcionalidad de la escala. Por lo tanto, se debe plantear un nuevo esquema de organización. El más adecuado, es organizarlos, en función del porcentaje de desviación de cada factor, con respecto a su Máxima Calificación del Factor.

La desviación máxima ponderada porcentual, para el factor i (PWD $_i$) se calcula primero la desviación ponderada d_i :

$$d_i = w * I_i - w * S_i = w_i * (I_i - S_i)$$

Ecuación 5

Donde w_i es el peso normalizado, l_i es la máxima ponderación (5) y S_i es la ponderación normalizada.

$$PWD_j = \left(\frac{d_j}{\sum d_j} \right) * 100$$

Ecuación 6

La desviación máxima ponderada porcentual PWD_j , es la representación porcentual de la desviación de cada factor dentro de la desviación máxima de todos los factores.

En la tabla N° 22, se muestra el resultado del cálculo desviación ponderada d_i y de la desviación máxima porcentual PWD_j , además, se visualizan los factores ordenados descendientemente por porcentaje de desviación.

Tabla 22 Factores clasificados por la desviación pondera porcentual

Nº	Factores Relevantes	Desviación Ponderada d_i	Desviación Ponderada Porcentual PWD_i
6	Motivación	0,75	11,56
4	Capacitación del Planificador	0,70	10,84
5	Capacitación del Personal Técnico	0,67	10,36
2	Productividad de la mano de obra	0,63	9,81
12	Ingeniería y Monitoreo	0,59	9,16
11	Mantto preventivo e historial del equipo	0,53	8,22
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	0,45	6,91
7	Administración y Control del Presupuesto	0,42	6,53
14	Sistema de Información	0,41	6,40
3	Capacitación Gerencial	0,37	5,67
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	0,31	4,87
13	Medición del Trabajo e incentivos	0,27	4,18
9	Instalaciones	0,23	3,58
1	Organización y Personal	0,12	1,90

[Fuente: autor (2013)]

De la tabla N° 22, se extraen nuevos resultados, algunos de los factores permanecen y otros cambian en su clasificación. En este caso los tres (3) factores menos productivos son:

- 6-.Motivación
- 4-.Capacitación del Planificador
- 5-. Capacitación del Personal Técnico.

Los tres (3) factores más productivos son:

- 1-.Organización y Personal
- 9-.Instalaciones
- 13-.Medición del Trabajo e Incentivos.

La tabla N° 22, contiene el resumen de las desviaciones ponderadas. Esta ultima adecuación, será la utilizada para realizar los análisis correspondientes en las siguientes fases.

Una vez, que se obtuvo el peso de cada factor y la evaluación de cada factor a través de la auditoría, se procedió a realizar el cálculo para una *calificación combinada de auditoría* IAM, realizándolo de la siguiente manera:

$$IAM = \frac{\sum w_i * s_i}{\sum w_i * i_i}$$

Ecuación 7

Donde el numerador de la ecuación N° 05, representa la sumatoria de todas las ponderaciones finales y el denominador la sumatoria de todas las Máximas Ponderaciones Finales. Ver tabla N° 21.

$$IAM = \frac{10.8688}{17.33}$$

$$IAM = 0.6271$$

Como resultado global o evaluación combinada de la auditoría, la gestión de mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación obtuvo una calificación de 62,71 %. Según, la escala de valoración de las auditorías expresada por Duffaau et al (2009), el valor de 62,71 % entra dentro del rango de aceptable. Lo cual indica, que es una gestión *aceptable* pero se debe mejorar factores fundamentales que se encuentran desviados.

En términos de lo observado en la auditoría, esta evaluación, se debe principalmente, a que la gestión cuenta con una estructura organizativa definida, establecida y operativa, de la función del mantenimiento preventivo y correctivo, y es una pieza clave dentro del proceso de producción. Posee instalaciones adecuadas para sus funciones y proyectos de expansión de las mismas (laboratorio y almacenes).

La gestión, es soportada por un sistema de documentación, tipo piramidal, heredado del sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008, además de reuniones semanales estructuradas (comités de gestión, comité de operación y mantenimiento, reuniones departamentales, entre otros.) para la planificación y control de las actividades. El proceso documental y de gestión de mantenimiento se administra a través de las plataformas SAP R3 y SAO (propietario de Edelca).

El proceso mantener, está establecido sobre los sub procesos Planificar, Ejecutar, Controlar y Mejorar. Se observaron también, los planes de mantenimiento, cronogramas de actividades, informes de gestión, planes de procura, planes de adiestramiento del personal, acciones de mejoras, inventarios de activos y suministros, entre otros. En fin, la gran mayoría de los aspectos, tratados en los 14 pilares establecidos para la gestión, el departamento, poseían un avance significativo en la implementación, uso y entendimiento dentro de la gestión.

Sin embargo, también se observó claramente, que mucha de la documentación, procedimientos y planes, para finales del 2010, no se cumplían, o tenían una tendencia negativa en su uso, debido a una debilidad en los sub procesos Controlar y Mejorar, evidenciándose, en la falta de actividades de seguimiento y en la implementación de

planes de mejora, afectando la gestión y por tanto la evaluación de la misma durante la auditoría. Esto básicamente, por el cambio en la estructura de la empresa (incorporación de Edelca dentro de la CORPOELEC) y la falta de definiciones claras, sobre el tema de la gestión de mantenimiento en la nueva empresa.

Esto se corrobora, cuando en la auditoría, se consultaban sobre los mismos tópicos para la gestión del año 2013, donde los indicadores de gestión, plataforma SAP R3, informes de gestión departamental, planificación de los adiestramientos, acciones de mejora, entre otros, ya no están es productivo, ni tampoco se cuenta, con herramientas para suplantarlos.

En conclusión, poseen un sistema de mantenimiento planificado, controlado, y documentado, demostrando que existe conocimiento de las mejoras prácticas, se observa, el uso de herramientas de la calidad, acciones de mejora, planes y seguimientos, así como también, una tendencia negativa en el uso de las herramientas disponibles, dentro del sistema de gestión de mantenimiento. Lo cual implica, que el sistema de gestión tenía una evolución positiva, y consolidada para conseguir sus objetivos, pero se vio impactada negativamente, al ocurrir la transición de la empresa hacia la Corporación Eléctrica Nacional - CORPOELEC.

Objetivo 4: Realizar el análisis de causa y efecto de los factores menos productivos del proceso de gestión de mantenimiento para plantear posibles acciones correctivas.

Para realizar el análisis de causa y efecto de los factores menos productivos, se hizo necesario utilizar una herramienta estadística que permita clasificar y agrupar los factores. El análisis ABC, o método de la gráfica de Pareto, permitió identificar los factores más deficientes en la evaluación. Este análisis ha sido utilizado con éxito en la administración de inventarios y otras áreas, para concentrar el esfuerzo de la gerencia en las áreas de mayor importancia y en consecuencia, de mayor efecto en la

organización. Esta herramienta ayudó a clasificar los factores o categorías para separar los factores importantes de los menos importantes. Para facilitar la clasificación y establecer las prioridades para las mejoras se realizó el análisis ABC con base a la desviación ponderada porcentual con respecto a la ponderación máxima para cada factor.

En la tabla N° 23, se muestra el resultado del cálculo de la desviación máxima porcentual, además se visualizan los factores ordenados descendientemente por porcentaje de desviación y se agregó la desviación acumulada para facilitar la clasificación en términos de la clasificación ABC.

Tabla 23 Factores clasificados en ABC, por la desviación pondera porcentual

Nº	Factores Relevantes	Desviación Ponderada di	Desviación Ponderada Porcentual PWDi	Desviación Ponderada Porcentual Acumulada	Clases
6	Motivación	0,75	11,56	11,56	A
4	Capacitación del Planificador	0,70	10,84	22,40	A
5	Capacitación del Personal Técnico	0,67	10,36	32,77	A
2	Productividad de la mano de obra	0,63	9,81	42,57	B
12	Ingeniería y Monitoreo	0,59	9,16	51,74	B
11	Mantto preventivo e historial del equipo	0,53	8,22	59,95	B
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	0,45	6,91	66,87	B
7	Admistración y Control del Presupuesto	0,42	6,53	73,39	B
14	Sistema de Información	0,41	6,40	79,79	B
3	Capacitación Gerencial	0,37	5,67	85,47	C
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	0,31	4,87	90,34	C
13	Medición del Trabajo e incentivos	0,27	4,18	94,52	C
9	Instalaciones	0,23	3,58	98,10	C
1	Organización y Personal	0,12	1,90	100,00	C

[Fuente: autor (2013)]

Según el análisis de Pareto, los factores se dividen en tres clases, la primera es la Clase A, contiene el 15 al 20% de los factores, y es responsable del 70 al 80% del efecto sobre la organización, en esta clase quedan establecidos los factores.

Tabla 24 Factores Clase A

Nº	Factores Relevantes	Desviación Ponderada di	Desviación Ponderada Porcentual PWDi	Desviación Ponderada Porcentual Acumulada	Clases
6	Motivación	0,75	11,56	11,56	A
4	Capacitación del Planificador	0,70	10,84	22,40	A
5	Capacitación del Personal Técnico	0,67	10,36	32,77	A

[Fuente: autor (2013)]

Los factores clasificados como clase A, están determinados como los factores menos productivos, dentro de la gestión del departamento, donde se encuentran:

- 6-.Motivación
- 4-. Capacitación del Planificador
- 5-.Capacitación del Personal Técnico.

Por ser los factores que poseen la mayor desviación, y con los cuales, se puede obtener una mejora, que produzca un efecto mayor sobre la gestión; estos fueron incluidos dentro de un programa de mejora, a fin de obtener, el mayor impacto global en la gestión del departamento. El plan de acciones de mejora, se desarrolló luego del análisis de las causas y el efecto.

La segunda clase es la B, contienen del 20 al 25% de los factores, y son responsables del 20% al 25% del efecto sobre la organización. En esta clase quedan establecidos en la tabla Nº 25. Esta clasificación está:

- 2-. Productividad de la mano de obra
- 12-. Ingeniería y Monitoreo
- 11-. Mantto preventivo e historial del equipo
- 8-. Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo
- 7-. Admistración y Control del Presupuesto.

Estos factores, poseen un impacto menor dentro de la gestión, y en caso de que la organización, desee aumentar la mejora en su gestión, estos deben ser incluidos en el análisis de causas y efecto.

Tabla 25 Factores clase B

Nº	Factores Relevantes	Desviación Ponderada di	Desviación Ponderada Porcentual PWDi	Desviación Ponderada Porcentual Acumulada	Clases
2	Productividad de la mano de obra	0,63	9,81	42,57	B
12	Ingeniería y Monitoreo	0,59	9,16	51,74	B
11	Mantto preventivo e historial del equipo	0,53	8,22	59,95	B
8	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	0,45	6,91	66,87	B
7	Administración y Control del Presupuesto	0,42	6,53	73,39	B

[Fuente: autor (2013)]

La tercera clase, es la C y está compuesta por los factores restantes, que son responsables de menos de 5% del efecto sobre la organización. En esta clase se encuentran los siguientes factores: 14-. Sistema de Información, 3-. Capacitación Gerencial, 10-. Control de Almacenes, Materiales y Herramientas, 13-. Medición del Trabajo e incentivos, 9-. Instalaciones y 1-. Organización y Personal. Estos factores son los más productivos, y el departamento debe velar por mantenerlos así.

Tabla 26 Factores clase C

Nº	Factores Relevantes	Desviación Ponderada di	Desviación Ponderada Porcentual PWDi	Desviación Ponderada Porcentual Acumulada	Clases
14	Sistema de Información	0,41	6,40	79,79	C
3	Capacitación Gerencial	0,37	5,67	85,47	C
10	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	0,31	4,87	90,34	C
13	Medición del Trabajo e incentivos	0,27	4,18	94,52	C
9	Instalaciones	0,23	3,58	98,10	C
1	Organización y Personal	0,12	1,90	100,00	C

[Fuente: autor (2013)]

La fase del análisis de causa-efecto sólo abarca los factores Clase A, ya que, este grupo acumulan un porcentaje significativo de desviación sobre la organización, en

caso, de que se desee ampliar este rango, se debe incluir los factores clase B y C para una mejora mayor.

Los problemas detectados, fueron todos aquellos aspectos, cuyas valoraciones estuvieron calificadas en la auditoría, entre las categorías *No existe*, *Deficiente* y *Regular*, para cada uno de los factores a analizar.

A continuación, se muestra las causas fundamentales detectadas para cada factor afectado, haciendo uso de la herramienta de calidad, espina de pescado o Ishikawa:

1-. Motivación:

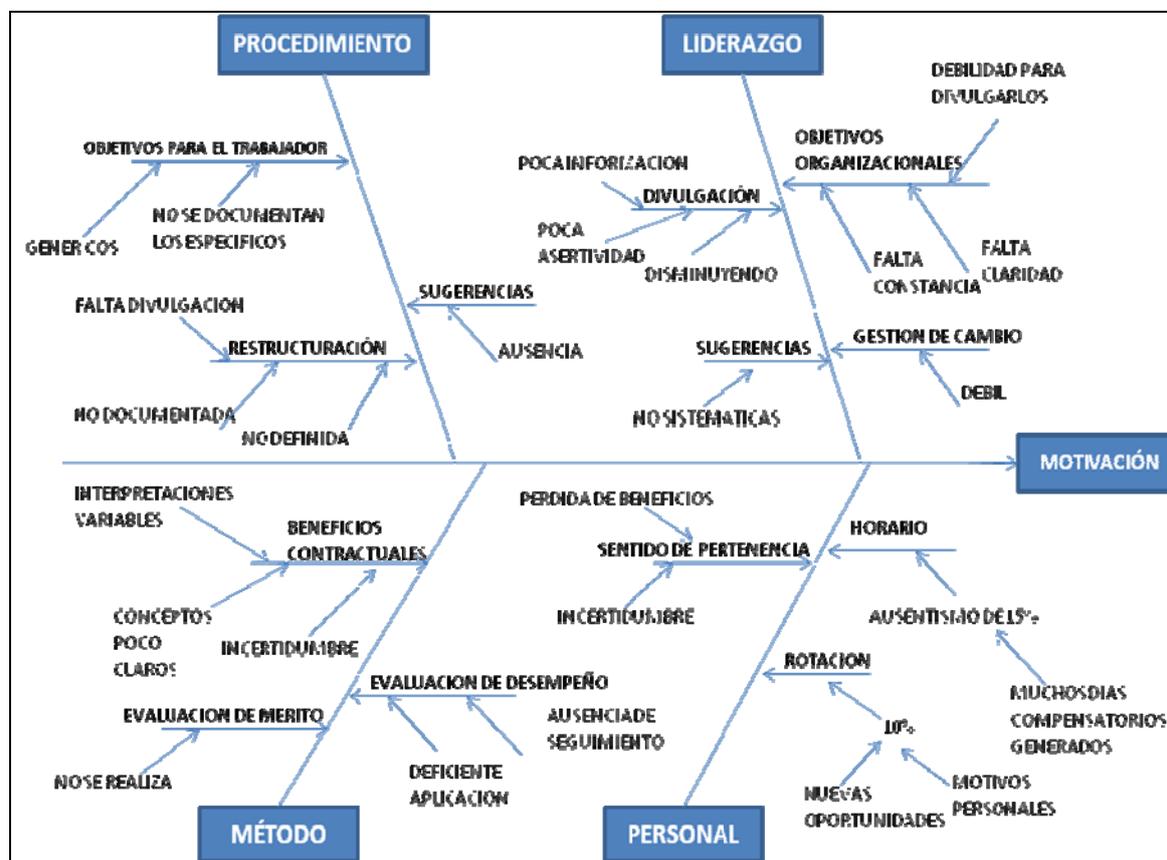


Figura Nº 23 Diagrama Causa - Efecto del Factor: Motivación.

[Fuente: Autor (2013)]

2-. Capacitación del Planificador:

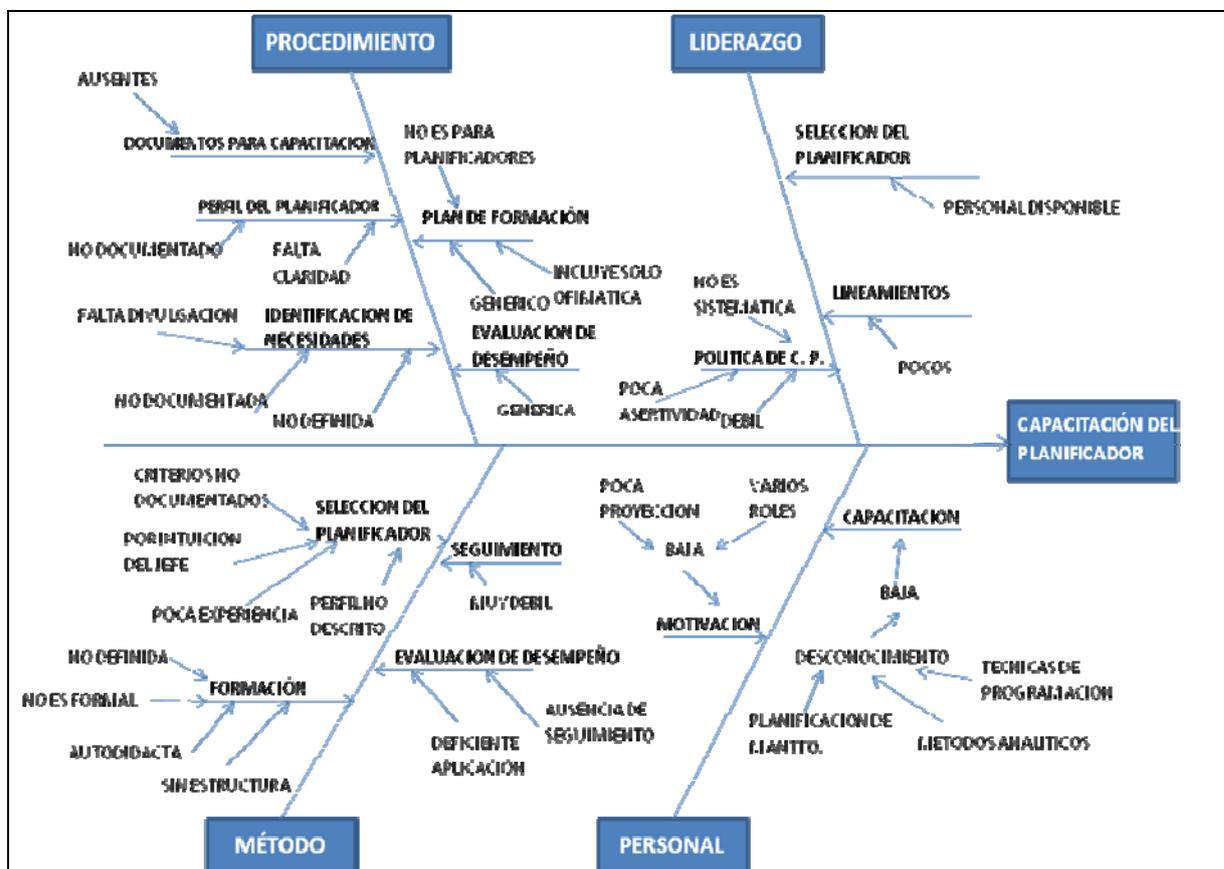


Figura Nº 24 Diagrama Causa - Efecto del Factor: Capacitación del planificador. [Fuente: Autor (2013)]

3- Capacitación del Personal Técnico:

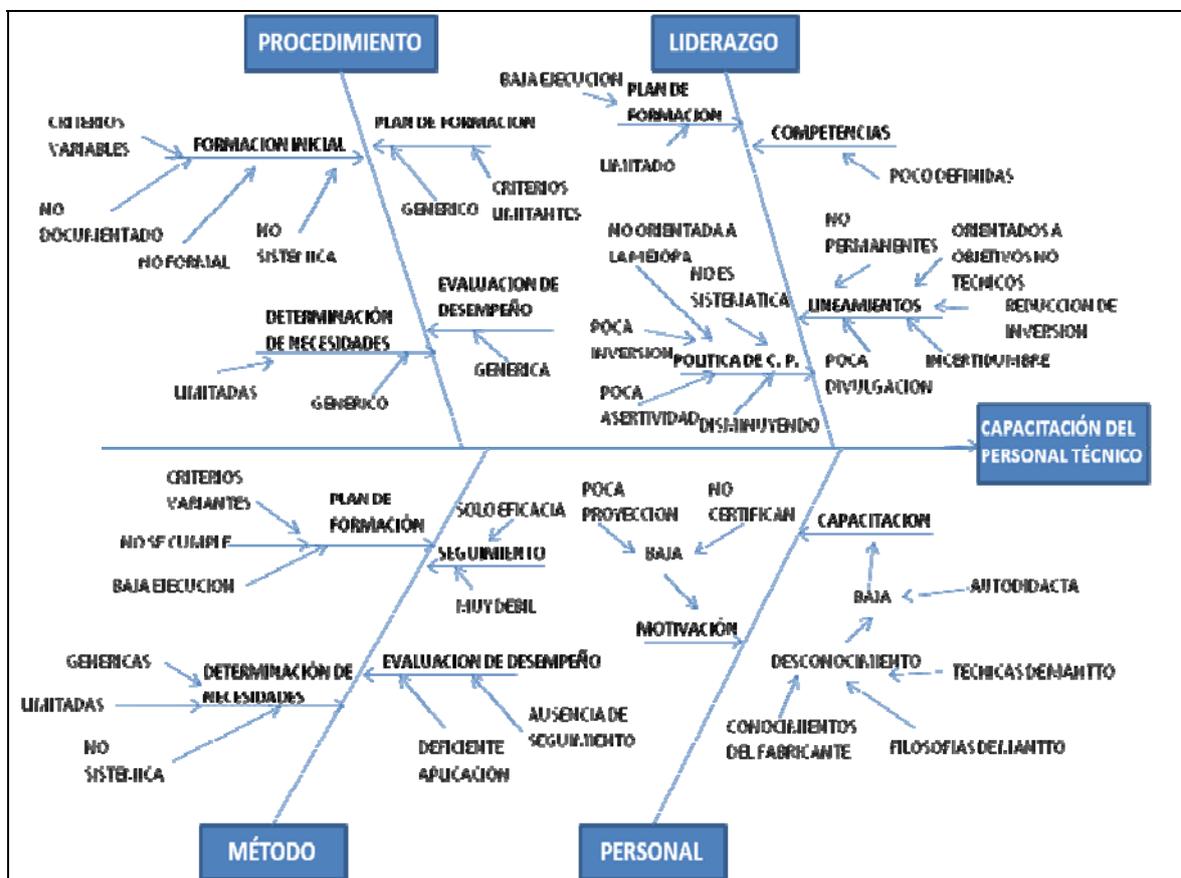


Figura Nº 25 Diagrama Causa - Efecto del Factor: Capacitación del personal técnico. [Fuente: autor (2013)]

Los diagramas de espina de pescado, fueron desarrollados, haciendo una clasificación de los tópicos mencionados en las preguntas de la auditoría, dentro de los cuatro aspectos que posee la herramienta, como lo son: liderazgo, procedimiento, método y personal.

Una vez clasificados, se comenzaron a desarrollar las causas raíces, en función del tópico, de las respuestas obtenidas y de la evidencia presentada. El resultado de este proceso se observa en las figuras Nº 23, 24 y 25.

Objetivo N° 5: Elaborar el plan de acciones de mejora que permita reducir el impacto de los factores menos productivos de la Gestión de Mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación.

Basado en las causas fundamentales y sus efectos, detectadas a través de la herramienta de Diagrama de causa-efecto, y detalladas en la figura N° 23 (factor Motivación), en la figura N° 24 (factor Capacitación del Planificador) y la figura N° 25 (factor Capacitación del Personal Técnico), se desarrolló un plan de acciones de mejora para reducir el impacto de las desviaciones y obtener una mejoría sustancial, en la gestión de mantenimiento del departamento.

Este plan de acciones de mejora, se observa en la tabla N° 27 y está compuesto de la siguiente forma:

En la parte central se encuentran las veintidós (22) acciones de mejora a realizar. Extraídas de los análisis realizados en el objetivo anterior.

En la zona central izquierda, se encuentra la Visión de la Empresa, con el fin de mantener siempre claro el norte de la misma.

En la parte superior, esta la sección de los roles o unidades responsables (10) de cada acción de mejora, y una cuadrícula donde se indica su nivel de responsabilidad sobre cada acción en específico, visualizada en la intersección de la acción y el rol, e indicada con un símbolo.

Sí el símbolo es “•”, indica que ese rol o unidad, es el responsable (líder) de esa acción en específico. Sí el símbolo es “o”, ese rol o unidad, es integrante de equipo o corresponsable por la acción de mejora. Sí el símbolo es “▪”, ese rol o unidad, es apoyo y su responsabilidad es baja para la ejecución de esa acción. Existen acciones donde los roles o unidades, no tienen relación o responsabilidad, debido a la naturaleza de la acción o a las funciones descritas en la organización para los roles o unidades.

En la zona central derecha, se encuentran diez (10) renglones (sección Equipo), estipulados para indicar el nombre específico del responsable por cada unidad o rol. En la parte superior derecha, se encuentra una cuadrícula que indica con el símbolo “•”, a que unidad o rol está adscrito dicho responsable.

En la zona Inferior izquierda, debajo de la Visión, se encuentra los tres (3) factores involucrados en este plan, denominados, Factores Menos Productivos, y en la cuadrícula ubicada debajo de las veintidós (22) acciones de mejora, se indica con el símbolo “▲”, con cual factor está asociada la acción de mejora.

En la zona inferior izquierda y central, se encuentra la sección para realizar el seguimiento a cada acción, en la parte izquierda se encuentran los Porcentajes de Cumplimiento con un rango máximo de 100%, dividido en 10 partes de 10 % cada una, También, se cuenta con una cuadrícula alineada con cada acción de mejora para realizar el seguimiento individual por acción.

En la zona inferior derecha se encuentra la leyenda del plan.

El plan también cuenta con los campos de fecha, fecha de elaboración, realizado por, confirmado por, aprobado por y el número de revisión.

Las veintidós (22) acciones de mejora planteadas, apuntan a realizar acciones que permitan desarrollar, fortalecer o mantener, procesos internos de la gestión, que están presentado dificultades y no permiten alcanzar los objetivos planteados.

Es importante destacar, que algunas de las acciones de mayor impacto, no están relacionadas con el departamento en sí, sino con otras unidades de la organización, y que tienen influencia sobre muchas unidades en la organización, como por ejemplo, la gerencia de recursos humanos o la gerencia de desarrollo de la organización.

Se recomienda, establecer reuniones entre estas unidades y el departamento involucrado, a fin, de dar a conocer la situación actual e involucrarlos activamente en las acciones de mejora a realizar. De esta, forma se lograría, no solo reducir la brecha dentro del departamento, sino también en las demás unidades encargadas del mantenimiento de las Centrales Hidroeléctricas.

En la tabla N° 27 se muestra el Plan de Acciones de Mejora.

Tabla 27 Plan de Acciones de Mejora

Plan de Acciones de Mejora										Fecha: _____													
10	SINDICATO DE TRABAJADORES																						
9	EMPLEADOS																						
8	JEFE DE SECCION																						
7	JEFE DE COORDINACION																						
6	SUPERINTENDENTE																						
5	SUB COMISIONADURIA																						
4	COMISIONADURIA																						
3	JUNTA DIRECTIVA																						
2	RRHH																						
1	DESARROLLO DE LA ORGANIZACION																						
<p>ACIONES DE MEJORA</p> <p>REESTRUCTURACIÓN DE LA EMPRESA</p> <p>ESTABLECER UNA CAMPAÑA DE DIVULGACIÓN PARA FORTALECER EL COMPROMISO DEL EMPLEADO CON LOS NUEVOS OBJETIVOS ORGANIZACIONALES</p> <p>CLARIFICAR, UNIFICAR, DIVULGAR Y CANCELAR LOS BENEFICIOS ESTABLECIDOS EN LA CONTRATACIÓN COLECTIVA VIGENTE</p> <p>REALIZAR EVALUACIÓN DE MERITO ANUALMENTE</p> <p>REALIZAR EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO ANUALMENTE</p> <p>DEFINIR, ESTABLECER, CLARIFICAR Y DOCUMENTAR EL PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO</p> <p>AUMENTAR LA EFICACIA Y LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO</p> <p>CREAR UN INSTRUMENTO PARA MEDIR LA EFICIENCIA Y LA EFICACIA DEL PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO</p> <p>ESTABLECER CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA SELECCIÓN DE LAS CAPACITACIONES DEL PERSONAL TÉCNICO</p> <p>DEFINIR, DOCUMENTAR Y DIVULGAR EL ESTADO ACTUAL DE LA REESTRUCTURACIÓN DE LA EMPRESA</p> <p>FORTALECER EL LIDERAZGO DE MEDIO Y BAJO NIVEL</p> <p>ESTABLECER LINEAMIENTOS PARA INCREMENTAR LA IMPORTANCIA DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN LOS PROCESOS DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO</p> <p>REDIRIGIR U ORIENTAR LA POLÍTICAS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO A LA MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS Y DEL PERSONAL</p> <p>ESTABLECER Y DOCUMENTAR EL PERFIL DEL PLANIFICADOR</p> <p>ESTABLECER Y DOCUMENTAR LA CAPACITACIÓN SISTEMÁTICA DEL PLANIFICADOR</p> <p>UNIFICAR EL PERFIL ESTABLECIDO EN LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO CON EL PERFIL DEFINIDO PARA EL PLANIFICADOR</p> <p>ESTABLECER, DOCUMENTAR, SISTEMATIZAR Y DIVULGAR UNA POLÍTICA DE CAPACITACIÓN PARA EL PLANIFICADOR</p> <p>ESTABLECER, DOCUMENTAR Y DIVULGAR EL PROCESO DE SELECCIÓN DEL PLANIFICADOR</p> <p>INCORPORAR DENTRO DEL PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PLANIFICADOR: TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN DE MANTITO Y MÉTODOS ANALÍTICOS</p> <p>ESTABLECER LINEAMIENTOS CLAROS SOBRE LA PROYECCIÓN, ACTIVIDADES, CAPACITACIÓN, DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO, ROTACIÓN Y METAS DEL PLANIFICADOR</p> <p>ESTABLECER Y DOCUMENTAR LA DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO EN CADA ÁREA</p>		<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● LIDER ○ INTEGRANTE DEL EQUIPO □ APOYO 																					
		FACTORES MENOS PRODUCTIVOS		EQUIPO																			
		1	MOTIVACIÓN	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲												
		2	CAPACITACION DEL PLANIFICADOR																				
		3	CAPACITACION DEL PERSONAL TÉCNICO																				
		PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO																					
		0 - 10																					
		10 - 20																					
		20 - 30																					
		30 - 40																					
		40 - 50																					
		50 - 60																					
		60 - 70																					
		70 - 80																					
		80 - 90																					
90 - 100																							
RESPONSABLE POR DESARROLLO DE LA ORGANIZACIÓN:																							
RESPONSABLE POR RRHH:																							
RESPONSABLE POR JUNTA DIRECTIVA:																							
RESPONSABLE COMISIONADURIA:																							
RESPONSABLE POR SUB COMISIONADURIA:																							
RESPONSABLE POR SUPERINTENDENTE:																							
RESPONSABLE POR JEFE DE COORDINACIÓN:																							
RESPONSABLE DE SECCIÓN:																							
RESPONSABLE POR LOS EMPLEADOS:																							
RESPONSABLE POR EL SINDICATO:																							

Elaborado por: _____ Conformado por: _____ Aprobado por: _____ Fecha de elaboración: _____ Revisión N°: _____

Fuente: Autor (2013)

Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi.

Todas las fases logradas en los anteriores objetivos, son parte fundamental para el modelo de evaluación de la calidad de la gestión de mantenimiento, sin embargo, para completar el modelo, es necesario agregar fases adicionales, que se encarguen de orientar al usuario en los ciclos de repetición de la medición, fase de comparación de resultados, decisiones para repetir el ciclo de medición completo, para realizar una nueva fase de análisis de las causas fundamentales, o realizar nuevamente todo el modelo.

El objetivo principal, fue obtener un modelo que permita establecer un sistema de mantenimiento productivo, fundamentado en la mejora de los procesos asociados a los factores establecidos por Duffuaa et al (2009).

El paso inicial del modelo fue evaluar la gestión de mantenimiento del 2010. Esta etapa, se logró mediante un proceso de auditoría, que constó de tres (3) pasos, el primer paso fue establecer la documentación y criterios para realizar la evaluación. Los criterios, se basaron en los factores determinados por Duffuaa et al (2009), y la documentación se realizó en conjunto con seis (6) expertos en mantenimiento.

El segundo paso consistió en la calificación de los factores establecidos, a través, de una auditoría, y en el tercer paso, se obtuvo una calificación de auditoría (IAM). Para obtener la calificación, fue necesario aplicar el proceso jerárquico analítico (PJA), para determinar el peso de cada factor dentro del sistema. Con la combinación del paso dos (2) y tres (3), se obtuvo el índice de auditoría de mantenimiento.

En el cuarto paso, se determinó cuales eran los factores menos productivos, haciendo uso de la herramienta del análisis ABC o Pareto, para luego realizar el análisis de causa y efecto e identificar las acciones de mejora. El modelo, cierra los ciclos, luego de identificar y aplicar las acciones de mejora, permitiendo que se repitan algunas o todas las fases para evaluar nuevamente el sistema de gestión de mantenimiento.

Para probar, si ha habido alguna mejora significativa, se recomienda en el modelo, realizar varias evaluaciones antes de realizar alguna comparación. El modelo de evaluación, se presenta en la figura N° 26.

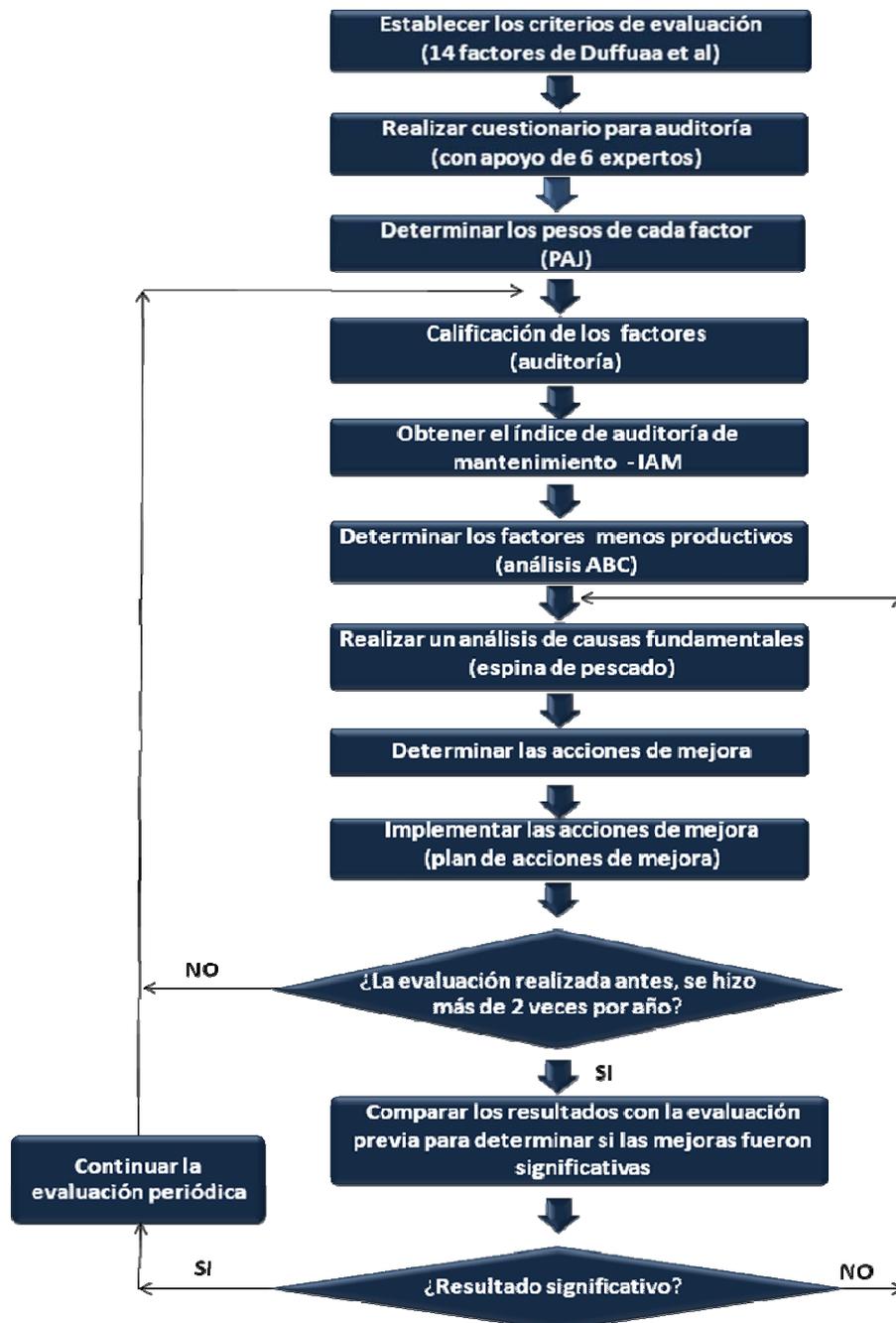


Figura N° 26 Modelo de evaluación de calidad de la Gestión de Mantenimiento
[Fuente: Autor 2013]

CONCLUSIONES

El Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi presenta un grado de madurez en su gestión, de **3.18** (escala 1 a 5), considerado como nivel **normal: Desarrollándose**. La implementación del modelo de gestión, basada en la norma Fondonorma ISO 9001:2008, impactó positivamente la gestión de mantenimiento, y le permitió alcanzar al equipo de trabajo, un grado de madurez de su gestión normal: Desarrollándose, como lo define Tompkins Associates, en su metodología.

Para la elaboración del instrumento para la auditoría, se procedió a realizar los siguientes fases: en la primera fase, se establecieron como criterios, los factores definidos por Duffuaa et al (2009) para gestión de mantenimiento; en la segunda fase, se determinaron los pesos (influencia) de los factores, utilizando el método Proceso Jerárquico Analítico. En la tercera fase, se realizó el cuestionario para la auditoría y se validó con expertos en el área. Para la cuarta fase, se escogió la escala de apreciación de 5 elementos para evaluar el instrumento. Como resultado, se obtuvo un instrumento de evaluación, para ser usado en la auditoría, además, de los pesos que posee cada factor dentro de la gestión de mantenimiento.

Como resultado global o evaluación combinada de la auditoría, la gestión de mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación obtuvo una calificación de **62,71 %**. Según, la escala de clasificación de los resultados de las auditorías expresada por Duffaau et al (2009), el valor de 62,71 % entra dentro del rango de **aceptable**.

Poseen un sistema de mantenimiento planificado, controlado, y documentado, demostrando que existe conocimiento de las mejoras prácticas, se observa, el uso de herramientas de la calidad, acciones de mejora, planes y seguimientos, así como también, una tendencia negativa en el uso de las herramientas disponibles, dentro del sistema de gestión de mantenimiento. Lo cual implica, que el sistema de gestión tenía una evolución positiva, y consolidada, para conseguir sus objetivos, pero se vio

impactada negativamente, al ocurrir la transición de la empresa hacia la Corporación Eléctrica Nacional - CORPOELEC.

Para el análisis de causa y efectos de los factores menos productivos, primero, se utilizó la herramienta Análisis ABC y la variable desviación máxima ponderada porcentual, para identificar los factores menos productivos. Entre los factores más afectados se encuentran: Motivación, Capacitación del Planificador y Capacitación del personal Técnico. Segundo, se utilizó la herramienta espina de pescado para determinar las causas raíces que afectan a los factores menos productivos.

Tomando como base, los análisis realizados con la herramienta espina de pescado, se obtuvieron veintidós (22) acciones de mejora, que apuntan a realizar acciones que permitan desarrollar, fortalecer o mantener, procesos internos de la gestión, que están presentando dificultades y no permiten alcanzar los objetivos planteados. Estas acciones fueron plasmadas en un plan de acciones de mejora.

Con la propuesta desarrollada en este estudio, Diseño de un Modelo de Evaluación de la Calidad de la Gestión de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi, se ofrece una alternativa viable para que la organización, pueda desarrollar una mejora significativa en su proceso de gestión de mantenimiento, y de esta manera, cambiar la tendencia negativa en sus indicadores y la calidad del mantenimiento, evitando afectar la calidad de su producto. Además, este modelo puede extrapolarse a las demás unidades organizativas de la empresa dedicadas a la gestión de mantenimiento. Cumpliendo de esta forma con los objetivos planteados al principio de esta investigación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la organización, aplique el plan de acciones de mejora propuesto, en el corto plazo, con la intención de cambiar la tendencia negativa, presente en la gestión de mantenimiento.

Se recomienda que se amplíe el análisis de las causa – raíz a los factores clase B determinados, para aumentar la posibilidad de mejora de la gestión.

Se recomienda que la organización, mantenga en el tiempo el uso del modelo de evaluación de la calidad planteado, para garantizar una mejora, que fortalezca y consolide una gestión de mantenimiento productiva.

Se recomienda que la organización, tome la decisión oportuna de aplicar el modelo de evaluación propuesto, a otras unidades de la empresa dedicadas a la gestión de mantenimiento, para sistematizar la mejora continua, en todas las unidades que afectan la calidad de la Energía Eléctrica.

Se recomienda al aplicar el modelo de evaluación, realizar varias auditorías al año, antes de realizar alguna comparación. Para probar, si ha habido alguna mejora significativa.

NOTA DEL AUTOR

Esta investigación, se planteó a comienzos del 2010, cuando EDELCA era una filial de la CORPOELEC y la fusión de la empresa no se había realizado en gran porcentaje. Debido a que la investigación, se extendió hasta el 2013, se logró observar las variables, no solo en el año de estudio establecido para la investigación, sino también, se obtuvieron datos adicionales de la gestión del 2011, 2012 y 2013. Año en el cual, se realizó la auditoría requerida. Durante esta auditoría, se recabo datos comparativos entre la gestión 2010 y la del 2013, que no fueron usados en los datos mostrados anteriormente. Sin embargo, por lo relevantes que son, se mostraran algunas situaciones encontradas para reafirmar que el planteamiento realizado originalmente para esta investigación, aún sigue vigente y que la hipótesis se cumplió en el tiempo.

En el 2010, se obtuvieron un promedio de 24 reportes de anomalías mensuales, y debido a las situaciones detectadas en la investigación y su prolongación en el tiempo, han provocado que para finales de 2013, los reportes de anomalías acumulados, superen los 100 reportes sin resolver, al final de cada mes. La cantidad de mantenimientos correctivos aumentó al 40% del total de mantenimientos realizados. En la auditoría, se reflejó que el nivel de absentismo aumentó de 15 % (2010) al 35 % (2013), debido principalmente a los días compensatorios generados. El porcentaje 60 % de proyección profesional se redujo a menos de 40% en el personal; cerca del total del personal activo, presenta inconformidad con la empresa, por el incumplimiento de los beneficios contractuales, comparado con el 50% del 2010. Los planes de capacitación no se ejecutan desde 2010, al igual que las evaluaciones de merito y desempeño, que servían de base para la desarrollo de la formación del empleado. El uso del modelo de gestión de mantenimiento, implementado con la norma venezolana Fordonorma ISO 9001: 2008, es el mínimo necesario para mantener la gestión de mantenimiento en funcionamiento, no se observó una política definida en esta materia. La empresa mantiene vigente la estructura organizacional que poseía EDELCA, con algunos cambios a nivel gerencial. Sin embargo, no tiene aprobado la formulación e

implementación del Plan Estratégico de CORPOELEC⁷, lo cual, causa gran incertidumbre en los empleados, afectando la motivación y a su vez toda la gestión global y también la de mantenimiento.

Con los datos y evidencias encontradas durante la auditoría, para ambos periodos de tiempo, se concluye que no se han tomado las acciones correctivas necesarias para detener la tendencia negativa de la gestión, con lo que corroboramos que el planteamiento es acertado y concluyente, de cómo una pequeña desviación dentro la gestión, desencadena una desviación mucho mayor, sino es tratada a tiempo y con las herramientas correctas. Si, se realiza la misma auditoría, con los valores de la gestión de 2013, se evidenciaría una brecha a un mayor en los factores menos productivos, al igual, que un Índice de Auditoría de Mantenimiento- IAM, significativamente menor.

Por todo lo mencionado anteriormente, se hace necesario que la empresa tome acciones correctivas inmediatas para mejorar las desviaciones presentes a fin de lograr, una mejor situación de la gestión de mantenimiento, que favorezca al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional, así como, a mejorar la confiabilidad del servicio.

⁷ El 1 de mayo de 2013, a través de la identificación SP-CAP10-A-0071/2013, se realizó invitación a presentar expresiones de interés sobre los servicios de consultoría para: Desarrollo Institucional Integral de CORPOELEC: formulación e implantación del plan estratégico de CORPOELEC. [Documento en línea: <https://www.devex.com/en/projects/desarrollo-institucional-integral-de-corpoelec-consultoria-para-la-formulacion-e-implementacion-del-plan-estrategico-de-corpoelec-293300> _/_
<http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=ve-l1021>]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Amarista, L.** (2009). Evaluación de la gestión de mantenimiento en la Central Hidroeléctrica “Francisco de Miranda” en base a las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial. Puerto Ordaz, Venezuela. UNEXPO.
- **Balestrini, M.** (2006). Cómo se elabora el Proyecto de Investigación. (7^{ma} ed.). Caracas, Venezuela. Consultores Asociados.
- **Cardona, O.** (2005). Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Programa para América Latina y el Caribe, Informe técnico principal. [en línea] recuperado en: <http://www.eird.org/encuentro/pdf/spa/doc16161/>. Bogotá, Colombia. Instituto de Estudios Ambientales – IDEA, Universidad Nacional de Colombia.
- **Duffuaa, R. y Dixon.** (2009). Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control. D.F, México. Editorial Limusa Wiley.
- **Espinosa, F.** (2008). Auditoría para la Efectividad del Mantenimiento. Talca, Chile. Universidad de Talca Chile.
- **Garrido, S.** (2009). Auditorias de mantenimiento. [Documento en línea] recuperado en: <http://www.renovetec.com/editorial/auditoriasdemantenimiento.pdf> Renovatec.
- **Garrido, Santiago García.** (2006). Auditorias de Gestión de Mantenimiento. [Documento en línea]. Recuperado en: http://www.xing.com/net/ne_mantenimientodeMáquinays/gestion-del-mantenimiento-133216/auditorias-de-gestion-de-mantenimiento-8670882/8670882/#8670882
- **Hernández, Fernández y Baptista.** (2010). Metodología de la Investigación. (5^{ta} ed.) D.F México, México. Editorial Mc Graw Hill.
- **Hyman, B.** (2003). Fundamentals of Engineering Desing, (2^{da} ed.) Upper Saddle River. New Jersey, EEUU. Prentice Hall.
- **Tavares, A.** (2008). Soluciones con sentido en la gestión integral de activos: auditoria. Madrid, España. Global 2008 Asset Management.

- **Malave, L.** (2008). Proponer la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), para los sistemas de enfriamiento de los transformadores de excitación, en las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica Caruachi. . Puerto Ordaz, Venezuela. UGMA.
- **Noriega, S.** (2010). Manual de organización del departamento de mantenimiento de control e instrumentación Caruachi MAN – ORG – 676. Puerto Ordaz, Venezuela. Edelca.
- **Prades, Mahiques y Pellicer.** (2006). Manual de control estadístico de calidad: Teoría y aplicaciones. Castellon, España. Universitat Jaume I.
- **Romero, G.** (2001). El Modelo de Capacidad de Madurez y su Aplicación en Empresas Mexicana de Software. Tesis Licenciatura Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad de las Américas. [Documento en línea] Recuperado en: http://www.pue.udlap.mx/~tesis/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf
- **Saaty, T.L.** (2006). Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh. EEUU. RWS Publications.
- **SGS Tecnos.** (2007). Auditoria de Mantenimiento de Instalaciones. [Documento en línea]. Recuperado en: http://www.es.sgs.com/es/hoja_de_producto.pdf
- **Velásquez, Rene.** (2008). Manual de descripción del departamento de mantenimiento de control e instrumentación Caruachi. Puerto Ordaz, Venezuela. Edelca.

ANEXOS

Anexo A. 6 pilares de la Madurez del Mantenimiento

Pilar N° 1: Actitud de la gestión corporativa de la planta				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
No comprende lo que es mantenimiento preventivo, repara cuando rompe.	Reconoce que el mantenimiento puede ser mejorado, sin embargo se siente incapacitado para implementar.	Aprende más sobre ROI (Retorno sobre la inversión); desarrolla mayor interés y seguridad.	Actitud participativa; reconoce que la gestión de mantenimiento es mandatario.	Incluye el mantenimiento como una parte del sistema global de la compañía.
Pilar N° 2: Estado organizacional del mantenimiento				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
Trabaja en el equipo cuando falla; además o registra baja productividad de su personal	Todavía reactivo, mientras recupera y mejora los componentes y disponibilidad de los repuestas cuando ocurre la falla	Usa rutinas de inspección, lubricación, ajustes y pequeños servicios para mejorar el "Tiempo Medio de vida entre fallos"	Utiliza algunas técnicas como análisis de vibración, termografía, ultra sonido. Etc. Para monitorear la condición del equipo, permitiendo acción proactiva y solución de problemas evitando las fallas.	Combina técnicas predictivas con involucramiento del operador para liberar técnicos de mantenimiento para análisis de fallas y mejora de las actividades de mantenimiento (mantenibilidad)
Pilar N° 3: Porcentaje de pérdida de recursos debido al mantenimiento				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
> 30 %	20 % → 30 %	10 % → 20 %	5 % → 10 %	< 5 %
Pilar N° 4: Solución de problemas de mantenimiento				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
Los problemas se desarrollan hasta ser descubiertos.	Pequeña gama de acciones son elaboradas: inicio elemental del análisis de fallas.	Los problemas son resueltos a través de la implementación de acciones de mantenimiento e ingeniería.	Los problemas son anticipados; se utiliza de un fuerte equipo disciplinario de solución de problemas.	Los problemas son prevenidos.
Pilar N° 5: Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
Baja calidad de mano de obra; rígida línea de supervisión; conocimiento "ultrapasado"; necesidad de actualización de conocimientos que es visto como un	Trabajadores sienten falta de conocimiento para analizar fallas, cuestionamiento de las líneas de especialización, identificación de obsolescencias de	Calidad + Calidad = Calidad; expansión y distribución de desempeño de tareas, desarrollo baja "Crítica a la competencia", inversión en investigación; pagos	Expectativas de calidad en el trabajo; tareas ejecutadas por "multiespecialistas"; Conocimiento actual y actualizado; identificación y providencias para	Orgullo y profesionalismo; flexibilidad en la designación de tareas; conocimiento para futuras necesidades; capacitación de los operadores por los

gasto innecesario; pagos por antigüedad.	conocimiento, reconocimiento de necesidad de capacitación, cuestionamiento del método tradicional de pagos	por capacidad de resolver problemas, programas de retención de talentos; conciencia de la importancia de hacer cambios.	necesidades de capacitación; pago por desarrollos de competencias.	mantenedores; conocimiento siempre actualizado; pagos basados en la productividad de la planta.
Pilar Nº 6: Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
Mantenimiento intenta efectuar registros; disciplina no es exigida; datos deficientes.	Es utilizada una orden de trabajo manual o computarizada para mantenimiento; alguna o ninguna planificación y programación	Es utilizada una orden de trabajo manual o computarizada para el mantenimiento, por operación o/e ingeniería; utilización de planificación; Implementación de programación de servicios.	Utilización de sistema de control de mantenimiento para todas las áreas de la compañía; disponibilidad y consistencia de la información.	El sistema de información de mantenimiento es integrado al sistema de informaciones de la corporación.
Resumen de la posición del mantenimiento en la compañía				
Nivel 1 Inconsciente	Nivel 2 Despertando	Nivel 3 Desarrollando	Nivel 4 Capacitado	Nivel 5 Consciente
"Nosotros no sabemos cual equipo se va a romper y para esto pagamos al mantenimiento. Por supuesto que nuestra tasas de pérdidas son altas, sin embargo esto no es problemas del mantenimiento"	"¿Será que nuestro competidores tienen este tipo de problemas con sus equipos? Las refracciones nos han estado costando mucho"	"Con el nuevo criterio de gestión, nosotros empezamos a identificar y resolver problemas"	"Todos están concretizados que el mantenimiento, es parte de nuestra rutina de calidad operacional. No podemos hacer productos de calidad con mantenimiento deficiente "	"No esperamos roturas y es una sorpresa cuando ellas ocurre. Mantenimiento contribuye para mantenernos dentro de los mejores!"

Anexo B. Instrumento de evaluación de factores

Factores a calificar

1.-Organización y personal <ul style="list-style-type: none">Las organizaciones se diseñan para facilitar la ejecución de los planes de mantenimiento. Explican detalladamente las responsabilidades, la cadena de mando y el tramo de control. El flujo de información y la habilidad para llevar a cabo los planes. La importancia de este factor surge de la necesidad de contar con una estructura organizacional bien diseñada y un tramo de control eficaz. La necesidad de descripciones de puestos adecuadas y un organigrama se reconocerán durante el proceso de calificaciones de cada facto	2.- Productividad de mano de obra <ul style="list-style-type: none">La productividad de la mano de obra se define como la proporción de las horas estándar de trabajo sobre el número real de horas trabajadas. Este factor se centra en la productividad de los trabajadores. En el proceso de calificación de este factor, la gerencia puede identificar a los trabajadores con baja productividad y establecer las razones de la misma. Puede requerirse capacitación o trabajadores altamente calificados para mejorar la productividad del sistema de mantenimiento.	3.- Capacitación del Gerencial <ul style="list-style-type: none">Este factor evalúa la necesidad de una capacitación gerencial, especialmente en estándares de trabajo, herramientas de plantación y técnicas para mejorar la productividad
4.- Capacitación del planificador <ul style="list-style-type: none">Una planificación y programación correctas de los trabajos de mantenimiento tienen un gran impacto en la productividad de un sistema de mantenimiento. El planificador desempeña una función importante en la plantación y programación de los trabajos de mantenimiento, por lo cual debe capacitarse adecuadamente.	5.- Capacitación de los técnicos <ul style="list-style-type: none">La capacitación es una importante función de apoyo para el sistema de mantenimiento. Este factor tiene un impacto directo en la organización y en el personal. Se debe establecer un programa de capacitación bien definido para cada trabajador. El programa deberá actualizarse cada año para reflejar las necesidades de la organización	6.- Motivación <ul style="list-style-type: none">La productividad del sistema de mantenimiento depende grandemente de la fuerza laboral. La productividad y la calidad en el desempeño de un individuo se ven afectadas por su estado de ánimo. En consecuencia, un elevado estado de ánimo y la motivación son importantes para mejorar la productividad. Al examinar este factor deben investigarse aspectos como la tasa de rotación y la seguridad en el trabajo.
7.- Administración y control del presupuesto <ul style="list-style-type: none">En este factor se consideran aspectos como la necesidad de informes para el control del presupuesto y el funcionamiento del equipo. Los informes de tiempo muerto del equipo y trabajos pendientes son buenos indicadores de eficacia de un sistema de mantenimiento.	8.- Planeación y programación de las órdenes de trabajo <ul style="list-style-type: none">El sistema de órdenes de trabajo es el corazón de cualquier sistema de control de mantenimiento, y es una herramienta necesaria para la planeación y programación eficaces. Este factor hace énfasis en la necesidad de órdenes de trabajo escritas y la plantación y programación correctas de los trabajos. La planeación y la programación son la columna vertebral de cualquier sistema de mantenimiento. Además, este factor considera la calidad de los trabajos de mantenimiento.	9.- Instalaciones <ul style="list-style-type: none">Este factor considera el efecto de una distribución de planta apropiada en los talleres de mantenimiento, y un buen arreglo y cuidado sobre la productividad de un sistema de mantenimiento. También se encarga de la disponibilidad de las herramientas y equipos necesarios.

10-. Control de almacenes, materiales y herramientas

- Este factor se encarga de los procedimientos para el control del inventario y las herramientas. Hace énfasis en la necesidad de un sistema de inventarios actualizados y de políticas y procedimientos claros para la administración de las herramientas. La disponibilidad de refacciones y la administración de las existencias para trabajo son esenciales en un sistema de mantenimiento productivo.

11-. Mantenimiento preventivo e historias del equipo

- El mantenimiento preventivo es un elemento importante de cualquier estrategia de mantenimiento. Es la acción que se emprende para prevenir las fallas y proporcionar los medios para controlar el tiempo muerto y la planeación y programación del mantenimiento. Los datos históricos sobre las fallas del equipo son la columna vertebral de cualquier mantenimiento preventivo basado en las estadísticas. Este factor se refleja fuertemente en la capacidad del mantenimiento para impedir fallas inesperadas. La calificación de este factor identificará la necesidad de mejorar el programa de mantenimiento preventivo.

12-. Ingeniería y monitoreo de las condiciones

- Este factor hace énfasis en la necesidad de emplear rutinas de diagnóstico y establecer un programa de mantenimiento basado en las condiciones (MBC), que es esencial para el mantenimiento predictivo.

13-. Medición del trabajo e Incentivos

- Este factor se ocupa del establecimiento de tiempos estándar para los trabajos típicos. Los tiempos estándar son esenciales para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. Además, pueden utilizarse para evaluar la productividad. La calificación de este factor identificará la necesidad de establecer tiempos estándar de mantenimiento o revisar y actualizar los existentes

14-. Sistema de Información

- Un sistema de información es una herramienta para una administración y control adecuados. Debe diseñarse de tal manera que satisfaga los requerimientos de la administración del mantenimiento. Tiene un impacto significativo en el sistema de mantenimiento. Deberá contener todos los subsistemas necesarios que proporcionen información sobre equipo, carga de trabajo y control de refacciones, además de un sistema de informes oportunos.

Escala de valoración

1	<ul style="list-style-type: none"> • Igual importancia • Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia débil del uno sobre el otro • La experiencia y el juicio favorecen ligeramente una actividad sobre otra.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia esencial o fuerte • La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una sobre la otra.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia demostrada • Una actividad está favorecida fuertemente y su dominio se demuestra en la práctica.
9	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia absoluta • La evidencia favorece a una actividad sobre la otra, es del mas alto orden posible de afirmación.
2, 4, 6, 8	<ul style="list-style-type: none"> • Valores intermedios • Cuando se necesita un compromiso.

Matriz de calificaciones por pares

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1													
2		1												
3			1											
4				1										
5					1									
6						1								
7							1							
8								1						
9									1					
10										1				
11											1			
12												1		
13													1	
14														1

Anexo C. Eigenvectores obtenidos de la matriz de calificaciones de pares

	0	1	2	3	4
0	0.082	0.011+0.016i	0.011-0.016i	0.028+3.866i·10 ⁻³	0.028-3.866i·10 ⁻³
1	0.264	0.035+0.052i	0.035-0.052i	0.091+0.012i	0.091-0.012i
2	0.141	0.018+0.028i	0.018-0.028i	0.048+6.627i·10 ⁻³	0.048-6.627i·10 ⁻³
3	0.226	0.03+0.044i	0.03-0.044i	0.077+0.011i	0.077-0.011i
4	0.279	0.037+0.055i	0.037-0.055i	0.096+0.013i	0.096-0.013i
5	0.498	0.1+0.075i	0.1-0.075i	0.097-0.195i	0.097+0.195i
6	0.248	0.129-0.075i	0.129+0.075i	-0.939	-0.939
7	0.319	0.042+0.063i	0.042-0.063i	0.11+0.015i	0.11-0.015i
8	0.154	0.02+0.03i	0.02-0.03i	0.053+7.248i·10 ⁻³	0.053-7.248i·10 ⁻³
9	0.185	0.024+0.036i	0.024-0.036i	0.063+8.698i·10 ⁻³	0.063-8.698i·10 ⁻³
10	0.295	0.039+0.058i	0.039-0.058i	0.101+0.014i	0.101-0.014i
11	0.37	-0.892	-0.892	1.295·10 ⁻³ -0.015i	1.295·10 ⁻³ +0.015i
12	0.208	0.047-0.368i	0.047+0.368i	0.098+3.493i·10 ⁻⁴	0.098-3.493i·10 ⁻⁴
13	0.197	0.026+0.039i	0.026-0.039i	0.068+9.278i·10 ⁻³	0.068-9.278i·10 ⁻³

	5	6	7	8	9
0	-0.043	-0.032-0.148i	-0.032+0.148i	0.054	-0.187
1	0.612	0.112+0.087i	0.112-0.087i	-0.042	0.191
2	0.14	-0.172+0.127i	-0.172-0.127i	-0.106	0.223
3	0.342	-0.265+0.147i	-0.265-0.147i	0.219	0.834
4	0.091	-0.173+0.106i	-0.173-0.106i	-0.135	0.111
5	2.908·10 ⁻¹⁵	1.051i·10 ⁻¹⁵	-1.051i·10 ⁻¹⁵	0	0
6	-0.67	0.837	0.837	0.855	-0.055
7	0.039	-0.207+0.14i	-0.207-0.14i	-0.18	-0.028
8	-0.077	0.054-0.076i	0.054+0.076i	-0.056	-0.111
9	-0.1	-0.04+1.137i·10 ⁻³	-0.04-1.137i·10 ⁻³	-0.086	-0.356
10	4.47·10 ⁻¹⁵	1.375i·10 ⁻¹⁵	-1.375i·10 ⁻¹⁵	0	2.18·10 ⁻¹⁵
11	0	0	0	1.241·10 ⁻¹⁵	0
12	-0.09	-0.021-0.048i	-0.021+0.048i	-0.302	-0.134
13	-0.069	-0.016-0.037i	-0.016+0.037i	-0.231	-0.102

10	11	12	13
-0.229	-0.135	-0.024	-0.01
0.077	-0.013	0.017	0.078
0.148	-0.126	0.198	0.253
0.784	0.203	-0.763	0.206
0.35	-0.424	0.096	0.248
0	0	0	0
-0.123	0.455	-0.476	-0.761
-0.023	0.48	0.11	-0.368
0.11	0.39	0.193	-0.207
-0.282	-0.028	0.056	0.235
1.312·10 ⁻¹⁵	-1.055·10 ⁻¹⁵	-1.052·10 ⁻¹⁵	1.775·10 ⁻¹⁵
0	1.002·10 ⁻¹⁵	0	-1.097·10 ⁻¹⁵
-0.216	-0.312	0.238	0.093
-0.166	-0.239	0.183	...

Anexo D. Cuestionario de preguntas

Nº	Organización y Personal	Si	NO	Encuestas						TOTAL
				1	2	3	4	5	6	
1	¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo y obedece a los objetivos del departamento?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Se utiliza la matriz de conocimientos para definir los niveles del personal y asignar trabajos?			1	1	1	0	1	1	Apta
3	¿El trabajo del personal tiene como misión focalizarse en la disponibilidad de la instalación/equipo y lo tiene consiente o internalizado?			1	0	1	1	1	1	Apta
4	¿Se realizan reuniones periódicas con el fin de informar de los objetivos del departamento y estado de los mismos?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Está definida la función de planificador?			1		1	1	0	1	Apta
6	¿Está el equipo directivo concienciado sobre la importancia de la aplicación del plan de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?			1	0	1	1	0	1	Apta
8	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad?			1	1	1	0	0	0	NO Apta
9	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?			1	1	1	1	0	1	Apta
Nº	Productividad de la Mano de Obra	Si	NO							
1	¿La organización posee una norma o estándar para establecer los niveles de aceptación de trabajos de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Compara el tiempo real consumido con el tiempo estándar o estimado?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Se mide la productividad de los empleados?			1	1	1	1	1	0	Apta
4	¿Cómo identifica los empleados con baja productividad?			1	1	1	1	0	0	Apta
6	¿Se realiza análisis para determinar la o las causas y toma acciones?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿Se calcula el tiempo de utilización del personal?			1	1	1	0	0	1	Apta
8	¿En los informes de gestión mensual se visualiza el índice de productividad compuesta?			1	1	1	0	1	0	Apta
9	¿Se respeta el horario de entrada y salida?			1	1	1	1	0	1	Apta
10	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado y en descenso?			1	1	1	1	1	1	Apta
11	¿Se registra o conoce los trabajos pendientes por empleado?			1	1	1	1	1	1	Apta

12	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?			1	1	1	1	1	0	Apta
13	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?			1	1	1	1	1	0	Apta
Nº	Capacitación Gerencial	Si	NO							
1	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora al trabajador en el área supervisora?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Se utiliza algún tipo de técnica como una matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Hay un plan de formación para el personal gerencial o supervisorio?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?			1	1	1	1	1	0	Apta
5	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Filosofías de Mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Pronóstico de carga de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Capacidad del mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Organización del Mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Control y supervisión de Actividades de Mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
10	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en administración de proyectos?			1	1	1	1	0	1	Apta
Nº	Capacitación del Planificador	Si	NO							
1	¿El planificador es la persona mas experimentada?			1	1	1	1	1	0	Apta
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora al trabajador en el área de planificación?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Hay un plan de formación para el planificador?			1	1	1	1	1	0	Apta
4	¿Se utiliza algún tipo de técnica como una matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?			1	1	1	0	0	1	Apta
5	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?			1	1	1	1	0	0	Apta
6	¿El planificador esta adiestrado en Planificación del Mantenimiento?			1	1	1	1	1	0	Apta
7	¿El planificador esta adiestrado en Técnicas de Programación?			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿El planificador es adiestrado en métodos analíticos para la planeación y programación?			1	1	1	1	1	0	Apta
9	¿El planificador es adiestrado en las herramientas ofimáticas que se usan para planificar y programar?			1	1	1	1	1	1	Apta
Nº	Capacitación del Personal Técnico	Si	NO							
1	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de			1	1	1	1	1	1	Apta

	mantenimiento?									
3	¿Se utiliza esta matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?			1	1	1	1	0	0	Apta
6	¿El personal técnico es adiestrado en técnicas de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿El personal técnico es adiestrado en Filosofías de mantenimiento?			1	1	1	1	1	0	Apta
8	¿El personal técnico es adiestrado en los objetivos a alcanzar por la organización en las áreas de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿El personal técnico es adiestrado en mantenimiento según lo estimado por el fabricante del equipo?			1	1	1	1	1	1	Apta
10	¿Existe un programa de certificación de trabajadores en áreas de mantenimiento específicas?			1	1	1	0	1	0	Apta
11	¿El personal técnico es adiestrado en la mejora y las técnicas apropiadas para realizarla?			1	1	1	0	1	0	Apta
Nº	Motivación	Si	NO							
1	¿Se realizan reuniones periódicas con el personal para comunicar los resultados del departamento versus objetivos y evolución o planes de futuro del mismo?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Se da reconocimiento y o feedback (positivo o negativo) cuando se da la ocasión?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Se establece un clima de respeto y escucha, generalmente?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Existe un trato equitativo y justo del personal?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?			1	1	1	1	0	0	Apta
6	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?			1	1	1	1	1	0	Apta
7	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?			1	1	1	1	0	0	Apta
9	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?			1	1	1	0	1	0	Apta
10	¿El nivel de absentismo y la rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?			1	1	1	0	1	0	Apta
11	¿Hay un sistema de sugerencia eficaz y un sistema de gestión de las mismas?			1	1	1	0	1	0	Apta
12	¿Existe un sistema de evaluación y desarrollo?			1	1	1	1	1	1	Apta
13	¿Se utiliza este sistema para establecer unos objetivos a cumplir por el trabajador?			1	1	1	1	1	1	Apta
Nº	Administración y Control del Presupuesto	Si	NO							
1	¿Existe un presupuesto para el departamento previamente aprobado?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Existe una estructura de costes de mantenimiento bien definida?			1	1	1	1	1	1	Apta

3	¿Hay un control mensual de estos costes?			1	1	1	1	1	0	Apta
4	¿Se conocen los costes de compra de los componentes principales de los equipos?			1	1	1	1	1	0	Apta
5	¿Se conocen los costes derivados de las horas extras por paradas de equipos?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Se analiza las causas y las posibles soluciones a los gastos por sobre tiempo?			1	1	1	1	1	0	Apta
7	¿Existen costes desglosados como fijos o variables? Fijos (personal, mantenimiento planificado, inversiones). Variables (personal, recambios, energía, alquiler)			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿El gasto en repuestos es el adecuado?			1	1	1	1	1	0	Apta
9	¿El gasto en repuestos está descendiendo?			1	1	1	1	1	0	Apta
Nº	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	Si	NO							
1	¿El 95% de los trabajos de mantenimiento se programan y planifican como muy tarde 1 día antes de que se realicen?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Existe un programa de mantenimiento semanal acordado con producción?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Contempla este programa paros planificados y cambio de formato?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Existen tiempos de referencia y obligado cumplimiento para estas paradas y cambios de formato?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Se revisa este programa diariamente por producción y mantenimiento?			1	1	1	0	0	1	Apta
6	¿Existe a largo plazo un plan de producción el cual contempla actividades importantes de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿Se subcontratan servicios por falta de personal cualificado y previa revisión de cargas de trabajo?			1	1	1	0	1	1	Apta
8	¿Existen peticiones de trabajo al Departamento?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿Existe una carga de trabajo conocida según trabajos pendientes?			1	1	1	1	1	1	Apta
10	¿Se planifican, priorizan y programan estos trabajos?			1	1	1	1	1	1	Apta
11	¿Se conoce la carga de trabajo pendiente del personal?			1	1	1	1	0	1	Apta
12	¿Se preparan recambios, herramientas, equipos necesarios y documentación adecuada para la realización de estos trabajos?			1	1	1	1	1	1	Apta
13	¿El planificador, planifica y programa en función de minimizar el tiempo de ocio?			1	1	1	1	1	0	Apta
14	¿El planificador, planifica y programa en función maximizar la utilización del tiempo de trabajo?			1	1	1	1	1	0	Apta
15	¿El planificador, planifica y programa en función de mantener los equipo operando?			1	1	1	1	1	1	Apta
16	¿Sabe el personal un día antes lo que realizará al día siguiente?			1	1	1	1	1	1	Apta
17	¿El método de planificación cubre todas las actividades de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
18	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?			1	1	1	1	1	1	Apta

19	¿Existe un sistema de órdenes de trabajo?			1	1	1	1	1	1	Apta
20	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?			1	1	1	1	1	1	Apta
21	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?			1	1	1	1	1	1	Apta
22	¿Se cumplimenta correctamente la OT?			1	1	1	1	1	1	Apta
23	¿Se indican claramente las personas y tiempos de realización necesarios, así como el día de realización?			1	1	1	1	1	1	Apta
24	¿Se indican también las herramientas y componentes a sustituir, claramente?			1	1	1	0	1	1	Apta
25	¿Se indican claramente las instrucciones de seguridad a cumplir?			1	1	1	1	1	1	Apta
26	¿Aparecen instrucciones o procedimientos para la realización del trabajo?			1	1	1	1	1	1	Apta
27	¿Se utiliza el sistema de OT para todo tipo de trabajo (mecánico, eléctrico, mejoras)?			1	1	1	1	1	1	Apta
28	¿Contempla la OT, procedimientos como consignación de Máquina, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio, eléctrico, espacios confinados, zona Atex u otros, según trabajo a realizar?			1	1	1	1	1	1	Apta
29	¿Existen prioridades definidas en la OT?			1	1	1	1	1	1	Apta
30	¿Se informa al planificador de OTs de cuando se ha finalizado la OT?			1	1	1	1	1	1	Apta
31	¿Se archivan las OTs según equipo y componente?			1	1	1	1	1	1	Apta
32	¿Es posible para la persona o las personas que realizan la OT, indicar en la OT observaciones resultado del trabajo realizado? (tales como) problemas detectados?			1	1	1	1	1	1	Apta
33	¿Es posible para el personal que realiza la OT, hacer comentarios complementarios, ya sea sobre el estado de la maquinaria o sobre las posibles mejoras a implementar?			1	1	1	1	1	1	Apta
Nº	Instalaciones	Si	NO							
1	¿El empleado posee todas las herramientas necesarias para realizar los mantenimientos?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?			1	1	1	1	1	0	Apta
6	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?			1	1	1	1	1	0	Apta
7	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación que se necesitan?			1	1	1	0	0	1	Apta
8	¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?			1	1	1	1	1	0	Apta
9	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, entre otros.)?			1	1	1	0	1	1	Apta

10	¿El taller está situado en el lugar apropiado?			1	1	1	0	1	0	Apta
11	¿Está limpio y ordenado su interior?			1	1	1	0	0	0	NO Apta
12	¿El taller posee una distribución adecuada?			1	1	1	0	0	1	Apta
13	¿Existe un programa de mantenimiento para equipos y herramientas en stock?			1	1	1	0	1	1	Apta
14	¿Existe un programa para la custodia de las herramientas?			1	1	1	0	0	0	NO Apta
15	¿Existe un procedimiento de calibración para equipos y herramientas de medida?			1	1	1	1	1	1	Apta
16	¿Los equipos de medida están calibrados o verificados?			1	1	1	1	1	0	Apta
17	¿Las calibraciones e inspecciones de los equipos se archivan?			1	1	1	1	1	1	Apta
18	¿Existen prácticas de seguridad en las instalaciones?			1	1	1	0	1	1	Apta
19	¿Las prácticas de seguridad han evitado o disminuido los accidentes e incidentes?			1	1	1	0	1	1	Apta
Nº	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	Si	NO							
1	¿Se han listado y codificado todos los activos de la empresa?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Han sufrido un análisis de criticidad con el fin de enfocar los recursos a aquellos activos más críticos?			1	1	1	0	1	1	Apta
3	¿Existe una política de estandarización de recambios?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Existe un procedimiento de gestión de recambios?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿El procedimiento define donde hay que almacenar los recambios, si en almacén o en punto de uso?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Existe un análisis de riesgos y criticidad para definir el stock mínimo?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?			1	1	1	1	1	0	Apta
9	¿Existe un sistema de control para gestión del recambio: ubicación, cantidad, rotación, entre otros....?			1	1	1	0	1	0	Apta
10	¿Se ha definido en qué condiciones se deben almacenar los recambios(temperatura, rotación, humedad)?			1	1	1	1	1	1	Apta
11	¿Existe un catálogo de repuestos?			1	1	1	1	1	0	Apta
12	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?			1	1	1	1	0	1	Apta
13	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?			1	1	1	1	1	1	Apta
14	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?			1	1	1	0	1	1	Apta
15	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, entre otros.)?			1	1	1	1	1	1	Apta
16	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que			1	1	1	1	1	1	Apta

	se tiene realmente?									
17	¿El almacén está limpio y ordenado?			1	1	1	1	0	0	Apta
18	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?			1	1	1	0	0	0	NO Apta
19	¿Es fácil localizar cualquier pieza?			1	1	1	0	1	0	Apta
20	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?			1	1	1	1	1	1	Apta
21	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?			1	1	1	0	1	1	Apta
22	¿Existe un inventario de herramientas?			1	1	1	0	1	1	Apta
23	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?			1	1	1	1	0	1	Apta
24	¿La disponibilidad media de los materiales y herramientas significativos es la adecuada?			1	1	1	0	1	1	Apta
Nº	Manto preventivo e historial del equipo	Si	NO							
1	¿Trabaja producción y mantenimiento conjuntamente de acuerdo con el plan de mantenimiento establecido?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Se revisa diariamente esta planificación con producción y comunicada al personal/área afectada?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Se analizan las diferencias entre el plan teórico y el práctico, subsanando las anomalías detectadas?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿El personal es consciente de la importancia del orden y limpieza de la instalación?			1	1	1	1	0	1	Apta
7	¿Existe el mantenimiento de primera línea realizado por el personal que conduce la línea y con formación adecuada?			1	1	1	0	1	0	Apta
8	¿Existen rutas claramente definidas (limpieza, engrase, inspección) para el mantenimiento de primera línea?			1	1	1	0	1	1	Apta
9	¿Se reconoce más el trabajo preventivo del personal que se anticipa a problemas importantes que el trabajo correctivo?			1	1	1	1	1	0	Apta
10	¿Existe un mantenimiento preventivo basado en la condición/estado del componente?			1	1	1	1	1	1	Apta
11	¿Existe una programación diaria donde se incluya todas las actividades de mantenimiento?			1	1	1	0	1	1	Apta
12	¿Se realizan reuniones diarias breves para revisión y control de las tareas programadas?			1	1	1	0	1	1	Apta
13	¿Existen rutinas de mantenimiento predictivo para todos los equipos críticos?			1	1	1	0	1	0	Apta
14	¿Existen rutinas de mantenimiento predictivo para los componentes del equipo?			1	1	1	0	1	0	Apta
15	¿Existe una lista tipo checklist (comprobación de puntos) para la realización de tareas definidas?			1	1	1	0	1	1	Apta
16	¿Existe una frecuencia definida para estas rutinas?			1	1	1	0	1	1	Apta

17	¿Existe un procedimiento de operación para cada una de estas rutinas?			1	1	1	0	1	1	Apta
18	¿Se han definido procedimientos de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
19	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?			1	1	1	1	1	1	Apta
20	¿Se especifica en los procedimientos las capacidades, materiales y herramientas, necesarias?			1	1	1	1	1	1	Apta
21	¿Se sigue filosofía "Poka Yoke" al realizar procedimientos para evitar errores en la realización del procedimiento?			1	1	1	0	0	0	NO Apta
22	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?			1	1	1	1	1	1	Apta
23	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?			1	1	1	1	1	1	Apta
24	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?			1	1	1	0	1	1	Apta
25	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?			1	1	1	0	0	1	Apta
26	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?			1	1	1	1	1	1	Apta
27	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?			1	1	1	0	1	1	Apta
28	¿Existe un diagrama del proceso de la instalación?			1	1	1	0	0	1	Apta
29	¿Existen diagramas para las canalizaciones (eléctricas, aire, agua, otras) de las instalaciones?			1	1	1	0	1	1	Apta
30	¿Existen diagramas tipo P&ID para la instrumentación y el proceso?			1	1	1	0	1	1	Apta
31	¿Se actualiza esta documentación de manera sistemática y periódica?			1	1	1	0	1	1	Apta
32	¿Se tiene fácil acceso a esta información?			1	1	1	0	1	1	Apta
33	¿Existe un listado y numeración de los equipos perteneciente a cada proceso?			1	1	1	1	1	0	Apta
34	¿Los componentes de un equipo así como sus subcomponentes, disponen de numeración o código?			1	1	1	1	1	1	Apta
35	¿Se utiliza esta numeración de forma habitual como parte de la documentación técnica, solicitud de recambio y o órdenes de trabajo?			1	1	1	1	1	1	Apta
36	¿Existe un despiece para cada equipo y sus componentes con su código perfectamente especificado?			1	1	1	0	1	0	Apta
37	¿Existe una ficha técnica para cada equipo?			1	1	1	1	1	0	Apta
38	¿Existe algún procedimiento para conservar y actualizar esta información?			1	1	1	1	1	0	Apta
39	¿Ha recibido el personal formación referente al trabajo a realizar, así como la normativa de seguridad a cumplir?			1	1	1	0	1	1	Apta
40	¿Existe una política de "Seguridad" permanente implantada y respetada. "Seguridad Primero"?			1	1	1	1	1	1	Apta
41	¿Se han evaluado los riesgos según el puesto de trabajo?			1	1	1	1	1	1	Apta
42	¿Se han establecido procedimientos y normativa específica para el desempeño seguro de los trabajos de mantenimiento?			1	1	1	0	0	1	Apta

43	¿Es "el cumplimiento de la normativa de seguridad" el objetivo prioritario del departamento?			1	1	1	1	1	1	Apta
N°	Ingeniería y Monitoreo	Si	NO							
1	¿Existe una lista de los equipos críticos e importantes para el negocio (en base a seguridad, medioambiente, mantenimiento, producción y calidad)?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Conoce el personal esta lista y la diferencia entre equipos críticos y prioritarios y equipos secundarios?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Se han identificado las partes críticas de cada equipo?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Se conoce para las partes críticas de cada equipo, las causas principales de pérdida de disponibilidad?			1	1	1	1	1	0	Apta
5	¿Se revisan periódicamente estos componentes?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Generan estas revisiones acciones correctoras, y se le dan respuestas a las mismas?			1	1	1	1	1	1	Apta
7	¿Existe un plan formal de inspección de estos componentes?			1	1	1	0	1	1	Apta
8	¿Se analizan los paros de producción mas importantes y las causas de las mismas mediante AMEF, estableciendo acciones correctoras?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y a reducir sus consecuencias?			1	1	1	0	1	1	Apta
10	¿Se analizan los rechazos de producto?			1	1	1	1	1	1	Apta
11	¿Se aplican técnicas estadísticas avanzadas?			1	1	1	0	1	0	Apta
12	¿Se utilizan equipos formados por personal de diferentes departamentos para la solución de problemas importantes?			1	1	1	0	1	1	Apta
13	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?			1	1	1	1	1	1	Apta
14	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?			1	1	1	1	1	1	Apta
15	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?			1	1	1	0	1	1	Apta
16	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?			1	1	1	0	1	1	Apta
17	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?			1	1	1	0	1	1	Apta
18	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?			1	1	1	0	1	0	Apta
19	¿El número de averías repetitivas es bajo y descendiendo?			1	1	1	1	1	0	Apta
20	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?			1	1	1	1	1	1	Apta
21	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo y descendiendo?			1	1	1	1	1	1	Apta
22	¿Existen acciones correctoras definidas y asignadas al personal, resultado de los problemas detectados en las intervenciones diarias de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
23	¿Existe un seguimiento de estas acciones correctoras definidas y asignadas?			1	1	1	0	1	1	Apta

24	¿Se emprenden acciones de mantenimiento preventivo en base a ese análisis?			1	1	1	0	1	1	Apta
25	¿Se realizan auditorias periódicas del departamento y su funcionamiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
26	¿Existe una política de mejora basada en el Benchmarking?			1	1	1	1	1	1	Apta
27	¿El Departamento de mantenimiento regularmente pasa por un proceso de benchmarking con otros Departamentos de fabricas del grupo?			1	1	1	0	1	1	Apta
28	¿Se revisan y comunican los resultados de Benchmarking?			1	1	1	0	1	1	Apta
29	¿Se utilizan estos resultados para implementar planes de mejora?			1	1	1	0	1	1	Apta
30	¿Se utiliza la filosofía 6 SIGMA como herramienta de mejora continua?			1	1	1	0	1	0	Apta
Nº	Medición del Trabajo e incentivos	Si	NO							
1	¿Poseen normas de tiempo para la duración de los trabajos?			1	1	1	1	1	1	Apta
2	¿Estos tiempos fueron calculados bajo algún método o técnica de medición de trabajo?			1	1	1	1	1	0	Apta
3	¿El método usado fue una técnica de medición directa o indirecta?			1	1	1	1	0	0	Apta
4	¿Para estandarizar los tiempos se realizó a través de la técnica de estimación o la de datos estándar?			1	1	1	0	1	1	Apta
5	¿Existe un control de la ejecución y de los resultados obtenidos?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?			1	1	1	0	1	1	Apta
7	¿Se usan los datos de las normas de tiempos estándar para medir la productividad de los empleados?			1	1	1	0	1	0	Apta
8	¿Se usan los datos de las normas de tiempos estándar para medir la productividad de los equipos?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿El planificador usa los datos de las normas de tiempos estándar para planificar y programar las actividades de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
10	¿Las normas de tiempo se revisan y actualizan frecuentemente?			1	1	1	1	1	0	Apta
11	¿Existe un procedimiento para realizar la revisión o actualización de las normas de tiempo?			1	1	1	0	1	0	Apta
12	¿Los tiempos de paro(paros de larga duración) son analizados, así como sus causas?			1	1	1	1	1	1	Apta
13	¿Existe algún sistema para registrar tiempos de paro o rendimientos de las instalaciones?			1	1	1	1	1	0	Apta
14	¿Los tiempos de paro y rendimiento, se registran para cada máquina/ línea de producción?			1	1	1	1	1	1	Apta
15	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?			1	1	1	1	1	1	Apta
16	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?			1	1	1	1	1	0	Apta
Nº	Sistema de Información	Si	NO							
1	¿Existe un seguimiento de acuerdo a unas KPIs establecidos?			1	0	1	0	1	0	NO Apta

2	¿Hay indicadores establecidos para la gestión operativa y financiera?			1	1	1	1	1	1	Apta
3	¿Especifican las definiciones de estos indicadores, métodos de cálculos, fuentes de información, frecuencia y responsabilidades?			1	1	1	1	1	1	Apta
4	¿Conocen todas las áreas y personal implicado estos indicadores y su definición particular?			1	1	1	1	1	1	Apta
5	¿Se han establecido objetivos para cada uno de los indicadores en cuestión?			1	1	1	1	1	1	Apta
6	¿Se realiza "benchmarking" de estos indicadores?			1	1	1	0	1	1	Apta
7	¿Se utiliza estos indicadores como base para tomar decisiones?			1	1	1	1	1	1	Apta
8	¿Se comunican los indicadores alcanzados, periódicamente, al personal?			1	1	1	1	1	1	Apta
9	¿Existe una relación entre los indicadores de gestión y mejoras realizadas?			1	1	1	1	1	0	Apta
10	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?			1	1	1	0	1	1	Apta
11	¿El sistema informático supone una carga burocrática general excesiva?			1	1	1	0	1	0	Apta
12	¿El sistema informático aporta información útil?			1	1	1	1	1	1	Apta
13	¿El sistema informático aporta información fiable?			1	1	1	1	1	1	Apta
14	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?			1	1	1	0	1	1	Apta
15	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?			1	1	1	1	1	1	Apta
16	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del Departamento de mantenimiento?			1	1	1	1	1	1	Apta
17	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?			1	1	1	1	1	1	Apta

Anexo E. Plan de Auditoría

 CORPOELEC <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	<h1>PLAN DE AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO</h1>
---	---

Auditoría N° 001/2013	Lugar y fecha de la Auditoría: Caruachi, 2013
Objetivo: Evaluación exploratoria del Departamento de Mantenimiento de Control e Instrumentación Caruachi para poder identificar la realidad, las potencialidades y debilidades presentes en la gestión de mantenimiento actual según los factores de productividad de mantenimiento establecidos por Salih O. Duffuaa.	Alcance: Se realiza en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica "Francisco de Miranda" Caruachi en el Departamento de Control e Instrumentación adscrito a la División de Planta Caruachi de Generación SUR de la CORPOELEC - Edelca.
Criterios: Factores de productividad de mantenimiento establecidos por Salih O. Duffuaa.	Documentos de Referencias: Documentos Internos de la Organización.
Auditor Líder: Jennyfer Casanova	Equipo de Auditores: Raúl Useche
Auditores en Formación: N/A	Observadores: N/A
Representante del Auditado: Rene Velásquez	Cliente de la Auditoría: Departamento de Control e Instrumentación Caruachi.

FECHA	HORA	DURACIÓN	Factores	UNIDAD	RESPONSABLE
15/02/2013	08:30 a.m. 09:00 a.m.	30 min	Reunión de Apertura	Jefe de Departamento Jefes de Sección	Rene Velásquez Katrina Flores Endhil Mota
	9:00 a.m. 10:15 a.m.	1 hora y 15 min	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo Capacitación del Planificador	Programadores	José Carry Eduardo Flores
	10:20 a.m. 11:30 a.m.	1 hora y 10 min	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo Capacitación del Planificador	Programadores	Luisana Amarista Jesús Ojeda
	18/02/2013	8:30 a.m. 10:30 m.	2 horas	Organización y Personal Capacitación Gerencial	Jefe de Departamento

			Motivación		
			Ingeniería y Monitoreo		
	10:30 a.m. 12:00 p.m.	1 hora y 30 min	Administración y Control del Presupuesto	Administrador	Lisbeth Jacobs
			Control de Almacenes, Materiales y Herramientas		
19/02/2013	08:30 a.m.- 10:00 a.m.	1 hora y 30 min	Instalaciones	Jefe de Departamento Jefes de Sección	Rene Velásquez Katrina Flores Endhil Mota
	10:00 a.m. 11:00 p.m.	1 hora	Productividad de la mano de obra	Jefe de Sección	Endhil Mota
			Medición del Trabajo e incentivos	Jefe de Sección	
20/02/2013	8:30 a.m. 10:00 a.m.	1 hora y 30 min	Capacitación del Personal Técnico	Jefes de Sección	Katrina Flores Endhil Mota
			Mantto preventivo e historial del equipo	Jefes de Sección	
	10:00 a.m. 11:30 p.m.	1 hora y 30 min	Sistema de Información	Jefe de Sección	Katrina Flores
			Capacitación del Planificador	Jefe de Sección	
3:00 p.m. 4:00 p.m.	1 hora	Reunión de Cierre	Departamento	Rene Velásquez Katrina Flores Endhil Mota	
Excepciones: N/A			Canales de comunicación: En el cierre de cada entrevista, Comunicación Formal.		
Recursos Necesarios: Material de oficina (Hojas, lapiceros, entre otros), computador portátil, impresora, sala de reuniones para el equipo auditor, video beam, hidratación.			Confidencialidad: Nosotros, el equipo auditor declaramos que toda la información que se genere durante el proceso de la auditoria, solo será usada para los fines declarados en el presente documento y académicos.		
Clasificación de los Hallazgos: Ponderación cuantitativa en función de la escala de apreciación.			Fecha de entrega del Informe de Auditoría: Marzo 2013		
Seguimiento de la Auditoria: N/A.					

Auditor Líder: Jennyfer Casanova ## ##

Firma: _____

Anexo F. Resultados y observaciones de la auditoría

Nº	Organización y Personal	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo y obedece a los objetivos del departamento?				X		No existe matriz, existen descripciones de cargo, información de carga laboral
2	¿Se utiliza la matriz de conocimientos para definir los niveles del personal y asignar trabajos?			X			No
3	¿El trabajo del personal tiene como misión focalizarse en la disponibilidad de la instalación/equipo y lo tiene consciente o internalizado?			X			Casos particulares, generalmente la formación es integral
4	¿Se realizan reuniones periódicas con el fin de informar de los objetivos del departamento y estado de los mismos?				X		Se informa indicadores, disponibilidad, anomalías asociadas, Sistema Gestión de la Calidad
5	¿Está definida la función de planificador?				X		Está bien definida en la estructura funcional del departamento
6	¿Está el equipo directivo concienciado sobre la importancia de la aplicación del plan de mantenimiento?				X		Su objetivo es el cumplimiento. Existe un indicador de "cumplimiento del Programa Mensual de Órdenes de Mantto" IND_600_011 y seguimiento al Plan.
7	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?			X			Siempre se resuelve cumpliendo los objetivos establecidos
8	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?			X			Existen limitaciones de personal, siempre se busca cumplir los objetivos.

Nº	Productividad de la Mano de Obra	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿La organización posee una norma o estándar para establecer los niveles de aceptación de trabajos de mantenimiento?			X			El criterio: Funciona o No funciona
2	¿Compara el tiempo real consumido con el tiempo estándar o estimado?				X		Si, a través del reporte de mantenimiento diario emitido por el dpto. Ing. De Mantto para las Unidades Generadoras, los equipos comunes No tiene reporte
3	¿Se mide la productividad de los empleados?			X			Por observación y cumplimiento
4	¿Cómo identifica los empleados con baja productividad?			X			por observación, ausencias y comportamientos
6	¿Se realiza análisis para determinar la o las causas y toma acciones?			X			No se usa metodologías, análisis por experiencias y en conversaciones con el trabajador
7	¿Se calcula el tiempo de utilización del personal?	X					No se mide, se reparte la carga equitativamente
8	¿En los informes de gestión mensual se visualiza el índice de productividad compuesta?	X					No existe el indicador, solo se mide las Horas Hombre en sobre tiempo
9	¿Se respeta el horario de entrada y salida?				X		el 90% del personal lo cumple
10	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado y en descenso?				X		Si es adecuado y se trabaja en reducirlo
11	¿Se registra o conoce los trabajos pendientes por empleado?			X			No se registra pero lo conoce
12	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?				X		Si, el tiempo muerto no productivo es bajo
13	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?	X					Si, por ser una empresa de servicio, las horas establecidas en la ley siempre son superadas (100 H-H)

Nº	Capacitación Gerencial	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora al trabajador en el área supervisora?		X				En 2010 toda era interna e informal, temas: autoestima, liderazgo, inteligencia emocional, trabajo en equipo, los dicto el jefe de departamento.
2	¿Se utiliza algún tipo de técnica como una matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?			X			Existe un tipo de evaluación de desempeño donde se evalúa al personal en función de una matriz de factores pre establecidos por la empresa
3	¿Hay un plan de formación para el personal gerencial o supervisorio?			X			Existe un Plan de Adiestramiento del Personal PLA-600-005, sin embargo no se ejecutó. Se reprogramó.
4	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?		X				El formulario del seguimiento del Plan FOR-670-010 incluye los campos de seguimiento, sin embargo, se observa que se ejecutaron cursos de "Higiene y seguridad laboral" y "ética y valores", los demás adiestramientos se reprograman durante el año, pero no se ejecutaron. Existe un indicador de "Cumplimiento de Adiestramiento". Solo verifica la efectividad.
5	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Filosofías de Mantenimiento?			X			El jefe de Dpto. tiene adiestramiento en Gerencia, los Jefes de Sección en técnicas de Mantto Organizado, Control de procesos de Indicadores de gestión, Gestión de avisos y órdenes de Mantto. Todos los cursos involucran los temas de forma general.

Nº	Capacitación Gerencial	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
6	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en Pronóstico de carga de mantenimiento?		X				El jefe de Dpto. tiene adiestramiento en Gerencia, los Jefes de Sección en técnicas de Mantto Organizado, Control de procesos de Indicadores de gestión, Gestión de avisos y órdenes de Mantto. Todos los cursos involucran los temas de forma general. Por experiencia
7	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados es Capacidad del mantenimiento?		X				El jefe de Dpto. tiene adiestramiento en Gerencia, los Jefes de Sección en técnicas de Mantto Organizado, Control de procesos de Indicadores de gestión, Gestión de avisos y órdenes de Mantto. Todos los cursos involucran los temas de forma general. Por experiencia
8	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados Organización del Mantenimiento?		X				El jefe de Dpto. tiene adiestramiento en Gerencia, los Jefes de Sección en técnicas de Mantto Organizado, Control de procesos de Indicadores de gestión, Gestión de avisos y órdenes de Mantto. Todos los cursos involucran los temas de forma general. Por experiencia
9	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados Control y supervisión de Actividades de Mantenimiento?		X				El jefe de Dpto. tiene adiestramiento en Gerencia, los Jefes de Sección en técnicas de Mantto Organizado, Control de procesos de Indicadores de gestión, Gestión de avisos y órdenes de Mantto. Todos los cursos involucran los temas de forma general. Por experiencia
10	¿Los supervisores o área gerencial están adiestrados en administración de proyectos?			X			El jefe de Dpto. realizó adiestramiento en proyectos "Taller Gerencia de Proyectos" con instructores internos.

Nº	Capacitación del Planificador	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿El planificador es la persona más experimentada?			X			No necesariamente, no es un factor primordial
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora al trabajador en el área de planificación?			X			Se realiza una formación específica de cómo programar en la aplicación ofimática, SAO.
3	¿Hay un plan de formación para el planificador?		X				No hay plan
4	¿Se utiliza algún tipo de técnica como una matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?		X				No existe, evaluación de desempeño
5	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?	X					No se realiza seguimiento
6	¿El planificador está adiestrado en Planificación del Mantenimiento?	X					Solo experiencia
7	¿El planificador está adiestrado en Técnicas de Programación?	X					Solo experiencia
8	¿El planificador es adiestrado en métodos analíticos para la planeación y programación?	X					Solo experiencia
9	¿El planificador es adiestrado en las herramientas ofimáticas que se usan para planificar y programar?			X			En la Plataforma SAO y Open Office

Nº	Capacitación del Personal Técnico	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?				X		Se realizan entrevistas, los criterios los especifica el jefe de dpto. y las profesiografías son de Talento humano
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?			X			Charla de Seguridad Industrial, entrenamiento interno de 5 meses a un 1 año. No es sistemática
3	¿Se utiliza esta matriz para identificar las necesidades de formación, así como para definir las?			X			Evaluación de desempeño, competencia muy genéricas
4	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?				X		Plan de Desarrollo del Personal PLA-600-005 en el 2010, fue el último realizado

Nº	Capacitación del Personal Técnico	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
5	¿Se evalúan los resultados de la formación y se siguen?			X			Seguimiento del plan de desarrollo de personal FOR-670-010, fue débil el seguimiento por que el plan no se ejecuto
6	¿El personal técnico es adiestrado en técnicas de mantenimiento?	X					
7	¿El personal técnico es adiestrado en Filosofías de mantenimiento?	X					
8	¿El personal técnico es adiestrado en los objetivos a alcanzar por la organización en las áreas de mantenimiento?			X			Se divulga los objetivos como la disponibilidad y continuidad de servicio, con la Certificación ISO 9000:2001 se enfatizaban los objetivos, durante el 2010 fue perdiendo fuerza la divulgación
9	¿El personal técnico es adiestrado en mantenimiento según lo estimado por el fabricante del equipo?			X			Algunos casos, se envió personal técnico a realizar adiestramiento especializados con el fabricante, excitatriz (2) en 2010, gobernador (1) 2003, no todo el personal es entrenado en todo los equipos con el fabricante
10	¿Existe un programa de certificación de trabajadores en áreas de mantenimiento específicas?	X					
11	¿El personal técnico es adiestrado en la mejora y las técnicas apropiadas para realizarla?			X			Se dictaban charlas del SGC y la metodologías de mejora, se evidencia en listas de asistencia, se evidencia participación en documento: Oportunidades de Mejora FOR-600-053, Control y Seguimiento Acciones de Mejoras FOR-600-054. Durante el 2010 no se evidenció continuidad del adiestramiento

Nº	Motivación	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Se realizan reuniones periódicas con el personal para comunicar los resultados del departamento versus objetivos y evolución o planes de futuro del mismo?				X		Se realizaron 5 reuniones en el 2010, denominadas asambleas de trabajadores, se divulgaba el informe de gestión del departamento. Minutas. Lista de asistencia
2	¿Se da reconocimiento y o feedback (positivo o negativo) cuando se da la ocasión?				X		Se realiza en las reuniones, se entrega un reconocimiento anual a los trabajadores con mejor desempeño según un indicador
3	¿Se establece un clima de respeto y escucha, generalmente?				X		Si, es algo en que se trabaja todos los días, sobre todo en las reuniones de departamento
4	¿Existe un trato equitativo y justo del personal?				X		Si, se enfoca en hacerlo y mantenerlo
5	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?				X		En la mayoría de los casos si
6	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?			X			En el 2010 se visualizaba cierto nivel de incomodidad con respecto a la empresa, como un 50/50
7	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?			X			Como en un 60% durante el 2010
8	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?			X			Unos trabajadores se sienten bien y otros no
9	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?				X		Se realizan encuestas para valorar los mandos, en el 2009 se realizó última encuesta de rol Gerencial, con resultados positivos
10	¿El nivel de absentismo y la rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?			X			10 % de rotación y absentismo normal de 15 a 20 %
11	¿Hay un sistema de sugerencia eficaz y un sistema de gestión de las mismas?			X			Se archivan los permisos, reposos, lo demás no se contabiliza, no son rígidos los horarios

Nº	Motivación	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
12	¿Existe un sistema de evaluación y desarrollo?				X		Si, de merito y desempeño. En 2009 se realizó la última evaluación de merito, en 2010 se realizó la evaluación de desempeño, de donde se planificaban los adiestramientos para cerrar las brechas de conocimiento
13	¿Se utiliza este sistema para establecer unos objetivos a cumplir por el trabajador?			X			La evaluación de desempeño incluye el listado de factores u objetivos a cumplir por el nivel actual de profesiografía del empleado, sin embargo son muy genéricos.

Nº	Administración y Control del Presupuesto	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Existe un presupuesto para el departamento previamente aprobado?				X		Si, existe un Presupuesto Anual y es cargado en la Plataforma ofimática SAP
2	¿Existe una estructura de costes de mantenimiento bien definida?				X		Si, la plataforma SAP permite llevar los costos de los repuestos e insumos, así como del personal
3	¿Hay un control mensual de estos costes?				X		Se verifica en SAP la ejecución presupuestaria
4	¿Se conocen los costes de compra de los componentes principales de los equipos?				X		Si, la compra de las partes de los equipos se realiza a través de SAP y permite mantener registrado los costos por repuestos

Nº	Administración y Control del Presupuesto	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
5	¿Se conocen los costes derivados de las horas extras por paradas de equipos?	X					No, se conocen los costos, debido a que es la Unidad de RRHH la encargada de los pagos y no se conoce los gastos, la cantidad de horas extras, si
6	¿Se analiza las causas y las posibles soluciones a los gastos por sobre tiempo?				X		Para reducir la cantidad de horas extras, se usa la plataforma SAP para el conteo de las horas, así como de la plataforma SAO para verificación de los permisos de trabajos efectuados
7	¿Existen costes desglosados como fijos y/o variables? Fijos (personal, mantenimiento planificado, inversiones). Variables (personal, recambios, energía, alquiler)			X			Muchos de estos costos están asociados a partidas presupuestarias, como viáticos, aporte de vivienda, alquiler de vehículo, sin embargo no todo los gastos son conocidos
8	¿El gasto en repuestos es el adecuado y descendiente?			X			Si es adecuado, sin embargo solo en presupuesto, debido a que la ejecución presupuestaria es baja. Reporte de ejecución presupuestaria FOR-600-029
9	¿El gasto en repuestos está descendiendo?			X			Los gastos por repuestos están descendiendo pero no por mejora del mantenimiento, sino por la crisis económica que presenta la empresa

Nº	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿El 95% de los trabajos de mantenimiento se programan y planifican como muy tarde 1 día antes de que se realicen?				X		Plan integral de Mantenimiento PLA-670-007
2	¿Existe un programa de mantenimiento semanal acordado con producción?				X		Planificación y Control Semanal de Actividades FOR_600_056
3	¿Contempla este programa paros planificados y cambio de formato?				X		Reuniones de Coordinación de Mantto, Comité Operación y Mantto.
4	¿Existen tiempos de referencia y obligado cumplimiento para estas paradas y cambios de formato?				X		Estándares Mantto y Hojas de Ruta (SAP).
5	¿Se revisa este programa diariamente por producción y mantenimiento?			X			Se revisa semanal, cambios importantes diariamente.
6	¿Existe a largo plazo un plan de producción el cual contempla actividades importantes de mantenimiento?					X	Plan Maestro PLA-600-002, Plan Anual de Generación
7	¿Se subcontratan servicios por falta de personal cualificado y previa revisión de cargas de trabajo?	X					No se contrata a ningún personal extra.
8	¿Existen peticiones de trabajo al departamento?			X			Por correo electrónico o a través del Comité de Operación y Mantto
9	¿Existe una carga de trabajo conocida según trabajos pendientes?				X		
10	¿Se planifican, priorizan y programan estos trabajos?			X			Planificación Semanal de Actividades FOR_600_056
11	¿Se conoce la carga de trabajo pendiente del personal?		X				Planificación Semanal de Actividades FOR_600_056. No hay información del trabajo pendiente por empleado.
12	¿Se preparan recambios, herramientas, equipos necesarios y documentación adecuada para la realización de estos trabajos?			X			Incluidas en Instrucciones y estándares para el preventivo.
13	¿El planificador, planifica y programa en función de minimizar el tiempo de ocio?		X				Solo para cumplir el programa de mantenimiento
14	¿El planificador, planifica y programa en función de maximizar la utilización del tiempo de trabajo?			X			
15	¿El planificador, planifica y programa en función de mantener los equipo operando?				X		Si, es un servicio en tiempo real
16	¿Sabe el personal un día antes lo que realizará al día siguiente?					X	Planificación semanal de Actividades FOR-600-056. Correo electrónicos.

Nº	Planeación y Programación de las Órdenes de Trabajo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
17	¿Este método cubre todas las actividades de mantenimiento?					X	Preventivo y correctivo
18	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?				X		hay reprogramaciones, pero se cumple
19	¿Existe un sistema de órdenes de trabajo?					X	SAP, Modulo de Mantenimiento
20	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?				X		Los preventivos todos, correctivos a posteriori
21	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?				X		
22	¿Se cumplimenta correctamente la OT?				X		Los campos utilizados
23	¿Se indican claramente las personas y tiempos de realización necesarios, así como el día de realización?				X		Como en la Planificación Semanal de Actividades.
24	¿Se indican también las herramientas y componentes a sustituir, claramente?			X			De forma general como el estándar de mantenimiento
25	¿Se indican claramente las instrucciones de seguridad a cumplir?				X		El ATS indica por actividad, parte operativa
26	¿Aparecen instrucciones o procedimientos para la realización del trabajo?					X	
27	¿Se utiliza el sistema de OT para todo tipo de trabajo (mecánico, eléctrico, mejoras, etc)?				X		Se programa y se ejecuta
28	¿Contempla la OT, procedimientos como consignación de máquina, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio, eléctrico, espacios confinados, zona Atex u otros? Según trabajo a realizar?			X			Solo el Análisis de Trabajo Seguro ATS
29	¿Existen prioridades definidas en la OT?				X		
30	¿Se informa al planificador de OTs de cuando se ha finalizado la OT?				X		Con la Notificación de la Orden
31	¿Se archivan las OTs según equipo y componente?			X			Solo en digital, en el historial físico del equipo no existen.
32	¿Es posible para la persona o las personas que realizan la OT, indicar en la OT observaciones resultado del trabajo realizado? (tales como) problemas detectados?			X			En la notificación, pero no se revisan.
33	¿Es posible para el personal que realiza la OT, hacer comentarios complementarios, ya sea sobre el estado de la maquinaria o sobre las posibles mejoras a implementar?			X			En la notificación, pero no se revisan.

Nº	Instalaciones	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿El empleado posee todas las herramientas necesarias para realizar los mantenimientos?				X		La mayoría posee las herramientas necesarias. Cada trabajador tiene un maletín de herramientas grandes y multímetro digital
2	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?					X	Las herramientas son para el tipo de trabajo que realizan. Poseen un almacén de herramientas mecánicas para toda la planta, está bien equipado
3	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?					X	Las herramientas son para el tipo de trabajo que realizan
4	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?				X		Poseen la mayoría de los equipos y herramientas (inyector de corriente, multímetros, inyector de temperatura, entre otros), indican que aun les faltan equipos
5	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?			X			No realizan Mantto predictivo, pero poseen cámara termográfica, medidor de vibraciones
6	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		X				No, poseen laboratorio aun, están las instalaciones pero no está acondicionado, está en proyecto
7	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación que se necesitan?			X			Poseen radios punto a punto Motorola nuevos pero indican que no funcionan bien para el trabajo, además hay mucho teléfonos a lo largo de la casa de maquina
8	¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?				X		Poseen 2 vehículos automotores para el traslado a sitios fuera de la central. Tienen 2 carros ligeros para el traslado los equipos de mantenimiento
9	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, etc)?			X			Dispone la Planta de estos medios, pero hay lugares donde los medios no son los más adecuados, muchos ascensores están fuera de servicio

Nº	Instalaciones	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
10	¿El taller está situado en el lugar apropiado?				X		El futuro laboratorio si, está ubicado en la elev 50 m.s.n.m. cerca de los equipos
11	¿El taller posee una distribución adecuada?		X				No, está bien distribuido aun
12	¿Existe un programa de mantenimiento para equipos y herramientas en stock?			X			Si, existe un programa FOR-600-070 Programa de Mantto. Equipos. para el Mantto. Rev 0. No se ejecuto este año
13	¿Existen prácticas de seguridad en las instalaciones?			X			están indicadas en las paredes los riesgos asociados a las instalaciones, el laboratorio y sub almacén no poseen
14	¿Las prácticas de seguridad han evitado o disminuido los accidentes e incidentes?				X		El número de accidentes es bajo para esta central, en las instrucciones de trabajo están indicados los riesgos y las matrices de riesgos asociados, así como los implementos de seguridad a usar

Nº	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Se han listado y codificado todos los activos de la empresa?				X		La gran mayoría de los activos están codificados e inventariados
2	¿Han sufrido un análisis de criticidad con el fin de enfocar los recursos a aquellos activos más críticos?			X			No, un análisis. Pero si se conocen cuales son las más críticos
3	¿Existe una política de estandarización de recambios?				X		Tenemos un criterio, pero no escrito, se debe mantener el 20 % de la cantidad total de equipos en stock de repuestos
4	¿Existe un procedimiento de gestión de recambios?				X		Sí, hay un procedimiento, para la adquisición, catalogación, almacenaje y control

Nº	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
5	¿El procedimiento define donde hay que almacenar los recambios, si en almacén o en punto de uso?				X		Si, en la planilla SIM del departamento de Adquisiciones, se establece el tipo de embalaje, almacenamiento y condiciones de almacenamiento
6	¿Existe un análisis de riesgos y criticidad para definir el stock mínimo?				X		No, es un análisis de riesgos y criticidad por algún método, se realiza por la experiencia de consumo del repuesto y la experiencia en los tiempos de compras
7	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?				X		Debe haber repuesto de todo, anualmente se genera una lista de repuestos críticos para la compra, adjunto del Plan de Compras
8	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?				X		Anualmente, y los insumos se obtienen en el día a día
9	¿Existe un sistema de control para gestión del recambio: ubicación, cantidad, rotación, etc...?			X			Los repuestos están en dos ubicaciones diferentes, en el almacén principal, donde el control de la gestión lo realiza la Unidad de almacén, la otra ubicación es un sub almacén controlado internamente y no hay control actualizado del repuestos
10	¿Se ha definido en qué condiciones se deben almacenar los recambios (temperatura, rotación, humedad)?				X		Si, en la planilla SIM del departamento de Adquisiciones, se establece el tipo de embalaje, almacenamiento y condiciones de almacenamiento
11	¿Existe un catálogo de repuestos?		X				No existe, existen documentos aislados con las listas de repuestos de algunos equipos principales
12	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?			X			Si, existe un formato con campos unificados, pero no están todos los repuestos
13	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?		X				no todos los años, no se lleva control sistemático de los repuestos

Nº	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
14	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?		X				Se comprueban los repuestos más usados, solamente
15	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?				X		Los del almacén principal se registran en una planilla de movimiento de materiales, se archiva una copia en el departamento y otra en el almacén principal
16	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?		X				No, normalmente no coinciden, el control no es sistemático
17	¿El almacén está limpio y ordenado?				X		El principal si esta ordenado y clasificado, el sub almacén, está bien organizado
18	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?		X				El almacén principal queda como a 2 km de la planta, el sub almacén en la planta
19	¿Es fácil localizar cualquier pieza?			X			No, hay piezas difíciles de encontrar
20	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?				X		Si, es un lugar resguardado, grande, con A/A y con los repuestos ubicados en estantes, sin embargo, el A/A falla mucho
21	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?			X			Cuando se adquiere nuevo si, cuando es entregado por el fabricante no lo chequeamos nosotros
22	¿Existe un inventario de herramientas?				X		Cuando al personal se le entrega sus herramientas se realiza el inventario
23	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?	X					No se realiza
24	¿La disponibilidad media de los materiales y herramientas significativos es la adecuada?				X		Se solicitan los materiales e insumos a través de SAP al almacén de Macagua
25	¿Existe un procedimiento de calibración para equipos y herramientas de medida?					X	Si existe el procedimiento, PRO-600-004 CONTROL EQUIPOS DE SEG Y MED_Rev 1

Nº	Control de Almacenes, Materiales y Herramientas	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
26	¿Los equipos de medida están calibrados o verificados?	X					No, para este año los equipos no fueron calibrados por falta de presupuesto
27	¿Las calibraciones e inspecciones de los equipos se archivan?					X	Si existe un archivo especial para guardar esa documentación, está ubicado en el sub almacén donde se resguardan las herramientas

Nº	Mantto preventivo e historial del equipo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Trabaja producción y mantenimiento conjuntamente de acuerdo con el plan de mantenimiento establecido?				X		Plan integral de Mantenimiento PLA-670-007
2	¿Se revisa diariamente esta planificación con producción y comunicada al personal/área afectada?				X		Se chequea mensualmente en el COM, en las secciones a diario se verifica con operaciones la disponibilidad
3	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?				X		Plan integral de Mantenimiento PLA-670-007, existen equipos que aun no son cubiertos por este plan, como el 20%
4	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?					X	Se realizan las instrucciones de trabajo según los manuales del fabricante y el plan para las frecuencia de mantenimiento
5	¿Se analizan las diferencias entre el plan teórico y el práctico, subsanando las anomalías detectadas?				X		El coordinador del mantto hace seguimiento diario para solventar situaciones, si es algo mayor, el COM analiza para realizar la mejora. Reporte de Mantenimiento Octomestral FOR-600-012 UG 07 y minutas del COM 43/2010 FOR-600-003

Nº	Mantto preventivo e historial del equipo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
6	¿El personal es consciente de la importancia del orden y limpieza de la instalación?				X		Se hace un recorrido pre parada y un recorrido pre arranque para verificar este tipo de situación
7	¿Existe el mantenimiento de primera línea realizado por el personal que conduce la línea y con formación adecuada?	X					Operaciones no realiza mantto
8	¿Existen rutas claramente definidas (limpieza, engrase, inspección) para el mantenimiento de primera línea?	X					Operaciones no realiza mantto
9	¿Se reconoce más el trabajo preventivo del personal que se anticipa a problemas importantes que el trabajo correctivo?			X			
10	¿Existe un mantenimiento preventivo basado en la condición/estado del componente?			X			No, solo por frecuencia, en algunos casos si existe por condición como los enfriadores del generador, pero es de otro Dpto.
11	¿Existe una programación diaria donde se incluya todas las actividades de mantenimiento?				X		Planificación y Control Semanal de Actividades FOR_600_056
12	¿Se realizan reuniones diarias breves para revisión y control de las tareas programadas?				X		Las reuniones formales son el lunes y chequeos diarios de la programación
13	¿Existen rutinas de mantenimiento predictivo para todos los equipos críticos?	X					No existe predictivo, se realizó esfuerzo por definir el modelo a usar, sin embargo no se materializó, otros Dpto. realizan algunos análisis predictivos de temperatura, calidad del aceite de los transformadores
14	¿Existen rutinas de mantenimiento predictivo para los componentes del equipo?	X					
15	¿Existe una lista tipo checklist (comprobación de puntos) para la realización de tareas definidas?				X		Se denominan Formularios, existen para todos los mantto preventivos FOR-676-001 al 056
16	¿Existe una frecuencia definida para estas rutinas?				X		
17	¿Existe un procedimiento de operación para cada una de estas rutinas?				X		Si
18	¿Se han definido procedimientos de mantenimiento?				X		Si, Instrucciones de Trabajo

Nº	Mantto preventivo e historial del equipo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
19	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?				X		Si, Instrucciones de Trabajo INS-676-001 al 056, excepto los equipos que no han sido definidos
20	¿Se especifica en los procedimientos las capacidades, materiales y herramientas, necesarias?				X		Contienen una tabla de recursos materiales y humanos INS-676-009 (logística requerida para la actividad)
21	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?			X			Algunas instrucciones son muy específicas, pero la mayoría son genéricas
22	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?			X			De forma general si
23	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?				X		Se divulga la instrucción, de envía vía mail, y se profundiza con la ejecución del mantenimiento acompañado del realizador de la instrucción
24	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?			X			Se tienen dos (2) copias disponibles para ser llevada a campo, se entrenan en sitio realizando mantenimiento
25	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?		X				Es una normativa que debe llevarse el procedimiento, pero no es común que trabajen con la instrucción
26	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?				X		Cada vez que el mantenimiento lo requiere, la frecuencia no es menor a un año, Lista de Revisión MCIC FOR-SGC-003
27	¿Existe un diagrama del proceso de la instalación?				X		La mayoría si, sobre todos los relacionados con el producto, equipos auxiliares no cuenta con la documentación completa
28	¿Existen diagramas para las canalizaciones (eléctricas, aire, agua, otras) de las instalaciones?				X		Equipos principales
29	¿Existen diagramas tipo P&ID para la instrumentación y el proceso?	X					No existen

Nº	Mantto preventivo e historial del equipo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
30	¿Se actualiza esta documentación de manera sistemática y periódica?			X			Hasta como construido, luego las mejoras no se incorporan, no tiene la empresa esta función
31	¿Se tiene fácil acceso a esta información?		X				El archivo técnico no tiene personal para consultar la información, solo se cuentan con los planos más usados, ubicados en el Dpto., El software de para esta función no está disponible para el personal, no tiene la clave de acceso
32	¿Existe un listado y numeración de los equipos perteneciente a cada proceso?				X		Existe una Matriz de Responsabilidad de Sistemas Equipos e Instalaciones MAT-600-001, pero no cubre el 100% de los equipos
33	¿Los componentes de un equipo así como sus subcomponentes, disponen de numeración o código?				X		Los equipos principales están muy bien identificados, pero en los equipos comunes existen deficiencias
34	Se utiliza esta numeración de forma habitual como parte de la documentación técnica, solicitud de recambio y o órdenes de trabajo?				X		Esta numeración se usa ampliamente en la parte de papeleo administrativo y técnico
35	¿Existe un despiece para cada equipo y sus componentes con su código perfectamente especificado?			X			La desagregación a nivel alto y medio es excelente, a nivel micro es muy débil
36	¿Existe una ficha técnica para cada equipo?			X			No hay ficha técnica, la información está en informes de mantto, formularios, permisos de trabajo que se archivan juntos
37	¿Existe algún procedimiento para conservar y actualizar esta información?			X			Se actualiza en los informes de mantto, y se resguarda la información en el archivo técnico
38	¿Ha recibido el personal formación referente al trabajo a realizar, así como la normativa de seguridad a cumplir?		X				Los cursos de seguridad no son específicas al área de trabajo, igual las charlas

Nº	Mantto preventivo e historial del equipo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
39	¿Existe una política de "Seguridad" permanente implantada y respetada. "Seguridad Primero"?		X				La empresa no cuenta con una política activa de seguridad, la seguridad está orientada a cada persona, a su experiencia y conocimiento, el personal de seguridad es poco (2) y son asesores
40	¿Se han evaluado los riesgos según el puesto de trabajo?		X				Se analizaron por zonas de trabajo, pero no por puestos.
41	¿Se han establecido procedimientos y normativa específica para el desempeño seguro de los trabajos de mantenimiento?				X		Cada instrucción de trabajo lleva asociado a una Matriz de Riesgos Operacionales para cada actividad a realizar en el mantto, ubicado como anexo, INS-676-009
42	¿Es "el cumplimiento de la normativa de seguridad" el objetivo prioritario del departamento?		X				No, es la prioridad, se toma en cuenta, el objetivo es que el equipo funcione, sin que existan riesgos al personal y equipos

Nº	Ingeniería y Monitoreo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Existe una lista de los equipos críticos e importantes para el negocio (en base a seguridad, medioambiente, mantenimiento, producción y calidad)?					X	Si, Matriz de Información para la gestión de Mantenimiento MAT-676-001
2	¿Conoce el personal esta lista y la diferencia entre equipos críticos y prioritarios y equipos secundarios?				X		Si, fue divulgada su uso y esta visible a todo el personal
3	¿Se han identificado las partes críticas de cada equipo?			X			No, en todos los casos. En la Unidades generadoras, si
4	¿Se conoce para las partes críticas de cada equipo, las causas principales de pérdida de disponibilidad?				X		Si, a través de los reportes de anomalías y fallas se identificaron

Nº	Ingeniería y Monitoreo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
5	¿Se revisan periódicamente estos componentes?				X		Tienen frecuencia de mantenimiento preventivas
6	¿Generan estas revisiones acciones correctoras, y se le dan respuestas a las mismas?				X		Si y se planifican
7	¿Existe un plan formal de inspección de estos componentes?				X		Si el Plan Integral de Mantenimiento
8	¿Se analizan los paros de producción más importantes y las causas de las mismas mediante FMEA, estableciendo acciones correctoras?			X			Si, se analiza, pero no bajo FMEA, sino por experiencia, se usa Ishikawua en caso de fallas muy prolongadas
9	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?				X		Si, el plan se basa en los manuales del fabricante y la experiencia de los trabajadores
10	¿Se analizan los rechazos de producto?				X		Si, se analizan y se presenta en los comité internos de la Planta y en el Comité de Análisis de Falla
11	¿Se aplican técnicas estadísticas avanzadas?			X			NO, solo índice medio entre fallas y disponibilidad para medir la continuidad del servicio.
12	¿Se utilizan equipos formados por personal de diferentes departamentos para la solución de problemas importantes?				X		Se usan equipo multidisciplinarios (eléctricos, mecánicos, Ingeniería, entre otros) para resolver fallas en conjunto
13	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?			X			Si, se hacen recomendaciones y se decide en los comités de la Planta si se implementan
14	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?				X		El indicador de disponibilidad de las Unidades generadoras siempre ha estado bajo control, se actualiza anualmente según el historial. No aplica a todos los equipos
15	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?				X		Es positiva la tendencia
16	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?			X			Es 60%/40%

N o	Ingeniería y Monitoreo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
17	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?				X		Los reportes de anomalías es bajo, el Dpto. no tiene equipos de producción fuera de servicio, ni disminuyendo la calidad del producto.
18	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?			X			Al final del 2010 habían 44 reportes de anomalías, la meta es de 15 reportes. Informe de gestión del Dpto. 2010
19	¿El número de averías repetitivas es bajo y descendiendo?			X			Aumentando constantemente
20	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?				X		Si en la plataforma SAO, la mayoría es por repuestos no disponibles y condiciones del SEN
21	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo y descendiendo?				X		Normalmente se resuelven en horas, no pasa de 24 horas
22	¿Existen acciones correctoras definidas y asignadas al personal, resultado de los problemas detectados en las intervenciones diarias de mantenimiento?				X		Si existen y se reportan como reporte de No conformidad FOR-SGC-014
23	¿Existe un seguimiento de estas acciones correctoras definidas y asignadas?				X		Si, a través de un formulario para el seguimiento de los reportes de No conformidad FOR-SGC-015
24	¿Se emprenden acciones de mantenimiento preventivo en base a ese análisis?				X		Si, se generan acciones, que están documentadas en el reporte de No conformidad, además se incluyen las mejoras en las instrucciones de trabajo de mantto preventivo del equipo asociado. Se observó el numero de revisiones realizadas, INS-676-009 rev. 2, INS-676-007 rev2
25	¿Se realizan auditorías periódicas del departamento y su funcionamiento?				X		Si, pero internas de la Planta o del Dpto. Las auditorías del SGC planificadas por la empresa no se realizan.
26	¿Existe una política de mejora basada en el Benchmarking?		X				Entre Dpto. se tiene la intención de normalizar las mejores prácticas.

Nº	Ingeniería y Monitoreo	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
27	¿El departamento de mantenimiento regularmente pasa por un proceso de benchmarking con otros departamentos de fabricas del grupo?	X					
28	¿Se revisan y comunican los resultados de Benchmarking?	X					
29	¿Se utilizan estos resultados para implementar planes de mejora?		X				Existen planes de mejora pero no por benchmarking
30	¿Se utiliza la filosofía 6 SIGMA como herramienta de mejora continua?	X					Se conoce pero no se implementa

Nº	Medición del Trabajo e incentivos	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Poseen normas de tiempo para la duración de los trabajos?				X		Solo el mantenimiento preventivo tiene estándares de mantenimiento. Del EST-676-01 al 58
2	¿Estos tiempos fueron calculados bajo algún método o técnica de medición de trabajo?			X			Solo por la experiencia de mantenimientos anteriores, no se uso ningún método
3	¿El método usado fue una técnica de medición directa o indirecta?			X			Se usó el tiempo de duración de los permisos de trabajos
4	¿Para estandarizar los tiempos se realizó a través de la técnica de estimación o la de datos estándar?			X			Se basó en datos de tiempo real + un tiempo de holgura
5	¿Existe un control de la ejecución y de los resultados obtenidos?				X		Solo durante el mantenimiento
6	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?			X			Si se ajustan, se verifican con el reporte de mantenimiento emitido por el Dparto de Ing. En mantto en los mantenimientos de Unidades Generadoras y en el sistema ofimático SAO
7	¿Se usan los datos de las normas de tiempos estándar para medir la productividad de los empleados?		X				Solo que el trabajo se realice en el tiempo establecido, no se mide productividad

Nº	Medición del Trabajo e incentivos	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
8	¿Se usan los datos de las normas de tiempos estándar para medir la productividad de los equipos?			X			Se realizó un estudio de condiciones de la Unidad Generadora para validar la frecuencia de mantenimiento usando su productividad en el tiempo, para equipos comunes se realizó acuerdos para establecer la frecuencia de mantto en función de su productividad
9	¿El planificador usa los datos de las normas de tiempos estándar para planificar y programar las actividades de mantenimiento?				X		Si, solo de mantenimientos preventivos
10	¿Las normas de tiempo se revisan y actualizan frecuentemente?				X		En el 2010 se realizó una actualización de los tiempos para algunos mantenimientos
11	¿Existe un procedimiento para realizar la revisión o actualización de las normas de tiempo?	X					
12	¿Los tiempos de paro (paros de larga duración) son analizados, así como sus causas?					X	Si en el COM semanalmente, se tiene esquema de parada continua o diaria, dependiendo del SEN, se discute sobre los efectos de las paradas y sus consecuencias
13	¿Existe algún sistema para registrar tiempos de paro o rendimientos de las instalaciones?					X	Si, el Dpto. de Operaciones mide la producción, se contabiliza en tiempo real y se reporta semanal en el COM en las minutas, en los informes mensuales también se observa el reporte. Tablero de Producción (ejecutado vs estimado)
14	¿Los tiempos de paro y rendimiento, se registran para cada máquina/ línea de producción?					X	Si, se mide por Unidad Generadora
15	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?					X	Si, el indicador de disponibilidad del sistema de generación IND-600-001, en 2010 el valor del indicador: >90%

Nº	Medición del Trabajo e incentivos	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
16	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?					X	Desde 2006 se mantiene la disponibilidad mayor a la meta, cada año la meta aumenta y la central la cumple.

Nº	Sistema de Información	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
1	¿Existe un seguimiento de acuerdo a unas KPIs establecidos?				X		En el Informe de gestión del Dpto., se observan algunos indicadores de mantenimiento
2	¿Hay establecidos indicadores de gestión operativos y financieros?				X		En el informe anual de gestión de la Planta del 2009 se observan todos los indicadores de gestión y de presupuesto
3	¿Especifican las definiciones de estos indicadores, métodos de calculo, fuentes de información, frecuencia y responsabilidades?				X		Cada indicador tiene su definición, expresión matemática, punto de control, captura de datos, árbol de factores. Están descrito en su respectivo manual de indicadores y en la matriz resumen de indicadores del proceso generar energía eléctrica MAT-600-007
4	¿Conocen todas las áreas y personal implicado estos indicadores y su definición particular?				X		Se divulgaron en charlas, se publican en carteleras, en informes y la documentación esta accesible a todos
5	¿Se han establecido objetivos para cada uno de los indicadores en cuestión?					X	Cada indicador tiene su objetivo cuantitativo, MAT-600-007
6	¿Se realiza "benchmarking" de estos indicadores?				X		Al inicio cuando se definieron, se realizó con Venalum, Macagua, Guri

Nº	Sistema de Información	No existe	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
7	¿Se utiliza estos indicadores como base para tomar decisiones?				X		Solo para alcanzar la meta
8	¿Se comunican los indicadores alcanzados, periódicamente, al personal?					X	Reuniones de dpto., Informes de gestión, carteleras.
9	¿Existe una relación entre los indicadores de gestión y mejoras realizadas?			X			Los indicadores no llevaban directamente a la mejora, solo cuando estaban fuera de control
10	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	X					Ya en 2010 no se usaba plataforma informática, todo era en documentos. Se realizó el intento de implementar un software para eso, pero no logro consolidarse.
11	¿El sistema informático supone una carga burocrática general excesiva?	X					
12	¿El sistema informático aporta información útil?	X					
13	¿El sistema informático aporta información fiable?	X					
14	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?	X					
15	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	X					La contenida en informes de gestión
16	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?			X			El informe mensual de gestión del Dpto. pero no contenía análisis
17	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?			X			Sí, pero normalmente ya se habían tomado la decisiones antes de que el informe se realizara