



**Universidad de Guanajuato**

---

---

**CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍAS**



**Desarrollo e Implementación de Sistema de  
Mantenimiento Industrial Basado en Ingeniería de  
Confiability**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTA:**

**ARTURO ELISERIO HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR:**

**M.I. RAFAEL ANGEL RODRIGUEZ CRUZ**

**SALAMANCA, GUANAJUATO.**

**NOVIEMBRE 2016**

## INTRODUCCION

El propósito de este proyecto es el de implementar una serie de procesos para lograr mejoras sustentables para una eficiente utilización de la energía, incrementar la efectividad de costos de mantenimiento, reducir los riesgos de tiempos caídos de producción e incrementar la seguridad del personal que está realizando labores de mantenimiento, instalaciones de máquinas de producción, equipos del edificio, etc.

Así mismo también para dar el soporte adecuado al negocio a través de una Estrategia de Administración del Mantenimiento de Clase Mundial, la cual se rija con los siguientes objetivos principales:

- Minimizar los actuales tiempos caídos de producción y su riesgo de recurrencia
- Suministrar a tiempo el soporte para los cambios requeridos de líneas de producción y al mismo tiempo minimizar riesgos futuros debido a los cambios
- Construir y poner en marcha dentro de las fechas promesa, cualquier instalación/construcción nueva y a su vez minimizar riesgos futuros
- Crear valor agregado como un departamento asesor confiable para todos nuestros clientes a través del fortalecimiento de las relaciones con ellos y con los colaboradores
- Crear un ambiente que facilite la innovación, resultando en soluciones armonizadas
- Lograr todo lo anterior a un costo de ciclo de vida mínimo y de una manera segura y sustentable

Todo esto se resume en una propuesta de VISION, de POLITICA y de ESTRATEGIA para el departamento de Administración del Mantenimiento e Instalaciones y las cuales se proponen a ser:

**VISION:** Incrementar el Desempeño y Efectividad de la Administración del Mantenimiento e Instalaciones de las plantas de manufactura.

**POLITICA:** Asegurar la alineación de objetivos de la Administración del Mantenimiento e Instalaciones con los objetivos globales del negocio de manufactura.

**ESTRATEGIA:** El desarrollo e implementación de un manual de procedimientos de la Administración del Mantenimiento, que provea un marco básico, detallando de manera comprensiva el conjunto de habilidades, procesos y sistemas que habilitaran la implementación de la Política de la Administración del Mantenimiento y por tanto, lograr los Objetivos.

## ANTECEDENTES PERSONALES

A continuación se resume a grandes rasgos un histórico de lo que hago día a día en el campo de la industria de la manufactura y que implícitamente, da pie al desarrollo de este proyecto como una respuesta a la necesidad para alcanzar la máxima eficiencia en la utilización de recursos aplicados en la administración del mantenimiento; y de esta manera contribuir a lograr el más alto retorno de la inversión del negocio.

A lo largo de mi vida laboral he tenido a mi cargo las áreas de mantenimiento de los edificios, la maquinaria de la producción o manufactura, y la construcción de nuevas naves industriales para expandir las áreas de producción o iniciar una planta de producción totalmente nueva.

Las responsabilidades en estas áreas son multidisciplinarias debido a la gran diversidad de tecnología involucrada, dependiendo de los productos a fabricar. En la mayoría de los casos, el equipo de técnicos e ingenieros que han conformado mis grupos de soporte de mantenimiento han tenido los conocimientos necesarios para atender las necesidades de mantenimiento, reparaciones, nuevas instalaciones, etc.

Sin embargo, siempre hacía falta la habilidad y/o conocimiento necesario que ayudara a migrar dichas destrezas hacia una visión de servicio, desempeño y resultados de clase mundial y, que como anteriormente se ha mencionado, contribuyera de manera sustancial a los objetivos principales del negocio: seguridad ante todo, calidad total y un máximo retorno de la inversión.

La experiencia ganada a lo largo del tiempo me permitió comenzar a formar y liderar equipos de trabajo con alto desempeño, enfocándome y enfatizando en el desarrollo de la gente y la creación de procesos de mejora, para lograr la entrega de resultados que estuvieran en un nivel de clase mundial.

Se requería habilidad para conducir los esfuerzos de los equipos de trabajo y resolver dificultades y problemas propios de la administración del mantenimiento, habilidad para entrenar y desarrollar empleados más allá de sus destrezas, habilidad para tomar decisiones difíciles y decisivas que beneficien la meta común y sobretodo, habilidad para vender tales propuestas al nivel corporativo del negocio en cuestión.

De igual manera era muy importante el poder administrar eficientemente las operaciones presupuestales del departamento, la planeación y el pronóstico del capital y gasto de todo el año a futuro y al final del ciclo, obtener los resultados esperados por la alta gerencia.

Así mismo es muy importante el poder de negociación cara a cara a todos los niveles, de tal manera que la implementación de los proyectos fuera logable, basada en los resultados de los beneficios calculados y propuestos

Es por esto que decido trabajar en la implementación de este proyecto de manera formal en Septiembre del año 2007, vertiendo todas las experiencias anteriores, contando con un equipo de trabajo dispuesto a realizar el cambio, dispuesto a hacer la diferencia, decidido a lograr la meta y sobre todo, convencido de los beneficios obtenibles. La meta era comenzar a obtener los primeros resultados medibles al término de los primeros 12 meses de trabajo y lograr la meta final dos años más tarde, a finales del año 2010.

El reto estaba allí y el soporte corporativo también.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

### Índice General

#### Capítulo 1 Reporte Inicial y Propuesta Genérica

- 1ª Evaluación de ambas Plantas y Revisión de la administración del mantenimiento .....	2
- Auditoria Energía planta 1 .....	14
- Auditoria Energía planta 2 .....	25
- Auditoria de Riesgos .....	35

#### Capítulo 2 Implementaciones

- Acuerdo de nivel de servicio (incluyendo Índices Clave de Desempeño – o KPI's) .....	47
- Proceso de presupuestos y costos .....	60
- Proceso de incidentes críticos .....	62
- Proceso de Requerimientos del cliente .....	64
- Proceso de Gestión del Ciclo de Vida .....	66
- Proceso de la administración de riesgos .....	68
- Proceso de la planeación y ejecución del trabajo .....	70
- Proceso de la administración de almacenes y refacciones .....	72

#### Capítulo 3 Formatos y Herramientas de Análisis

- Formato de análisis de criticidad .....	74
- Estudio de criticidad de Activos .....	75
- FMEA partes criticas .....	76

#### Capítulo 4 Plan de entrenamiento

- Valoración de tipos de entrenamiento .....	79
- Matriz de habilidades y competencias .....	82

#### RESULTADOS

- <b>Primeros Resultados Finales Diciembre 2008</b> .....	83
- 2ª Evaluación Planta 1 - Enero 2009 .....	90
- 2ª Evaluación Planta 2 - Enero 2009 .....	91
- <b>Resultados Diciembre 2009</b> .....	92
- Evaluación de los 12 habilitadores .....	92
- 3ª Evaluación Planta 1 - Enero 2010 .....	98
- 3ª Evaluación Planta 2 - Enero 2010 .....	99
- <b>Resultados 2010</b> .....	100
- 4ª Evaluación Planta 1- Junio 2010 .....	101
- 4ª Evaluación Planta 2- Junio 2010 .....	102
- 5ª Evaluación Planta 1- Diciembre 2010 .....	103
- 5ª Evaluación Planta 2- Diciembre 2010 .....	104
- 6ª Evaluación Planta 1- Abril 2011 .....	105
- 6ª Evaluación Planta 2- Abril 2011 .....	106
- <b>Ahorros Logrados</b> .....	107
- Energía Eléctrica .....	107
- Presupuesto Anual .....	109
- Disminución de Tiempo Caído .....	111
- Costos evitados por Tiempos Caído .....	112
- Cuantificación Total de Ahorros .....	113
<b>CONCLUSIONES</b> .....	114

## Lista de Nomenclatura utilizada

AC	Aire Acondicionado
AC1	Administration Challenge 1 (Reto Administrativo 1)
AHU	Air Handler Unit (Unidad Manejadora de Aire)
Av	Availability (Disponibilidad)
BC	Business Continuity (Continuidad del Negocio)
BMS	Building Management System (Sistema de Administración de Edificios)
BO1	Business Objective 1 (Objetivo del Negocio 1)
C&W	Cushman and Wakefield
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CI 01	Critical Incident 01 (Incidente Critico 01)
CMMS	Computarized Maintenance Management System (Sistema Computarizad de Administración del Mantenimiento)
DX	Direct Expansion (Expansion Directa)
EHS	Environmental Health and Safety (Medio Ambiente, Salud y Seguridad)
EPP	Equipo de Protección Personal
ESD	Electrostatic Discharge (Descarga Electrostática)
FMEA	Failure Mode and Effect Analisys (Análisis de Modos de Falla y Efecto)
FMECA	Failure Mode Effect and Consequence Analisys (Análisis de Modos de Falla y Consecuencias)
H&S	Health and Safety (Salud y Seguridad)
HVAC	Heat, Ventilation and Air Conditioning (Calor, Ventilacion y Aire Acondicionado)
KPI	Key Performance Index (Índice Clave de Desempeño)
LE	Latest Estimate (Ultima Estimación)
LM01	Life Cycle Management 01 (Administración del Ciclo de Vida 01)
MTBF	Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallas)
MTTR	Mean Time To Repair (Tiempo Medio Para Reparación)
N-Scope	Se refiere a un Software de Herramienta de Planificación Presupuestal
PPM	Parts Per Million (Partes Por Millon)
R&M	Reliability and Maintainability (Confiabilidad y Mantenibilidad)
RASI	Responsible, Accountable, Support, Informed (Ejecutor, Responsable Directo, Soporte, Informado)
RCA	Root Cause Analisys (Análisis de Causa Raíz)
RCFA	Root Cause Failure Analisys (Análisis de Causa Raiz de Fallas)
SLA	Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio)
SM 01	Spares Management 01 (Administración de Refacciones 01)
SMED	Single Minute Exchage of Dies (Un Solo Minuto para Cambio de Dados)
STP	Short Time Period (Periodo a Corto Plazo)
UPS	Uninterruptible Power Supply (Fuente de Poder Ininterrumpible)
W01	Work 01 (Trabajo 01)

# **CAPITULO 1**

## **Reporte inicial y Propuesta Genérica**

### **Plantas Reynosa Revisión de la Administración del Mantenimiento**

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO .....	3
OBJETIVOS DE LA REVISION DE LA ADMINISTRACION DE LAS INSTALACIONES .....	5
OBJETIVOS DEL NEGOCIO .....	6
RETOS DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO E INSTALACIONES.....	6
DESCRIPCION GENERAL DEL SITIO.....	7
AUDITORIA Y REVISION DE LA ADMINISTRACION DE LAS INSTALACIONES: RESUMEN DE RESULTADOS .....	7
RESULTADOS DETALLADOS (Se muestran aquí solamente las Recomendaciones Principales. En el CD incluido en este documento se encontraran los resultados de las Observaciones realizadas para cada Elemento Habilitador) .....	7
Expectativa del Cliente e Indicadores Clave de Desempeño (KPI's).....	7
Administración, Organización y Responsabilidades .....	7
Colaboración y Trabajo en Equipo .....	8
Gente y Entrenamiento .....	8
Planeación del trabajo y Ejecución.....	8
Sistemas y Administración de Datos .....	10
Salud y Seguridad .....	10
Optimización de la Estrategia de Mantenimiento.....	11
Administración de Refacciones, Almacenes, Talleres y Contratistas.....	11
Administración del Ciclo de Vida.....	11
Administración de la Energía.....	12
Administración o Gestión del Cambio en el Trabajo de la Producción.....	12
PLAN DE MEJORA PARA LA ADMINSTRACION DE LAS INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO (Se muestra aquí solamente el resumen del plan de Mejora. En el CD incluido en este documento se encontraran los detalles adicionales) .....	12
Resumen del Plan de Mejora .....	12

# RESUMEN EJECUTIVO

## Objetivos

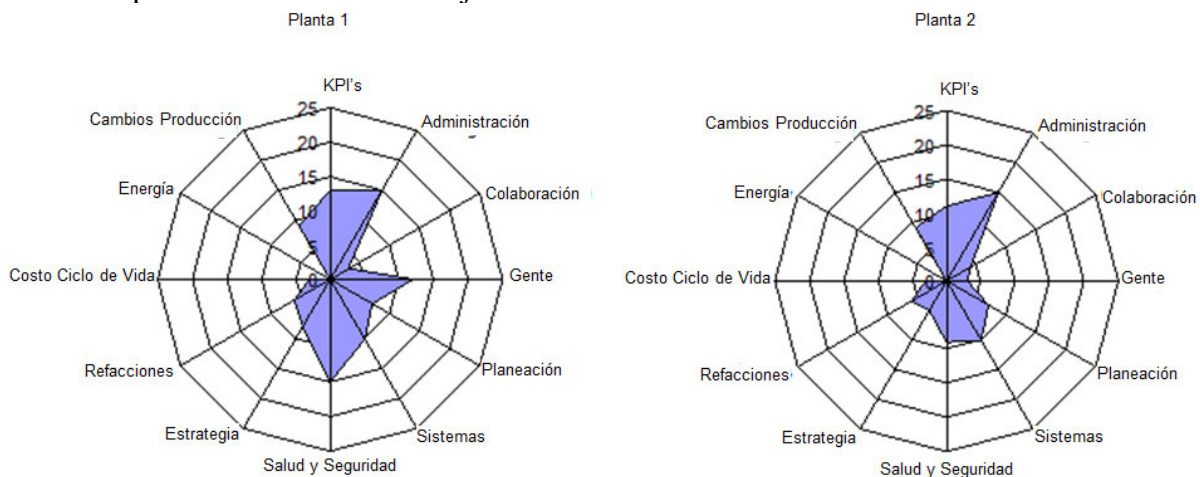
Una Revisión de la Administración del Mantenimiento fue conducida en Noviembre del 2007 para proveer una revisión independiente y objetiva de las operaciones actuales de la Administración del Mantenimiento de las Instalaciones y para identificar las oportunidades de mejora en la función de mantenimiento de todos los equipos, maquinaria, edificio, personal, etc.

## Retos Actuales

El reto clave encarando el negocio en Reynosa es el lograr los niveles de producción incrementados de manera significativa planeados para el 2008. Esto presenta los siguientes retos para las operaciones de la administración de las instalaciones:

- Asegurar que los servicios clave de la administración de las instalaciones sean suficientes y capaces de soportar la producción expandida bajo el programa establecido.
- Asegurar la confiabilidad de los servicios clave para maximizar la producción.
- Dar soporte a los cambios de líneas de producción de la manera más eficiente

A continuación se muestra un diagrama de la valoración inicial del estado de cada planta respecto a cada área de trabajo o Elementos Habilitadores



Las conclusiones principales son:

- El personal de la administración de las instalaciones están luchando por proveer en ambas plantas un buen servicio mediante reacción a las demandas de corto plazo.
- Debido a las demandas de recursos y la falta de sistemas clave hay procesos formalizados, se está desarrollando un acumulamiento significativo de mantenimiento preventivo.
- El Proyecto de producción establecido en ambas plantas estará colocando continuamente mayores demandas en el desempeño de los equipos de las líneas de producción y en el soporte de la administración de las instalaciones
- Para asegurar que las demandas del proyecto de producción sean cumplidas, es esencial el crear una operación completa de recursos y estable para la operación de la administración de las instalaciones basada en mejores prácticas de la administración de activos, soportada por sistemas y procesos eficientes.



## **Recomendaciones principales para el arranque del proyecto**

- Crear un comité de dirección que lideré un programa de mejora de la administración de las instalaciones.
- Establecer un Acuerdo de Nivel de Servicios y Estándares de priorización de Trabajo con la producción y planear las necesidades de recursos en el término a largo plazo.
- Formalizar, documentar y diseminar las mejores prácticas aplicables de los procesos de administración de mantenimiento..
- Implementar un Sistema Computarizado de Administración de Mantenimiento
- Establecer la Criticidad de la Planta y conducir una optimización de las tareas de mantenimiento.
- Implementar un plan de mejora para los almacenes y talleres
- Asegurar que la Seguridad y Salud Ocupacional sean administradas efectivamente.
- Desarrollar planes detallados para los provenientes cambios de líneas de producción
- Conducir un programa para mejorar la eficiencia de los procesos de cambios de líneas de producción.

Las tareas identificadas anteriormente incrementaran la eficiencia y calidad de la administración de las instalaciones. No es posible el proveer proyecciones definitivas de los beneficios de costos ya que no está disponible una base de partida detallada, sin embargo, los beneficios de costo resultaran de:

- Eficiencia mejorada en el soporte a los cambios de líneas de producción.
- Incremento en la eficiencia de Mantenimiento (Incremento en el la eficiencia de mano de Obra de Mantenimiento)
- Reducción de tiempo caído de equipos debido a falta de disponibilidad de refacciones.
- Reducción de tiempos caídos de equipos por descomposturas.
- Reducción en costos de refacciones.

# OBJETIVOS DE LA REVISION DE LA ADMINISTRACION DE LAS INSTALACIONES

## Objetivos

El objetivo primario de la auditoria fue referenciada en sus actividades actuales contra el anteproyecto de la estrategia de la administración de instalaciones del negocio y por lo tanto, para desarrollar un plan de mejora diseñado para optimizar la eficiencia, efectividad y calidad de la producción, a un costo mínimo. Para poder cumplir el objetivo primario fue necesario conducir los siguientes objetivos:

- (i) Producir una evaluación de fondo de la eficiencia y efectividad global de la administración de las instalaciones en las plantas.
- (ii) Identificar cualquier hueco entre lo que está siendo actualmente logrado y lo que es considerado como “Mejores Prácticas”
- (iii) Determinar qué impacto tendrá el consumo global de energía en la mejora de la función de mantenimiento.
- (iv) Evaluar el potencial de la implementación del sistema computarizado de administración del mantenimiento (CMMS) para:
  - (a) Identificar factores clave asegurando que el desarrollo de este sistema proporcionara un retorno de la inversión al negocio.
- (v) Proveer y acordar un Plan de Administración de Mejoras para la planta de Reynosa.

## Alcance de Trabajo

La auditoría fue conducida usando el Proceso Avanzado de Auditoria de Mantenimiento, por un ingeniero senior líder por un periodo de una semana en el sitio en Noviembre 2007, e involucró:

- Entrevistas con el personal en todos los niveles
- Estudios de los sistemas y la organización
- Revisión de la administración de los procedimientos y mecanismos de control
- Revisión de varios registros

Las siguientes 12 áreas claves del departamento de administración de instalaciones del negocio fueron auditadas:

Expectativas del Cliente y KPIs	Administración, Organización y Responsabilidades
Trabajo en Equipo y Colaboración	Gente y Entrenamiento
Planeación del Trabajo y Ejecución	Administración de Sistemas y Datos
Salud, Seguridad y Medioambiente en el Trabajo	Optimización de la Estrategia de Mantenimiento
Administración de Refacciones, Almacenes, Contratistas y talleres	Administración del Ciclo de Vida
Administración de la Energía	Administración del Cambio en el Trabajo de Producción

Notar que los hallazgos en la Administración de la Energía son presentados más adelante en un reporte independiente.

## OBJETIVOS DEL NEGOCIO

<i>Ref No</i>	<i>Objetivos del Negocio</i>	<i>Descripción</i>
<b>BO1</b>	<b>Manufactura Gente Comprometida y Hábil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo total de Competencias en la Manufactura</li> <li>- Transformación de la Cultura de Equipo</li> <li>- Desarrollo de Liderazgo</li> </ul>
<b>BO2</b>	<b>Calidad Confiable y Saludable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar Costo y Mejorar la eficiencia a través de la cultura de Calidad</li> <li>- Mejora del Producto y la Percepción de Calidad del Cliente</li> </ul>
<b>BO3</b>	<b>Excelencia Operacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resaltar y Estandarizar los Procesos de Calidad</li> <li>- Suministrar el Concepto de Administración Aldea</li> <li>- Modo operacional de alto volumen y bajo costo</li> <li>- Distribución Logística de Salida</li> </ul>
<b>BO4</b>	<b>Planeación Estable y Eficiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de valor agregado integrado hacia el cliente</li> <li>- Portafolio de Planeación Estratégica de Largo Alcance para altos volúmenes y un modelo de negocio de costo bajo</li> <li>- Nuestro proceso de respuesta muy sensible al mercado estableciendo una planeación eficiente en la producción del producto núcleo.</li> </ul>

## RETOS DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

<i>Ref No</i>	<i>Retos de la Administración de las Instalaciones</i>	<i>Descripción</i>
<b>AC1</b>	<b>Servicios de la Administración de Instalaciones</b>	Asegurar que los servicios clave de la Administración de las Instalaciones (Energía, Aire Comprimido, HVAC) son suficientes y capaces de soportar la producción expandida bajo el Proyecto establecido de incremento de la producción.
<b>AC2</b>	<b>Confiabilidad</b>	Asegurar la Confiabilidad de los servicios clave para maximizar la producción
<b>AC3</b>	<b>Cambios en las Líneas de Producción</b>	Dar soporte a los cambios de líneas de producción de la manera más eficiente.

## DESCRIPCION GENERAL DEL SITIO

Las Operaciones en Reynosa comprenden 2 edificios principales:

PLANTA 1	Un edificio de 10 años de edad, de 12,000 m <sup>2</sup> , con 1,800 empleados en tres turnos x 7 días y cuya operación principal es la fabricación de tarjetas electrónicas y demás componentes electrónicos para teléfonos celulares
PLANTA 2	Un edificio de 2 años de edad, de 22,000 m <sup>2</sup> , con 1,900 empleados en tres turnos x 6 días, siendo su operación principal el ensamble de todos los componentes fabricados en la planta 1, siendo su producto final teléfonos celulares de diferentes modelos.

Este reporte se enfoca en estas dos plantas el cual comprende todas las actividades de la Administración de Mantenimiento de las Instalaciones.

## AUDITORIA Y REVISION DE LA ADMINISTRACION DE LAS INSTALACIONES: RESUMEN DE RESULTADOS (Ver resumen en CD anexo.)

**RESULTADOS DETALLADOS** (Se muestran aquí solamente las **Recomendaciones Principales**. En el **CD incluido** en este documento se encontraran los resultados de las **Observaciones** realizadas para cada Elemento Habilitador)

En las siguientes secciones, son presentados los marcadores para cada edificio (Planta 1 y Planta 2), con una discusión sobre los hallazgos relevantes. Cualquier problema específico para un edificio en particular está indicado. Las calificaciones fueron obtenidas mediante la tabla de evaluación de "Auto Auditoria" en formato Excel (anexa en CD de referencia).

### Expectativa del Cliente e Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

**Calificación: Planta 1 : 13/25 Planta 2 : 11/25**

### Recomendaciones Principales

Los Acuerdos de Nivel de Servicios (SLAs por sus siglas en inglés) deberán ser establecidos entre la Producción y la Administración del Mantenimiento de las Instalaciones. Estos deberán establecer los niveles esperados de desempeño e incluirán las partidas tales como cantidad de tiempo caído de planta, tiempos de respuesta, criticidad de equipos y procesos. El SLA deberá también establecer las responsabilidades en los cambios de líneas de producción y los paros de planta, para habilitar la planeación y los niveles de recursos.

Los KPI's de bajo nivel para equipos y eficiencia deberán ser establecidos para dar soporte a la mejora del desempeño.

### Administración, Organización y Responsabilidades

**Calificación: PLANTA 1 : 15/25 PLANTA 2 : 15/25**

### Recomendaciones Principales

Los objetivos del negocio y del mantenimiento están bien definidos, pero la comunicación de estos hacia el personal técnico deberá ser mejorada.

El desarrollo de los planes a largo plazo de para los niveles de servicio y los requerimientos de soporte, son requeridos para facilitar la planeación a largo plazo de los recursos y el presupuesto.

### **Colaboración y Trabajo en Equipo**

**Calificación: PLANTA 1 : 3/25**

**PLANTA 2 : 5/25**

#### **Recomendaciones Principales**

La comunicación entre la Producción y la Administración del Mantenimiento deberá ser mejorada (ver también 6.1 y 6.2), y deberá enfocarse en un enfoque mas proactivo para la planeación y colaboración.

La comunicación deberá ser incrementada entre los departamentos de Mantenimiento de ambas plantas. La experiencia ganada en Planta 1 deberá ser benéfica para Planta 2, y ambos sitios deberán beneficiarse por la compartición de conocimiento y mejores prácticas.

En cuanto más grande sea el uso de contratistas, habrá una oportunidad para beneficiarse de una aproximación colaborativa a una mejora continua para poder minimizar los costos de ciclo de vida de los equipos.

### **Gente y Entrenamiento**

**Calificación: PLANTA 1 : 12/25**

**PLANTA 2 : 3/25**

#### **Recomendaciones Principales**

La administración del entrenamiento deberá ser implementada en Planta 2, utilizando los procesos ya implementados en Planta 1 como punto de partida. Esto ayudara a mejorar el desempeño y promover la retención de personal.

Ambos sitios deberán construir en esto para crear una cultura de compromiso a la excelencia en el entrenamiento mediante comunicación activa de las metas y estrategias del departamento y suministrando entrenamiento técnico específico y entrenamiento de habilidades de administración del mantenimiento (ej. Solución de Problemas, Análisis de Modos de Falla y efectos).

### **Planeación del trabajo y Ejecución.**

**Calificación: PLANTA 1 : 8/25**

**PLANTA 2 : 7/25**

#### **Recomendaciones Principales**

Es requerida la introducción de un sistema computarizado de administración de mantenimiento para registrar la planeación e historial del mantenimiento. Esto activaría el poder publicar los planes y programas de trabajo de mantenimiento y por lo tanto ayudaría a la mejora de la comunicación. El registro de horas hombre actuales por trabajo es importante para permitir la mejora en la estimación y planeación y para apoyar en el análisis del trabajo de mantenimiento por tipo de trabajo.

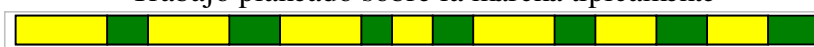
Aunque no hay necesidad de embonar con la producción para la mayoría de la programación de trabajo, hay la necesidad de una mejor comunicación respecto a actividades semanales, actividades mayores y cambios de líneas de producción, etc.

Para poder moverse hacia un ambiente más proactivo hay ciertos pasos fundamentales que necesitan ser puestos en su lugar:

- Es requerida una herramienta de planeación y programación (ej. CMMS o sistema computarizado de administración del mantenimiento por sus siglas en ingles) para administrar el proceso y proveer reporte adecuado para entre ambos cliente y mantenimiento.
- Acordar con producción una clasificación de priorización de trabajo con tiempos de respuesta reales que permitan la administración efectiva de un trabajo reactivo atrasado.
- Implementar, conducir y medir la efectividad de trabajo planeado y procesos de control

La implementación de un sistema de administración de mantenimiento requerirá una revisión de los procesos de control de trabajo (Preventivo, Reactivo). Sin embargo, en el corto plazo los actuales procesos de control de trabajo informal son inadecuados en la función de cumplir de lleno con la efectividad de planeación y programación. Generalmente las actividades no planeadas son significativamente mas ineficientes que las planeadas, como se muestra a continuación.

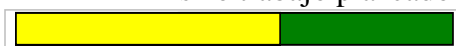
#### Trabajo planeado sobre la marcha típicamente



Actividades de planeación desorganizada. De acuerdo a los obstáculos que sean encontrados, la planeacion es segmentada.

Con interrupciones frecuentes y re inicios. Con una duración excesiva del total del trabajo.

#### Mismo trabajo planeado profesionalmente



Actividad de planeacion organizada, por adelantado, profesional.

Interrupciones de trabajo o re inicios minimos en caso de existir.  
Duración minima del total del trabajo.



Actividad de Planeación



Actividad de Trabajo

Tabla 6.5 Impacto de la planeación y programación en la utilización de los recursos

	Porcentaje de utilización del día	
	Reactivo	Proactivo
Recibiendo Instrucciones	5	3
Obteniendo Herramientas y Material	12	5
Viajes	15	10
Coordinando Retrasos	8	3
En espera en el sitio de trabajo	5	1
Comienzos tarde y terminaciones tempranas	5	1
Paros y descansos autorizados	10	10
Tiempo personal excesivo	5	2
Subtotal	65	35
Trabajo Directo	35	<b>65</b>

## **Sistemas y Administración de Datos**

**Calificación: Planta 1 : 10/25 Planta 2 : 10/25**

### **Recomendaciones Principales**

Un CMMS es requerido para habilitar la administración eficiente de las funciones del escritorio de ayuda y mantenimiento. Los beneficios particulares serian:

- Incremento de la eficiencia de la planeación de mantenimiento.
- Incremento de la tasa de trabajo planeado vs no planeado.
- Reducir el acumulamiento de Mantenimiento Preventivo
- Permitir el seguimiento correcto de esfuerzo, refacciones, y costo para activos individuales.
- Habilitar la mejora continua a través del análisis y captura correcta de datos de mantenimiento.
- Controlar y reducir gastos de mantenimiento.

Sin embargo, antes de que un paquete de CMMS pueda ser implementado, algunos otros problemas necesitan ser solucionados adelantadamente a la implementación o en paralelo:

- Implementación y entrenamiento de los procedimientos del flujo de trabajo de mantenimiento.
- Revisión de los registros actuales de activos que pueden residir en un CMMS.
- Optimización del plan de mantenimiento para la base de activos, incluyendo inspecciones – esto deberá ocurrir en paralelo a la implementación del CMMS de modo que las áreas correctas de mantenimiento e inspección sean establecidas en el Sistema desde el inicio.
- Identificación de entregables y KPI's para el CMMS, ambos en términos de apoyar la función de mantenimiento, pero también en términos de medir el éxito del Sistema mismo.

## **Salud y Seguridad**

**Calificación: Planta 1 : 18/25 Planta 2 : 9/25**

### **Recomendaciones Principales**

Necesita haber Procedimientos y Objetivos claros para la administración de la seguridad, estableciendo el propósito y metas de la administración de seguridad. Los objetivos de un programa de administración de seguridad de equipos o instalaciones deberá ser incluido dentro del programa global de administración de seguridad del negocio. Deberá existir documentación escrita la cual enfatice claramente la necesidad de trabajar con seguridad de todo el personal involucrado con el mantenimiento de equipos e instalaciones. Deberá estar claramente definida una estructura de seguridad en la planta (representantes de seguridad en todos los niveles)

Desde una perspectiva de seguridad y salud, los contratistas deberán considerarse competentes y adecuados de acuerdo a una revisión formal de partidas tales como:

- Los contratistas tienen su política de H&S por escrito
- Referencias recibidas de otras personas para las cuales han realizado trabajos similares
- La cobertura del seguro del Contratista
- Copias de documentación relevante (ej. Pruebas de los certificados de los equipos que ellos estarán utilizando)
- La declaración del método para el trabajo a realizar

En planta 2 deberá ser implementado con urgencia el uso comprensivo y consistente de procesos para permisos de trabajo y candaeo. Un enlace formal deberá ser establecido con la gerencia de H&S del negocio y con responsabilidades definidas.

### **Optimización de la Estrategia de Mantenimiento**

**Calificación: Planta 1 : 8/25 Planta 2 : 5/25**

#### **Recomendaciones Principales**

Se necesita que ocurra lo siguiente:

- Entrenamiento para personal clave en análisis de Criticidad, FMECA y Análisis de Causa Raíz.
- Revisión de las estrategias de mantenimiento y definición de un plan óptimo de mantenimiento – esto se liga con la planeación del mantenimiento.
- Revisión de las técnicas recomendadas de monitoreo de condición en un plan nuevo de mantenimiento y análisis de costo beneficio

### **Administración de Refacciones, Almacenes, Talleres y Contratistas**

**Calificación: Planta 1 : 5/25 Planta 2 : 7/25**

#### **Recomendaciones Principales**

Hay una necesidad urgente de mejorar la condición física de los almacenes y talleres. Las condiciones actuales pueden ser inseguras y llevar a una calidad pobre del trabajo. La mejora de estos es esencial para construir una cultura de alto desempeño.

Un programa de '5S' puede ser efectivo en mejorar la condición de las instalaciones existentes, pero debería haber consideraciones serias para ubicaciones alternativas de los almacenes y talleres.

Muchos de estos problemas respecto a la administración de niveles de refacciones serán resueltos con la implementación de un CMMS. Un CMMS habilitara el sistema de almacenes para que pueda estar completamente integrado con el sistema de administración de mantenimiento. Esto conducirá a un flujo de información exacta y dará soporte con la planeación de compras de partes de los almacenes y mantendrá los niveles correctos de existencias de partes. Las compras, la ingeniería y los procesos de flujo de trabajo deberán ser diseñados para mejorar la eficiencia y reducir duplicaciones u omisiones en el flujo de la información. Todos los activos en el sitio deberán tener una lista de materiales muy precisa registrada en el CMMS para facilitar los procesos de almacén y mantenimiento. Los procesos integrados para la administración y adquisición de refacciones puede mejorar significativamente la eficiencia de las compras de refacciones. Esto también habilita la operación de un sistema de costo y valuación de almacenes. Los costos de almacenes deberán ser reducidos donde sea posible mediante la utilización de proveedores que mantengan su propio nivel de existencia de partes para refacciones que tengan corto tiempo de entrega. Un proceso efectivo de administración de almacenes requiere control de entregas, recibos y compras combinado con una política de niveles de existencia basada en la criticidad/FMEA de la planta.

### **Administración del Ciclo de Vida**

**Calificación: Planta 1 : 3/25 Planta 2 : 3/25**

#### **Recomendaciones Principales**

Deberán ser desarrollados procesos formales para asegurar que los equipos nuevos sean adquiridos en una base de costo de ciclo de vida mínimo, y también para asegurar que la confiabilidad y mantenibilidad sea maximizada.



Los registros de historial de los equipos deberán ser capturados en el CMMS. La información del desempeño y modos de falla de los equipos deberá ser comparativa colaborativamente con los proveedores para facilitar una mejora continua.

### **Administración de la Energía**

**Calificación: Planta 1 : ?/25    Planta 2 : ?/25**

#### **Observaciones y Recomendaciones principales:**

Ver secciones de:

Auditoria Energía Planta 1

Auditoria Energía Planta 2

### **Administración o Gestión del Cambio en el Trabajo de la Producción**

**Calificación: PLANTA 1 : 9/25                    PLANTA 2 : 9/25**

#### **Recomendaciones Principales**

Hay una necesidad urgente para desarrollar planes detallados y exactos para los cambios de líneas de producción que están por venir. Una planeación formal y procesos de control deberán ser utilizados para crear y administrar estos planes. Estos planes pueden ser utilizados para determinar y obtener los recursos necesarios.

Deberá ser conducida una revisión en ambas plantas para identificar como pueden ser diseñados los cambios de líneas de producción para que sean más eficientes. Adoptando una aproximación de mejora continua, con estandarización de procesos, refacciones y equipos, deberá ser posible el reducir significativamente la duración de tales cambios. En muchas maneras esto es analógico con el programa de “Un Solo Minuto para Cambio de Datos” (SMED por sus siglas en ingles) que fue usado con gran efecto en la industria automotriz.

## **PLAN DE MEJORA PARA LA ADMINSTRACION DE LAS**

**INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO** (Se muestra aquí solamente el resumen del plan de Mejora. En el **CD incluido** en este documento se encontraran los detalles adicionales)

### **Resumen del Plan de Mejora**

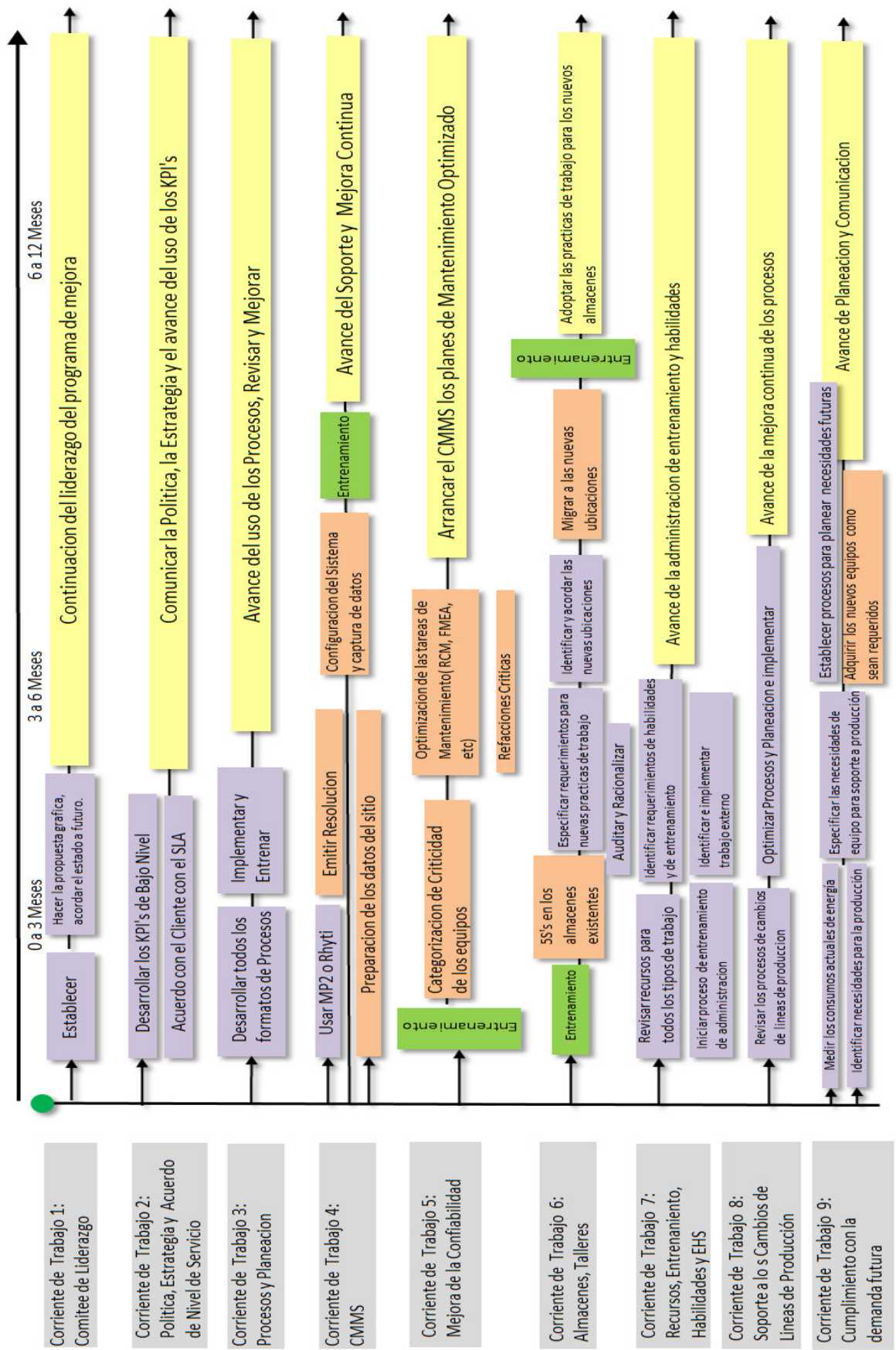
Siguiendo la revisión, es posible identificar claramente áreas potenciales de mejora en la función de administración de instalaciones y mantenimiento. Sin embargo, el orden y las prioridades que se agregan a las actividades de mejora tendrán un impacto significativo en el éxito y en última instancia en beneficio para el negocio.

Un resumen del plan de mejora es mostrado en la siguiente página. Las mejoras recomendadas han sido agrupadas en 9 corrientes de trabajo:

- 1        Comité de Liderazgo
- 2        Política y Estrategia
- 3        Procesos y Planeación
- 4        Sistema de Administración de Mantenimiento Computarizado (CMMS)
- 5        Mejoramiento de la Confiabilidad
- 6        Almacenes y Talleres de Trabajo
- 7        Habilidades y Entrenamiento
- 8        Soporte a los Cambios en la Producción
- 9        Demandas futuras del Plan Maestro de Incremento en la Producción

Las corrientes de trabajo requerirán acción principalmente de los equipos de mantenimiento de las plantas y de su administración, en conjunto con la alta gerencia del negocio.

## VISTA GENERAL DEL PROGRAMA DE MEJORA DE LA ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES



**AUDITORIA DE ENERGIA PARA  
PLANTA 1 REYNOSA**

**DICIEMBRE 2007**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>17</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>18</b>
<b>INFORMACION DEL SITIO</b> .....	<b>18</b>
<b>AUDITORIA DE ENERGIA</b> .....	<b>18</b>
<b>CONSUMO DE LOS DOCE MESES ANTERIORES</b> .....	18
<b>COMPARACION DE CONSUMOS EN LOS TRES AÑOS ANTERIORES</b> .....	19
<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO DE ENERGIA</b> .....	20
<b>UTILIZACION DE ENERGIA EN EL EDIFICIO</b> .....	21
<b>SERVICIOS DE INGENIERIA DE HVAC</b> .....	22
<b>Suministro y distribución eléctrica</b> .....	22
<b>Ventilación y Aire Acondicionado</b> .....	22
<b>Generación de Agua Caliente Domestica</b> .....	23
<b>Alumbrado</b> .....	23
<b>Compresores de Aire</b> .....	23
<b>OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE ENERGIA</b> .....	<b>24</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El edificio de planta 1 tiene aproximadamente 10 años de antigüedad. Es un edificio grande conteniendo una instalación de producción de componentes electrónicos para teléfonos celulares. Esto incluye las áreas periféricas de servicio; oficinas, despacho de producto, almacén, etc.

Las especificaciones del edificio / construcción son ahora de alguna manera obsoletas comparadas contra los estándares actuales.

El uso de energía y agua está relacionado directamente con la ocupación del edificio y la tasa de producción. Los datos mostrados del consumo mostraron que el combustible consumido fue a un nivel consistente a través del periodo examinado. Sin embargo hubo algunos errores en los datos recibidos.

En términos de posibles ahorros a corto plazo, las temperaturas de confort dentro de las oficinas y almacén podrían ser permitidas para incrementarse a cierto nivel. Esto está limitado con los usuarios del área de manera que ellos tengan un nivel de confort para que puedan llevar a cabo su trabajo eficientemente. Nosotros sugeriríamos que esta temperatura sería 26 grados Celsius. En el verano, el sistema de aire acondicionado está sub-dimensionado y por lo tanto no habrá oportunidad de ahorrar energía aquí, sobra decir que es requerido enfriamiento adicional para bajar de 26 grados C (actualmente no hay curvas de confort disponibles).

Otro ahorro de corto plazo es asegurar que el equipo de corrección de factor de potencia este trabajando correctamente.

Otras medidas más de medio plazo incluirían: suministrando un control en cascada para los compresores de aire; utilizar enfriamiento disponible libre de las unidades de aire acondicionado existentes.

Enfriamiento libre, el cual podría utilizar aire frío del exterior para enfriar el edificio, podría ser usado particularmente por las noches. Esto involucraría la utilización de las unidades de paquete existentes con algún software y hardware adicional para crear esta característica. Esto debería ser investigado para determinar si en efecto es viable. Esto va involucrar alguna inversión y esta necesita ser examinada en términos de retorno de inversión basado en el costo de inversión y los datos del clima, para mostrar la disponibilidad completa del edificio con enfriamiento libre (“gratis”). Estos factores determinaran el retorno de inversión.

Si el edificio va ser conservado en el plazo largo, se debería considerarse realizar un revestimiento al aislamiento exterior de la techumbre del edificio para reducir el incremento de calor del exterior penetrando al edificio. Esto sin embargo es una medida a largo plazo.

Similarmente la mayoría de los equipos de AC requerirán ser reemplazados dentro de los siguientes cinco años (teniendo ya diez años de antigüedad). Cualquiera de los equipos nuevos deberá ser especificado con la más alta eficiencia para poder minimizar los consecuentes consumos de energía.

Para poder revisar el consumo de energía es recomendado que se instalen medidores de energía a equipos con grandes consumos, por ejemplo: las líneas de producción, la cocina, los compresores, el equipo de aire acondicionado (Esto puede ser al punto de suministro de energía dentro o adyacente a los paneles de distribución). Esto permitirá que sean examinadas grandes proporciones de uso de energía para asegurar que el uso es como se espera.

## **INTRODUCCION**

Este reporte contiene datos financieros asociados con las inversiones de capital, tasas de retorno, periodos de retorno de inversión, etc. Los costos establecidos aquí son solo presupuestales y requerirán mayor investigación. En particular los costos asociados con suministro e instalación de partidas a precios locales en Reynosa necesitaran ser investigados.

## **INFORMACION DEL SITIO**

La ubicación del sitio es:

Av. Los Pinos s/n  
Parque Industrial Villa Florida, CP 88730  
Cd. Reynosa, Tam.  
México.

El edificio siendo examinado es utilizado para manufacturar componentes electrónicos de comunicación para la región de América Central y Norteamérica.

La tasa de producción es desconocida. Es entendido que las oficinas trabajan de 8 am a 5 pm, 5 días por semana y las líneas de producción operan 24 horas por día los siete días de la semana.

El edificio tiene aproximadamente 10 años de antigüedad y las instalaciones propias del edificio constan de: Un área grande que contiene las líneas de manufactura, las cuales producen los dispositivos electrónicos de comunicación; un almacén el cual acepta materia prima / componentes para el proceso de manufactura; un centro de distribución para el embarque del producto; espacio de oficinas para los empleados con funciones administrativas; una cafetería y cocina; un cuarto de calibración y pruebas; un cuarto de pruebas y observación; un cuarto de servidores para sistemas de cómputo; salas de juntas y de entrenamiento; varios cuartos adicionales en el edificio. El producto de salida de la planta es enviado a la planta 2 para ser incorporado al producto final.

El área del piso del sitio es aproximadamente 12,030m<sup>2</sup> netos para área utilizable. Esto consiste mayormente en un espacio de producción de 7,000m<sup>2</sup>; oficinas de 2,000m<sup>2</sup> y varias áreas de servicio con 500m<sup>2</sup> cada una.

Los activos dentro del edificio incluyen una entrada dual de suministro de energía de 13.8 kVA; cinco compresores de aire; bombas de diésel para el Sistema de Rociadores contra Incendio; aire acondicionado extensivo; sistemas de ventilación para suministro y extracción de aire; equipo de cocina; la electricidad es utilizada para operar el equipo de manufactura, alumbrado, equipo de HVAC, etc. El agua es suministrada al edificio utilizando una entrada convencional de tubería de agua. El agua de lluvia es recolectada y almacenada en una cisterna bajo tierra. El agua de lluvia es utilizada para irrigar las áreas verdes.

## **AUDITORIA DE ENERGIA**

### **CONSUMO DE LOS DOCE MESES ANTERIORES**

La tabla siguiente detalla los consumos, costos unitarios y costos totales de energía comprada en los doce meses anteriores. En el caso de este sitio, la energía consumida es solamente a base de electricidad, ya que no hay suministro de gas en el sitio y el agua consumida es de la tubería convencional suministrada por el Sistema de la ciudad.

Tabla 1: Consumo de energía de 12 meses anteriores

Mes	Consumo de energía (kWh)	Costo unitario Energía	Costo mensual Energía (Pesos)
Nov-06	1,601,280.00	1.0034703	1,606,836.98
Dic-06	1,242,720.00	1.0018814	1,245,058.00
Ene-07	1,496,670.00	1.1232544	1,681,141.20
Feb-07	1,345,920.00	0.991858	1,334,961.48
Mar-07	1,550,400.00	0.9735075	1,509,326.04
Abr-07	1,525,440.00	0.8878664	1,354,386.98
May-07	1,727,520.00	0.8893623	1,536,391.18
Jun-07	1,730,880.00	0.9060736	1,568,304.73
Jul-07	1,591,325.00	0.9144113	1,455,125.6
Ago-07	1,677,281.00	0.9726555	1,631,416.6
Sep-07	1,758,012.00	0.917481	1,602,864.1
Oct-07	1,799,372.00	0.91781	1,651,481.6
<b>Totales</b>	<b>19,046,820.00</b>		<b>18,177,294.49</b>

	Moneda	Valor
El costo anual de energía eléctrica para el Año Fiscal 2007 fue	M\$ Pesos	18,177,294.49

De la tabla de arriba se puede ver que el consumo de electricidad es consistente en todo el año, con un consumo mensual siendo entre 1.2 y 1.7 millones de kWh por mes. También el costo unitario de electricidad parece reducirse con el paso del tiempo. Esta información aún no está muy clara si es debido a una negociación de la tarifa o a la demanda máxima permitida.

### COMPARACION DE CONSUMOS EN LOS TRES AÑOS ANTERIORES

La siguiente tabla detalla los consumos, con el porcentaje de cambio sobre los tres años anteriores.

Tabla 2: Comparación de uso de energía sobre los tres últimos años

Mes	Consumo de energía 2006-07 (kWh)	% diferencia entre años	Consumo de energía 2005-06 (kWh)	% diferencia entre años	Consumo de energía 2004-05 (kWh)
Noviembre	1,601,280.00	17.42	1,363,680.00		
Diciembre	1,242,720.00	3.27	1,203,360.00		
Enero	1,496,670.00	17.62	1,272,480.00	8.43	1,173,600.00
Febrero	1,345,920.00	15.06	1,169,760.00	15.77	1,010,400.00
Marzo	1,550,400.00	13.89	1,361,280.00	10.22	1,235,040.00
Abril	1,525,440.00	9.40	1,394,360.00	14.28	1,220,160.00
Mayo	1,727,520.00	19.05	1,451,040.00	5.96	1,369,440.00
Junio	1,730,880.00	23.20	1,404,960.00	-0.61	1,413,600.00
Julio	1,591,325.00	3.00	1,544,160.00	18.58	1,302,240.00
Agosto	1,677,281.00	3.90	1,612,320.00	5.86	1,523,040.00
Septiembre	1,758,012.00	2.8	1,709,280.00	15.13	1,484,640.00
Octubre	1,799,372.00	4.0	1,728,000.00	12.96	1,529,760.00
	<b>19,046,820.00</b>		<b>17,214,680.00</b>		<b>13,261,920.00</b>

El consumo de electricidad esta cercanamente ligado a la razón de producción (y la ocupación) de la fábrica, la cual varía en diferentes tiempos del año. Los porcentajes de diferencias son positivos generalmente entre 2005-06 y 2006-07 indicando un incremento del consume de electricidad. Presumiblemente esto es un reflejo correspondiente al incremento de la producción.

## INDICADORES DE DESEMPEÑO DE ENERGIA

No hay datos publicados con indicadores de desempeño de energía para la planta, por lo tanto no es posible comparar el uso de energía contra una referencia de alguna empresa típicamente similar de la zona.

No es posible comparar el consumo de este edificio contra otros edificios de tamaño y tipo similares dentro del portafolio de edificios de C&W. Esto se haría revisando las áreas donde tiene lugar el principal uso de energía.

No había información disponible en el sitio, en términos de hojas de cálculo detallando una auditoria de energía previa, la cual involucrara lecturas instantáneas físicamente en el sitio en los paneles de distribución, y por tanto detallando específicamente la utilización de energía. En este caso, el uso de energía ha sido dividido basado en porcentajes de áreas de piso y consumos asociados.

Tabla 3: Indicadores de Desempeño de la Energía

Ubicación	Área de Piso m2	Horas de Ocupación	Días de Ocupación	kWh	kWh/m2/año	kWh/m2/hora	Referencia de Consumo
Área de Producción	7436	24	7.00				
Área de Recibos y embarques	480	24	7.00				
Salas de Juntas y Recepción	333	10	6				
Lockers / Baños	583						
Áreas Periféricas	575						
Cocina / Cafetería	550	12	7				
Oficinas	2073	12	6				

Las áreas de piso fueron medidas de un plano de la planta.

Las división de kWh entre oficinas y almacén es estimado.

Además de examinar los indicadores de desempeño de energía en términos de energía consumida basada en área de piso, el uso de energía puede ser también examinado basado en la energía principal usada en cada área. Nuevamente esto depende de la misma información recuperada del sitio.

Utilizando la hoja de datos, como se describe arriba, para formar la tabla de abajo, podemos ver que el uso principal de energía es para lo siguiente:



**Tabla 4: Principales Usuarios de Energía**

Ubicación	% del total de energía. Maquinaria de Proceso	% del total de energía. Aire Acondicionado	% del total de energía. Alumbrado	
Área de Producción	22.35	28.18	4.49	
Compresores de Aire	9.63	0	0	
Centro de Distribución	0.05	10.39	1.94	
Almacén	0.81	5.19	0.91	
Centro de desarrollo	0.4	2.64	0.15	
Calibración y Pruebas	0.06	0.56	0.05	
Cuartos de Servidores	0.9	1.52	0.11	
Cuartos de pruebas y observaciones	0	0.42	0.04	
Oficinas Principales	0	0.15	0.1	Estimado
Oficinas administrativas Mezanine	0.31	1.02	0.42	
Salas de entrenamiento y juntas	0	0.39	0.25	
Centro de tecnología	0.2	0.51	0.34	
Recepción y entrada	0	0.11	0.11	
Cocina Principal	2.07	2.26	0.87	
Cuarto de lockers	0	0.6	0.13	
<b>Totales</b>	<b>36.78</b>	<b>53.94</b>	<b>9.91</b>	

Es muy poco lo que se puede hacer respecto al uso de energía en el área de manufactura. Sin embargo puede ser observado que cerca del 54% de la electricidad consumida ese por el aire acondicionado del edificio. También cerca del 10% es usado en la iluminación del edificio.

Nosotros sugeriríamos que la energía usada por el aire acondicionado es aceptable ya que el edificio está en un clima caliente y seco, la cantidad de energía usada para aire acondicionado no es excesiva. Sin embargo necesita ser monitoreada para asegurar que las unidades de aire acondicionado no utilicen energía en exceso debido a la falta de mantenimiento o controles con fallas.

Con respecto al alumbrado, las lámparas utilizadas parecen ser T8. Los nuevos bulbos T5 podrían ser probados para ver si se pueden montar con los gabinetes existentes. Esto podría ser reemplazando los bulbos como vayan fallando o en una base de mantenimiento planeado. No hay luz de día disponible dentro del edificio debido al arreglo constructivo. Por lo tanto no es posible tomar ventaja de ningún ahorro por luz de día.

## UTILIZACION DE ENERGIA EN EL EDIFICIO

Se realizó una revisión visual del edificio y sus servicios asociados tal como se describe a continuación.

Para la cubierta del techo del área de producción se observa que es del tipo ligero de bóveda con inclinación construido con estructura y lamina metálica con un aislamiento y protección de intemperie a base de PVC.

El los cielos falsos fueron formados convencionalmente usando un sistema de Parrilla T con losetas de plafón convencionales sobre la misma y construida de fibra de papel con 15 mm de espesor con una cubierta decorativa en la parte frontal visible. El vacío arriba del cielo falso es exitosamente utilizado como cámara a pleno para el retorno del aire acondicionado de las unidades de paquete localizadas en el techo de la nave. Hay muy pocas aberturas en los aleros y por lo tanto no hay pérdida de aire hacia el exterior ni tampoco ingreso de aire exterior para reemplazar el que se perdiera.

Los muros exteriores son construidos de block el cual fue repellido con concreto en ambas caras y pintado.

Los muros tienen una habilidad limitada de resistir la transferencia de calor ya que no hay en realidad un espacio dentro de la construcción del muro o ningún aislamiento. Sin embargo como los muros están sellados con el concreto repellido y la pintura en ambos lados, estos acabados son razonablemente buenos para limitar cualquier filtración de humedad que pueda migrar hacia el interior del edificio.

Las ventanas son de aluminio, cristal sencillo con polarizado. Las ventanas fueron fijadas y no sin posibilidad de apertura. La transferencia de calor a través de los cristales de las ventanas y puertas es significativo. Existe un alcance método para mejorar esto, aplicando sello en las ventanas para reducir la infiltración. Para mejorar más allá, esto implicaría el cambiar el actual tinte y tipo de cristal lo cual sería prohibitivamente caro solamente para ahorro de energía en este rubro.

Las puertas internas son de madera convencional. Las puertas externas son generalmente de una sola hoja sin mirillas. Todas las puertas son manuales, esto incluye las puertas frontales de la recepción y la entrada de personal. Se observó que las puertas se mantienen cerradas cuando no están en uso. Entonces en el corto plazo, la única mejora loguable sería hacer las puertas a prueba de ruptura.

Los pisos son todos de losa de concreto con recubierta de loseta vinílica en toda su extensión.

Aquí hay muy poca área de oportunidad para mejoras en la energía sin hacer una inversión significativa en el edificio. Un ejemplo sería el recubrir el techo y muros con aislamiento. Sin embargo esto sería muy caro y el retorno de inversión sería muy largo. Ninguna mejora real podría ser realizada en la práctica, en términos de la estructura del edificio

## **SERVICIOS DE INGENIERIA DE HVAC**

### **Suministro y distribución eléctrica**

Los arreglos de la energía entrante son de tal modo que hay un suministro de entrada dual de 13.8kV, y esta puede ser cambiada por el suministro alternativo. De tiempo en tiempo, este cambio ha ocurrido pero el suministro de energía es relativamente confiable.

Es entendido que no hay suministro de energía ininterrumpiere en modo de espera para este edificio (aparte de aquel para el cuarto de servidores.) Esto debido a que el riesgo de pérdida de producción se entiende que es bajo.

Un banco de capacitores para corrección de factor de potencia está instalado dentro del panel principal de entrada. Es recomendable que el equipo de corrección de factor sea revisado para asegurar que los capacitores y los controles asociados estén en completa operación. Esto asegura que el mínimo de energía se pierda como energía reactiva (kVAr) y la demanda máxima no sea excedida.

El sistema de distribución eléctrica es un sistema convencional, incorporando cortadores de circuito de pastilla. El cableado está en el rango de 90 grados centígrados debido a la alta temperatura ambiente a la cual está expuesto el sistema.

El vacío en el techo del cuarto eléctrico es utilizado con éxito a modo de plenum para el sistema de ventilación, esto mantiene baja la temperatura ambiente lo cual asegura que la instalación eléctrica sea más confiable.

### **Ventilación y Aire Acondicionado**

Los sistemas de ventilación y aire acondicionado consisten de (Trane y York) paquetes de unidades manejadoras de aire montados en el techo y con secciones completas de enfriamiento tipo DX (expansión directa). En algunas de las áreas no productivas el enfriamiento es suplementado con equipos de refrigerante variable tipo DX y montados sobre el cielo de la nave.

Este arreglo suministra aire enfriado a los espacios que incluyen aire fresco enfriado con propósitos de ventilación. Aunque la instalación no utiliza una planta centralizada, esto es relativamente un buen arreglo. Una de sus debilidades es que no está preparada para agregar control de humedad en caso de ser requerido.

Es entendido que el aire acondicionado está siendo operado usando un sistema básico de BMS (Building Management System por sus siglas en inglés) o sistema de administración de edificio. Es recomendable que los parámetros en términos de temperatura y tiempos sean chequeados periódicamente para asegurar que reflejan el último modo de operación del edificio.

De las clarificaciones con el equipo de mantenimiento, es entendido que las quejas que ocurren son con respecto a las condiciones de confort durante los meses de verano. Estas condiciones han sido monitoreadas y muestran que las temperaturas se incrementan hacia y más allá del límite superior de confort durante el verano aun con todo el equipo de aire acondicionado en operación. Esto confirma que la instalación de aire acondicionado esta sub dimensionada. Si estas condiciones ocurren regularmente, entonces es entendido de las revisiones con el personal de mantenimiento que las quejas ocurren con respecto a las condiciones de confort durante los meses de verano. Estas condiciones han sido monitoreadas y muestran que la temperatura se incrementa hacia y más allá del límite superior de confort durante el verano inclusive con todo el equipo de A/C en operación. Esto confirma que la instalación de A/C esta sub dimensionada. Si las condiciones están ocurriendo de manera regular entonces se debería considerar el instalar unidades de A/C adicionales para el area de producción, esto asegurara que la instalación cumple con los requerimientos operacionales.

Se observó que las condiciones de humedad también han sido monitoreadas y estas mostraron bajos niveles de humedad hasta un 18%. Esto es bajo nivel, el rango de confort para la humedad esta entre 30 y 70%. Similarmente la operación de los procesos de manufactura pueden ser afectados por baja humedad. Esto puede ser en la forma de alta incidencia de electricidad estatica creando fallas y daños en las tablillas electrónicas, etc. Se sugiere que se hagan revisiones con el personal gerencial para asegurar que no esta ocurriendo una alta incidencia de fallas en los tiempos cuando hay baja humedad. Si este fuera el caso, se debería considerar el instalar un sistema de control de humedad.

### **Generación de Agua Caliente Domestica**

El agua doméstica utilizada para lavado en el área de sanitarios no cuenta con agua caliente. Se calienta por encima de los 20 grados centígrados solamente con el calor ambiental del exterior del edificio.

Una ubicación donde se genera agua caliente es en la cocina principal, donde existe una cantidad significativa de lavado. Se sugiere que al suministro de energía al calentador de la cocina se le adapte un sub medidor de energía que permita registrar la utilización.

### **Alumbrado**

La instalación de alumbrado puede ser descrita en dos partes. Primeramente las áreas de producción, estas áreas están en operación las 24 horas del día y por lo tanto los controles temporizadores no son aplicables aquí. Similarmente controladores para luz de día tampoco son aplicables ya que no hay luz de día entrando al espacio de producción debido al tipo de construcción. En segundo lugar, las áreas de oficinas, la instalación de alumbrado es una mezcla de lámparas fluorescentes lineares y compactas. Las lámparas lineares parecen ser tipo T8 de diámetro más grande. Hay bulbos T5 disponibles los cuales son más pequeños en diámetro y son de mayor eficiencia. El alumbrado dentro de estas áreas parece ser controlado mediante método manual con un control temporizador.

### **Compresores de Aire**

Los cinco compresores existentes (Atlas Copco 900 cfm c/u) no tienen controlador de cascada. Ellos son intercambiados manualmente y los datos de consumo son capturados manualmente. Se sugiero que se instale un controlador de cascada y de alguna manera un sistema automatizado de monitoreo el cual pueda ser ligado al BMS básico existente (Sistema de Administración del Edificio).

## **OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE ENERGIA**

Existe oportunidad de ahorro de energía para con este edificio aun cuando el edificio es de un especificación constructiva menor que un edificio moderno.

En términos de posibles ahorros a corto plazo, las temperaturas de área para oficinas y almacén podrían permitirse ser incrementadas hasta cierto punto. Esto está limitado por los ocupantes teniendo un límite de confort de manera que puedan llevar a cabo su trabajo de manera eficiente. Se sugiere que este incremento de temperatura sea hasta los 26 grados Celsius/ en el verano el Sistema de aire acondicionado esta sub dimensionado y por lo tanto, durante este periodo no habrá oportunidad de ahorro de energía para estas áreas, de hecho un enfriamiento adicional es requerido para llegar a 26 grados Celsius durante el verano.

Otro ahorro de corto plazo es asegurar que el equipo de corrección de factor de potencia este trabajando correctamente..

Otro medida de medio plazo seria incluir: suministrando un control de cascada para los compresores de aire; utilizar enfriamiento libre desde las manejadoras de aire existentes.

El enfriamiento libre referido, utilizaría aire frio del exterior para enfriar el edificio, particularmente por la noche. Esto involucraría utilizar las unidades de paquete manejadoras de aire existentes con algún software adicional y algún hardware para crear esta característica. Esto debería ser investigado para ver si en realizada es viable. Esto involucrara alguna inversión y esto necesita ser examinado respecto al retorno de inversión del costo en conjunto con los datos de clima, para mostrar la complete disponibilidad del enfriamiento libre para el edificio. Estos factores determinaran el retorno de la inversión.

Si el edificio va ser conservado por un plazo largo, se debería considerar instalar aislamiento adicional en la parte superior de la cubierta del techo para reducir la penetración exterior de calor hacia el edificio. Esto es de cualquier manera una medida a largo plazo.

Similarmente, la mayoría del A/C existente requerirá ser reemplazado dentro de los 5 años siguientes (ya que tienen al menos 10 años de antigüedad). Cualquier equipo nuevo deberá ser especificado con la más alta eficiencia para poder minimizar los consecuentes costos de energía.

Para poder revisar el consumo de energía es recomendado que se instalen medidores de energía en los equipos que utilizan las mayores cantidades de esta, por ejemplo: las líneas de producción, la cocina, los compresores de aire, el equipo de aire acondicionado. Esto puede ser en la entrada de energía dentro o adyacente a los paneles de distribución. Esto permitirá que se puedan examinar grandes cantidades de energía usada para asegurar que el consume sea como se espera.

**AUDITORIA Y ESTUDIO DE ENERGIA  
PLANTA 2**

**DICIEMBRE 2007**

## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>27</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>28</b>
<b>INFORMACION DEL SITIO .....</b>	<b>28</b>
<b>AUDITORIA DE ENERGIA .....</b>	<b>29</b>
CONSUMO DE LOS DOCE MESES ANTERIORES.....	29
COMPARACION DE CONSUMO DE LOS DOS AÑOS ANTERIORES.....	29
INDICADORES DE DESEMPEÑO DE ENERGIA .....	30
UTILIZACION DE LA ENERGIA DEL EDIFICIO.....	32
SERVICIOS DE INGENIERIA EN HVAC .....	32
Suministro y distribución eléctrica.....	32
Ventilación y Aire Acondicionado.....	33
Generación de agua domestica caliente.....	33
Alumbrado.....	34
Compresores de Aire.....	34
<b>OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA.....</b>	<b>34</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El edificio de planta 2 tiene aproximadamente 2 años de antigüedad o de construido. Es un edificio grande que alberga instalaciones de ensamble y producción de teléfonos celulares. Esto incluye las áreas periféricas de servicio tales como oficinas, recibos, almacén, etc.

La especificación de construcción del edificio está basada en las ultimas regulaciones y es mucho mas eficiente térmicamente, especialmente comparado con edificios similares los cuales son alrededor de 10 años de antiguos.

De los datos de anteriores se puede ver que el consumo de electricidad es consistente a través del año, con un consume mensual de entre 0.6 y 0.9 millones de kWh por mes. Y así como el otro edificio en Reynosa, el consumo se incrementa establemente hasta un pico en Septiembre y entonces se reduce hasta un punto bajo en Febrero. Este patrón es consistente a través de los últimos dos años. Esto parece ser debido al clima ya que el patrón de producción es menos claro. En este caso, dos tercios de la electricidad utilizada está formada por una carga base y el último tercio por un incremento anual siendo basado en la dependencia del clima. Los datos para el 2007 muestran un consumo de hasta 14% mayor sobre el año anterior.

El costo unitario de la electricidad parece haberse reducido sobre el tiempo. No está claro de los datos si es debido a una renegociación de la tarifa o a la máxima demanda permitida.

De los datos anteriores, se puede ver que el consumo de agua es de alguna manera irregular a través del año, con un consumo mensual entre 2000 y 4000 metros cúbicos por mes. No hay un patrón real de utilización.

Durante el mes de Febrero 2006 parece que ha habido una fuga de agua o una corrección en los datos, ya que el consumo esta marcadamente incrementado solamente para este mes.

El costo unitario del agua parece haberse mantenido constante a través del tiempo.

La propuesta para ahorro de energía para este edificio es muy limitada ya que es un edificio nuevo y ha sido diseñado con eficiencia en mente y está siendo operado eficientemente..

En términos de posibles ahorros a corto plazo, las temperaturas dentro de oficinas y almacén podrían permitir que se incrementen hasta cierto punto. Esto al igual que en el otro edificio está limitado al nivel de confort de los ocupantes de modo que ellos puedan llevar a cabo su trabajo de manera eficiente. De aquí, sugerimos que la temperatura se pueda incrementar hasta 26 grados centígrados.

Otro ahorro de corto plazo es asegurar que el equipo de corrección de factor de potencia este trabajando correctamente.

Otro ahorro de medio plazo seria el proveer también un controlador de cascada para los compresores de aire, y utilizar enfriamiento libre de las unidades de A/C existentes.

Para el enfriamiento libre, podría utilizar aire frio del exterior para enfriar el edificio, podría ser usado particularmente por las noches. Esto involucraría la utilización de las unidades de paquete existentes con algún software y hardware adicional para crear esta característica. Esto debería ser investigado para determinar si en efecto es viable. Esto va involucrar alguna inversión y esta necesita ser examinada en términos de retorno de inversión basado en el costo de inversión y los datos del clima, para mostrar la disponibilidad completa del edificio con enfriamiento libre (“gratis”). Estos factores determinaran el retorno de inversión.

Para poder revisar el consumo de energía es recomendado que se instalen medidores de energía a equipos con grandes consumos, por ejemplo: las líneas de producción, la cocina, los compresores, el equipo de aire

acondicionado (Esto puede ser al punto de suministro de energía dentro o adyacente a los paneles de distribución). Esto permitirá que sean examinadas grandes proporciones de uso de energía para asegurar que el uso es como se espera

## **INTRODUCCION**

Este reporte contiene datos financieros asociados con las inversiones de capital, tasas de retorno, periodos de retorno de inversión, etc. Los costos establecidos aquí son solo presupuestales y requerirán mayor investigación. En particular los costos asociados con suministro e instalación de partidas a precios locales en Reynosa necesitaran ser investigados.

## **INFORMACION DEL SITIO**

La ubicación del sitio es:

C&W SA DE CV  
Av. Los Pinos s/n  
Parque Industrial Villa Florida, CP 88730  
Cd. Reynosa, Tam,  
México.

El edificio siendo examinado es utilizado para manufacturar componentes electrónicos de comunicación para la región de América Central y Norteamérica

La tasa de producción es desconocida. Es entendido que las oficinas trabajan de 8 am a 5 pm, 5 días por semana y las líneas de producción operan 24 horas por día los siete días de la semana.

El edificio tiene aproximadamente dos años de antigüedad y las instalaciones dentro del edificio incluyen: un área amplia conteniendo las líneas de manufactura, las cuales producen el producto final; un almacén el cual acepta o recibe la materia prima y componentes para el proceso de manufactura; un centro de distribución para el embarque del producto; espacio de oficinas para empleados con funciones administrativas; una cafetería y una cocina; cuartos de calibración y pruebas; cuarto de servidores de sistemas; cuartos de entrenamiento y salas de juntas; varios cuartos diferentes en la planta.

El área del sitio es de 22,106m<sup>2</sup> de área neta utilizable. Esta consiste mayormente en espacio de producción de 13,000 m<sup>2</sup>; un piso de mezanine para oficinas con 2,464 m<sup>2</sup>; áreas de recibo y embarque con 1,550 m<sup>2</sup> y otras áreas adicionales.

Los activos dentro del edificio incluyen una acometida eléctrica sencilla de 13.8 kVA; un Sistema de respaldo UPS para el cuarto de servidores; compresores de aire; bombas de diésel contra incendio; aire acondicionado en todo el edificio; sistemas de suministro y extracción de ventilación; la electricidad es utilizada para operar los equipos de manufactura, alumbrado, equipo de HVAC, etc. El agua es suministrada al edificio utilizando una entrada principal con tubería convencional. El agua de lluvia es almacenada en una cisterna bajo tierra y se utiliza para irrigar las áreas verdes.



## AUDITORIA DE ENERGIA

### CONSUMO DE LOS DOCE MESES ANTERIORES

Los datos siguientes detallan los consumos, su costo unitario y el costo total para la energía comprada en los doce meses anteriores.

Tabla 1: Consumo de los 12 meses anteriores

Mes	Consumo de Energía (kWh)	Costo unitario de Energía	Costo Mensual de la Energía (Pesos)
Oct-06	799,325.00	1.017	812,976.75
Nov-06	752,949.00	1.106	832,860.49
Dec-06	664,245.00	1.106	734,345.37
Ene-07	697,719.00	1.065	742,797.25
Feb-07	630,568.00	1.025	646,191.55
Mar-07	756,114.00	1.032	780,649.08
Abr-07	741,928.00	0.895	664,351.65
May-07	819,278.00	0.882	723,012.52
Jun-07	872,753.00	0.925	807,701.80
Jul-07	877,370.00	0.938	823,100.61
Ago-07	882,833.00	0.965	851,587.78
Sep-07	905,800.00	0.941	852,259.60
Totales	<b>9,400,882.00</b>		<b>9,271,834.45</b>

	Moneda	Valor
El costo anual de electricidad para 2007 fue	M\$ Pesos	9,271,834

De los datos anteriores se puede observar que el consumo de electricidad es consistente a través del año, con consumos mensuales entre 0.6 y 0.9 millones de kWh por mes. Como con el otro edificio de Reynosa, los consumos se incrementan hasta un pico máximo en Septiembre y luego se reduce a un mínimo en Febrero. Este patrón es consistente en los últimos dos años. Esto parece ser debido al clima ya que el patrón de producción es menos claro aun cuando había más datos disponibles. En este caso, dos tercios de la electricidad utilizada están conformados por una carga base estándar y el último tercio está basado en la variación del clima.

El costo unitario parece reducirse con el tiempo. Esto no está claro si es debido a una renegociación de la tarifa o a la demanda máxima permitida.

### COMPARACION DE CONSUMO DE LOS DOS AÑOS ANTERIORES

La tabla siguiente detalla el consumo, con porcentaje de cambios sobre los últimos dos años. Normalmente se examinarían 3 años de antigüedad, sin embargo este edificio ha estado en existencia por solamente dos años.

Tabla 2: Comparación de utilización de energía en los últimos dos años

Mes	2006-2007 Consumo de energía (kWh)	% de diferencia entre años	2005-2006 Consumo de energía (kWh)
Oct	799,325.00	95.09	409,716.00
Nov	752,949.00	67.15	450,468.00
Dic	664,245.00	41.26	470,234.00
Ene	697,719.00	7.59	648,481.00
Feb	630,568.00	9.59	575,406.00
Mar	756,114.00	-4.03	787,844.00
Abr	741,928.00	-6.55	793,912.00
May	819,278.00	4.77	782,010.00
Jun	872,753.00	8.75	802,536.00
Jul	877,370.00	10.92	790,959.00
Ago	882,833.00	0.20	881,027.00
Sep	905,800.00	14.33	792,247.00
Totales	<b>9,400,882.00</b>		<b>8,184,840.00</b>

El consumo de electricidad está ligado cercanamente a la tasa de producción (y la ocupación) de la fábrica, la cual varía a diferentes etapas del año. Los porcentajes de diferencias son generalmente positivos entre los años 2006/07 y 2005/06. Esto es ciertamente en la etapa temprana del año debido a los consumos reducidos durante el periodo de entrega y arranque. Durante la parte más tardía del año se puede ver que los consumos son similares con el de 2006/07 siendo hasta un 14% más alto que el año anterior.

Más datos adicionales de consumos están disponibles en el apéndice B.

## INDICADORES DE DESEMPEÑO DE ENERGÍA

No está disponible o publicada la información de indicadores de desempeño de la energía, de tal modo que no es posible compararla contra un punto de referencia típicamente similar a la instalación en cuestión.

Es posible comparar los consumos para este edificio contra otros edificios de tamaño similar de industria similar y revisando en las áreas donde se utiliza la mayoría de la energía.

(\*\*Encontrar las áreas de piso y crear una tabla con las ubicaciones de estas y la energía utilizada para crear W/m<sup>2</sup> como punto de referencia inicial.)

No hay información disponible para este sitio, en términos de una hoja de datos detallando una auditoría previa de energía, la cual involucrara lecturas instantáneas tomadas físicamente en los paneles de distribución, por lo tanto detallando el uso específico de la energía. En este caso, el uso de la energía ha sido dividido basado en el mismo porcentaje de áreas de piso y los consumos asociados a estas.

Tabla 3: Indicadores de Desempeño de la Energía

Ubicación	Área de Piso m <sup>2</sup>	Ocupación en Hrs	Ocupación en días	kWh	kWh/m <sup>2</sup> / año	kWh/m <sup>2</sup> /hr	Consumo Punto de comparación
Área de Producción	12991	24	7.00				
Área	3094						

Embarques / Recibos							
Salas de Recepción / juntas	439						
Lockers / Sanitarios	838						
Áreas Periféricas	1407						
Cocina / Cafetería	873						
Oficinas	2464						

Las dimensiones de las áreas fueron medidas de un plano del área.

Los kWh entre las oficinas y el almacén son estimados.

Además de examinar los indicadores de desempeño de la energía en términos de energía consumida basada en área de piso, la utilización de la energía también puede ser examinada basada en la de mayor uso dentro de cada área. Nuevamente esto depende de la misma información a ser recuperada del sitio.

No había información disponible en términos de alguna hoja de cálculo detallando una auditoria de energía previa, la cual involucrara toma de lecturas instantáneas en los paneles de distribución, por lo tanto detallando el uso específico de energía. En este caso, la utilización de energía ha sido dividida basada en los mismos porcentajes de áreas de piso y los consumos asociados a estos. Utilizando la hoja de cálculo como se describe aquí, para formar la tabla siguiente, podemos ver que el uso principal de energía es como se muestra a continuación:

Tabla 4: Principales Usuarios de Energía

Ubicación	% del total de energía proceso de maquinaria	% del total de energía en Aire Acondicionado	% del total de energía en Alumbrado	
Área de Producción	22.35	28.18	4.49	
Compresores de Aire	9.63	0	0	
Centro de distribución	0.05	10.39	1.94	
Almacén	0.81	5.19	0.91	
Centro de Entrenamiento	0.4	2.64	0.15	
Calibración y Pruebas	0.06	0.56	0.05	
Cuarto de Servidores	0.9	1.52	0.11	
Cuartos de prueba y observación	0	0.42	0.04	
Oficinas Principales	0	0.15	0.1	estimada
Admón. Mezz oficinas	0.31	1.02	0.42	
Salas de Juntas	0	0.39	0.25	
Talleres de Entrenamiento	0.2	0.51	0.34	
Entrada y Recepción	0	0.11	0.11	
Cocina Principal	2.07	2.26	0.87	
Área de Lockers	0	0.6	0.13	
<b>Totales</b>	<b>36.78</b>	<b>53.94</b>	<b>9.91</b>	

Hay muy poco que se pueda hacer acerca de la energía utilizada para manufactura. Sin embargo se puede ver que cerca del 54% de la electricidad consumida es para aire acondicionado del edificio. También cerca del 10% es usada para iluminar el edificio.

De aquí se sugeriría que la energía utilizada para aire acondicionado es aceptable ya que el edificio está en

un clima caliente y húmedo, la cantidad de energía utilizada para aire acondicionado no es excesiva. Sin embargo necesita ser monitoreada para asegurar que las unidades de A/C no utilicen energía excesivamente debido a la falta de mantenimiento o controles con fallas.

Con respecto al alumbrado, las lámparas utilizadas parecen ser bulbos T5 dentro del área de producción. Dentro de las oficinas son utilizados bulbos T8. Aquí se podrían utilizar los bulbos nuevos T5 para ver si se pueden instalar con las lámparas existentes. Esto podría ser hecho reemplazando los bulbos así como vayan fallando o con una planeación de mantenimiento básica. No hay luz de día disponible dentro del área de producción del edificio debido al tipo de construcción. Por lo tanto no es posible sacar provecho para ahorros por luz de día. Los ahorros por luz de día. Para los ahorros por luz de día se entiende que es apropiado para las oficinas en el perímetro del edificio.

## **UTILIZACION DE LA ENERGIA DEL EDIFICIO**

Se condujo una revisión visual del edificio y sus servicios asociados, como se describe a continuación. También abajo hay comentarios para cada uno de los elementos de los servicios del edificio.

El edificio es un edificio nuevo tipo almacén, siendo aproximadamente dos años de antiguo. El edificio parece ser construido de concreto con muros de panel revestido en algunas áreas y en otras áreas con muros de block de concreto a un nivel bajo y con paneles revestidos de concreto hasta el punto alto donde comienza el techo. Los acabados de cristal y puertas parecen ser tipo E bajo con doble tinte y marcos de aluminio. Las puertas tienen sellos perimetrales. Las puertas internas son de madera convencional. Todo el edificio parece estar en buenas condiciones.

El piso es de losas de concreto sólido. Dentro de las oficinas, el piso tiene recubrimiento de loseta vinílica.

El techo del edificio se observa que es del tipo hueco con inclinación y compuesto de paneles metálicos con un buen nivel de aislamiento.

El área de producción contiene la estructura de soporte consistente en columnas y marcos metálicos con distancias aproximadas de 12 metros, para permitir la máxima flexibilidad dentro del edificio. A diferencia de otros edificios similares, este no cuenta con un falso plafón en el área de producción, y por lo tanto no hay un pleno en el área. En lugar de esto, la altura libre desde el piso al techo viene siendo la altura máxima disponible en la planta.

El edificio fue construido en términos de su aislamiento tanto para el calor como para la infiltración de aire exterior.

Las oficinas y edificios auxiliares están construidas con buena calidad de recubrimiento y con falsos plafones tipo T.

## **SERVICIOS DE INGENIERIA EN HVAC**

### **Suministro y distribución eléctrica**

Los arreglos de la acometida eléctrica son de modo que solo hay una entrada principal de 13.8kV. Si hubiese un problema con este suministro, entonces no está claro si hay alguna alternativa adicional para suministrar energía. Tampoco se sabe si se pudiera realizar un cambio en la línea de suministro de alto voltaje en la línea pública de CFE dentro del parque industrial. Dicho esto, es entendido que el suministro de energía es relativamente confiable

Un banco automático de capacitores para corrección de factor de potencia está instalado en el panel principal de la acometida de energía principal. Esto asegura que el factor de potencia se mantiene dentro de un rango razonable. Se observó que mientras estando en el sitio, el equipo de corrección de factor de

potencia parece no reaccionar cuando los compresores del edificio son encendidos. El resultado de esto fue que el factor de potencia reducido se mantuvo en 0.9 aun después de que los compresores hubieron alcanzado su condición estable después del arranque. Es recomendado que el equipo de corrección de factor de potencia sea revisado para asegurar que los capacitores y controles asociados estén en plena operación.

El sistema de distribución eléctrica es un sistema convencional, incorporando cortacircuitos del tipo moldeado y del tipo miniatura. El cableado está diseñado para 90 grados Celsius debido a las altas temperaturas a las cuales está expuesto el sistema.

### **Ventilación y Aire Acondicionado**

Los sistemas de ventilación y aire acondicionado están combinados en unidades de gran escala las cuales incluyen unidades de agua helada para enfriar el aire. Dentro del área de producción las unidades manejadoras de aire están montadas a un nivel alto y por dentro de la nave. El aire es distribuido a través de ducteria colgada en las alturas y el cual pasa a través de difusores para llegar a los niveles bajos donde se encuentra el personal de manufactura.

Para las oficinas y áreas auxiliares, las manejadoras de aire o AHU's (air handler units, por sus siglas en inglés) están montadas en un nivel alto dentro de un mezanine o segundo nivel por encima de los espacios que están bajo este servicio.

La única debilidad la cual es aparente es la provisión de aire fresco a los espacios. Las AHUs solo recirculan el aire. El aire es traído dentro solamente por un ventilador de suministro dentro de un arreglo de ducteria la cual no filtra ni enfría el aire. Esto no está controlado automáticamente y estaba apagado cuando se observó en el sitio. Es recomendable que las condiciones, incluyendo los niveles de CO2 sean monitoreados para asegurar que son aceptables. Como hay una cantidad considerable de personas dentro del área de producción (hasta 1100 personas) y esto requiere hasta 10 litros por segundo por cada uno de aire fresco para renovar la razón de flujo de aire fresco, entonces deberá haber 11 metros cúbicos por segundo. Sin esto, el aire se estancara y los niveles de CO2 se incrementaran. Se debería considerar el mejorar los arreglos de suministro de ventilación.

No hay una instalación de extracción dentro del edificio. En su lugar el aire se filtra a través del edificio. Sin embargo como el edificio es de buena construcción, no existe mucho problema por el aire que se pueda infiltrar/filtrar fuera del edificio. En la misma base como el requerimiento, se debería considerar el mejorar los arreglos de ventilación y extracción.

Dentro de las oficinas y áreas auxiliares, el aire acondicionado es suministrado por unidades modulares montadas en el cielo de la estructura y siendo de manufactura Mitsubishi. Estas unidades recirculan el aire generalmente suministrando enfriamiento sensible con una pequeña cantidad de enfriamiento latente. No está claro cuáles son los arreglos de control. Se asume que las unidades trabajan con controles locales por temperatura y un control central para el tiempo de operación.

La instalación utiliza tres unidades de paquete de aire enfriado (York) montadas externamente al edificio. Estas unidades suministran el agua helada la cual es entubada hasta cada una de las AHU's.

### **Generación de agua domestica caliente.**

El agua domestica utilizada para lavar y dentro de las instalaciones de sanitarios no está calentada. Es calentada sobre los 20 grados C. El agua es calentada por encima de los 20 grados C, solo desde calentadores en la parte trasera del edificio.

En todo el edificio se utilizan mezcladoras de agua con sensor de presencia, las cuales evitan el desperdicio de agua.

Una ubicación donde es generada agua caliente es en la cocina principal, donde hay una cantidad considerable de uso de agua para lavado de losa. Se sugiere que el suministro de energía para el calentador

de la cocina sea acondicionado con un sub-medidor para poder registrar la utilización.

### **Alumbrado**

La instalación de aire es una mezcla de lámparas fluorescentes lineares y compactas. Dentro del área de producción los bulbos parecen ser del tipo T5, en los demás lados dentro de oficinas y áreas de soporte, las lámparas lineares parecen ser del tipo T8 de mayor diámetro. Hay bulbos T5 disponibles los cuales son de menor diámetro y son de mayor eficiencia. Los controles de alumbrado actuales tienen incorporados detectores de presencia.

### **Compresores de Aire**

Los 3 compresores existentes (Atlas Copco 900 cfm c/u) no tienen controlador de cascada. Son manipulados manualmente y los datos de consumo son registrados manualmente. Se sugiere que se suministre un controlador de cascada y alguna forma de sistema de monitoreo automático el cual pueda ser ligado al sistema básico de BMS.

## **OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA**

El alcance para ahorro de energía en este edificio es muy limitado ya que es un edificio nuevo y ha sido diseñado con eficiencia en mente y está siendo operado eficientemente.

En términos de ahorros a corto plazo, las temperaturas dentro de las oficinas y el almacén podrían ser permitidas para ser incrementadas hasta un cierto punto. Esto limitado por el nivel de confort para los ocupantes de manera que puedan llevar a cabo su trabajo de manera eficiente. En base a esto sugeriríamos que la temperatura se incrementara hasta 26 grados C (no existen curvas de confort disponibles).

Podría ser utilizado el enfriamiento libre, el cual podría utilizarse de aire frío del exterior para enfriar el edificio, particularmente en la noche. Esto involucraría el uso de las unidades de paquete existentes para agua helada con algún software adicional y posiblemente algún hardware para crear esta característica. Esto debería ser investigado para verificar si en verdad es viable.

Otro ahorro de corto plazo es asegurar que el equipo de corrección de factor de potencia este trabajando apropiadamente.

Otra medida de ahorro a medio plazo incluiría: Suministrar un control de cascada para los compresores; utilizar enfriamiento libre con las unidades de AC existentes.

Para poder verificar el consumo de energía se recomienda que los medidores de energía sean instalados en los equipos de más grande consumo, por ejemplo: las líneas de producción, la cocina, los compresores, los equipos de aire acondicionado (esto puede ser el punto de suministro de energía dentro o adyacente a los paneles de distribución). Esto permitirá que sean analizadas grandes proporciones de energía utilizada y asegurar que la utilización es como se espera.

**AUDITORIA Y ESTUDIO DE REVISION  
DE RIESGO AMBAS PLANTAS REYNOSA**

**DICIEMBRE 2007**

## **CONTENIDO**

<b>REVISIONES ANTERIORES (HISTORIAL Y ACCIONES).....</b>	<b>37</b>
<b>IDENTIFICAR LOS PROCESOS CRITICOS .....</b>	<b>37</b>
<b>DIAGRAMA DE BLOQUES DE CONFIABILIDAD .....</b>	<b>39</b>
<b>CONducIR REVISION ESTRUCTURADA DE LOS PROCESOS CRITICOS.....</b>	<b>43</b>
<b>PRESENTACION DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS .....</b>	<b>45</b>



## **REVISION DE ANTERIORES REVISIONES DE RIESGO (HISTORIAL) Y ACCIONES**

Durante las entrevistas con el personal de mantenimiento, personal clave de áreas de producción, y demás áreas de soporte; se encontró que no existía una revisión formal de riesgos anterior, ni tampoco se obtuvieron registros de historial consistentes, y en consecuencia tampoco existía una lista formal de acciones que hiciera evidente el seguimiento a las mismas para eliminar o minimizar los riesgos identificados,

Con base en lo anterior, se recomienda realizar de inmediato la identificación de los riesgos potenciales de los activos y procesos críticos y trabajar en su análisis y acciones resultantes para el control de los mismos.

## **IDENTIFICAR LOS PROCESOS CRITICOS**

Durante la reunión inicial para la identificación de procesos críticos relacionados con el área de mantenimiento, y contando con la colaboración con participantes de las diferentes áreas como clientes del servicio, se propusieron los siguientes procesos, actividades o situaciones consideradas críticas, las cuales entre ellas tienen diferente grado de criticidad como se mostrara en las siguientes secciones de análisis del riesgo.

- 1 Corte de energía eléctrica Principal
- 2 Corte de energía eléctrica en el área de manufactura
- 3 Corte de energía eléctrica en la línea e producción
- 4 Falla del UPS o/y energía de emergencia en el cuarto de servidores
- 5 Falla en el aire comprimido y bombas de vacío
- 6 Goteras en el techo
- 7 Fuga de agua en tuberías
- 8 Falla en el sistema de enfriamiento
- 9 Falla en el sistema de control de humedad
- 10 Falla en el sistema de Ventilación
- 11 Falla en el sistema de administración automática del edificio
- 12 Falla en el sistema de calefacción
- 13 Abandono de obligaciones o actividades
- 14 Fuego/humo en área de producción
- 15 Fuego en cuartos de servicios del edificio
- 16 Falta de refacciones criticas
- 17 Golpe de relámpago
- 18 Explosión
- 19 Cambio de líneas en producción
- 20 Habilidades profesionales de los colaboradores
- 21 Acuerdos no claros entre Depto. de mantenimiento y otros deptos.
- 22 Comida descompuesta
- 23 Falta de mantenimiento o reparaciones
- 24 Administración de empleados
- 25 Falta de términos de referencia
- 26 Falta de claridad de acuerdos con las partes interesadas
- 27 Falta de conciencia en seguridad
- 28 Contaminación Ambiental
- 29 Peligro por polvos
- 30 Corte de suministro de agua de la ciudad
- 31 Corte de suministro de gas externo
- 32 Enfermedad pandémica
- 33 Interrupción de servicio de Seguridad patrimonial
- 34 Interrupción de servicios de limpieza

- 35 Interrupción de servicios de cafetería
- 36 Tormenta extrema
- 37 Contaminación biológica o química
- 38 Peligro de electricidad estática
- 39 Peligro por uso de gases (N, O2, Argón)
- 40 Trabajo con uso indebido de EPP (equipo de protección personal)

## DIAGRAMAS DE BLOQUES DE CONFIABILIDAD (EJEMPLO)

Los bloques de confiabilidad son representaciones graficas de la planta, maquinaria o sistemas. Ellos ilustran como están conectados los componentes en términos de disponibilidad de la planta, maquinaria o sistema para cumplir con su función requerida.

El nivel al cual se escoja dibujar los Diagramas de Bloques de Confiabilidad es a menudo dictado por la mezcla de ambos:

1. El nivel al cual está disponible la información de MTBF y MTTR
2. La necesidad operacional de los diagramas. Por ejemplo, cuando se diseña una planta entera, podemos desear desarrollar los Bloques de Confiabilidad solo al nivel de maquinaria, pero cuando se hace un diseño detallado de una maquina individual, podemos ir a nivel de componentes.

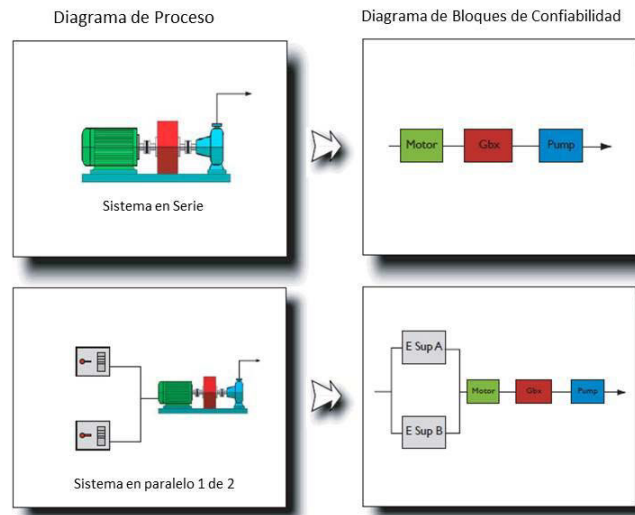


Fig 1. Sistema de Motor, Reductor, Bomba con alimentación Eléctrica en Standby

Para los dos sistemas mostrados en los diagramas de proceso abajo, se muestran sus correspondientes Diagramas de Bloques de Confiabilidad.

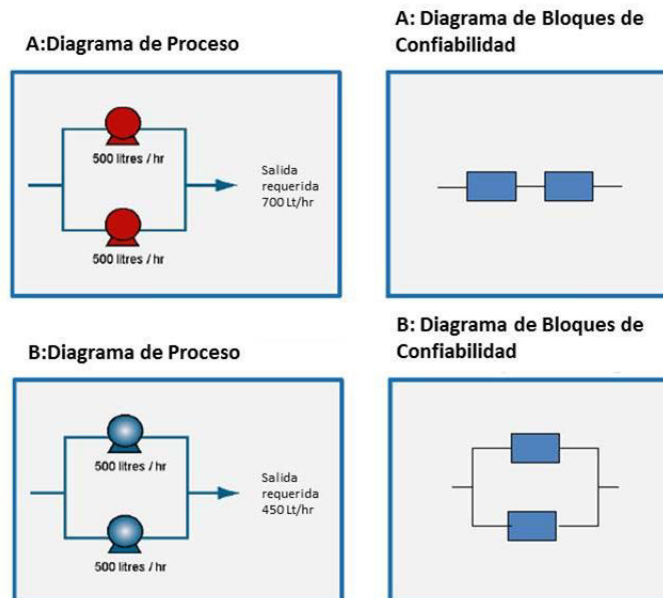
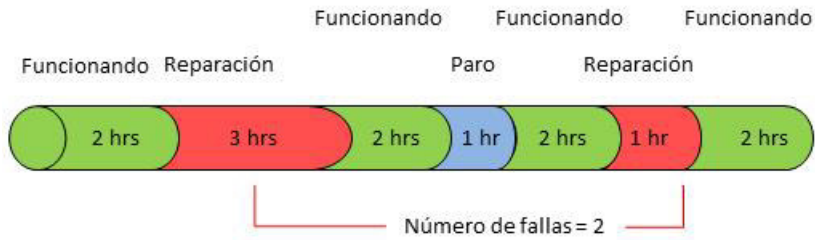


Fig 2. Ejemplo de sistema en Serie y en Paralelo

# MODELACION DE LA DISPONIBILIDAD – MTBF Y MTTR

(Tomando el ejemplo de la Fig.1)

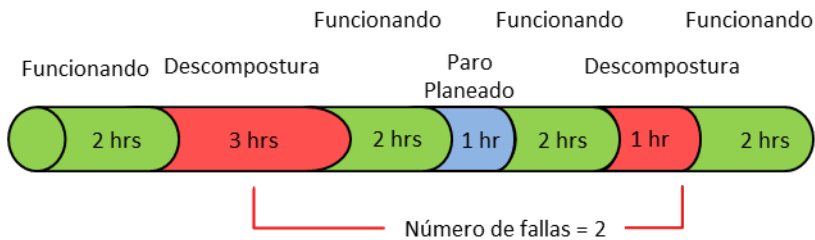
Tiempo Medio de Reparación (Mean Time To Repair - MTTR)



$$\text{MTTR} - \text{Tiempo medio de Reparación} = \frac{\text{Tiempo Total de Reparación}}{\text{Numero de Fallas}}$$

$$\text{MTTR} - \text{Tiempo medio de Reparación} = \frac{3 \text{ hrs} + 1 \text{ hr}}{2} = 2 \text{ hrs}$$

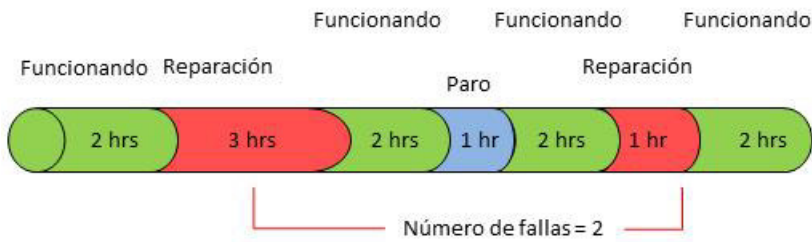
Tiempo Medio Entre Fallas (Mean Time Between Failures - MTBF)



$$\text{MTBF} - \text{Tiempo Medio Entre Fallas} = \frac{\text{Tiempo Total de Operando}}{\text{Numero de Fallas}}$$

$$\text{MTBF} = \frac{2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs}}{2} = 4 \text{ hrs}$$

## Disponibilidad (Availability – Av)



$$\text{Disponibilidad (Av)} = \frac{\text{Tiempo Total Operando}}{\text{Tiempo Total de Operando + Numero de Fallas}}$$

$$= \frac{2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs}}{2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 2 \text{ hrs} + 3 \text{ hrs} + 1 \text{ hr}} = 4 \text{ hrs}$$

$$\text{Disponibilidad (Av)} = \frac{8}{12} = 6.666 = 66.6\%$$

La Disponibilidad (Av) tambien se mide en =  $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$

$$\text{Disponibilidad (Av)} = \frac{4}{4 + 2} = 6.666 = 66.6\%$$

### Calculando la Disponibilidad

La disponibilidad puede ser calculada para componentes simples o grupo de componentes

Si existe la información, es posible calcular la disponibilidad desde componentes individuales hasta la planta completa.

### Disponibilidad de un componente sencillo – Motor



Primero que nada se necesita determinar la disponibilidad para un componente sencillo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

En el año hay 8760 horas

Para este motor tenemos que:

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= 6 \text{ meses} \\ &= 0.5 \times 8760 \text{ hrs} \\ &= 4380 \text{ hrs} \\ \text{MTTR} &= 16 \text{ hrs} \end{aligned}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{4380}{4380 + 16} = 0.9964 = 99.64 \%$$

Calculando la Disponibilidad para un sistema en Serie – Motor – Reductor – Bomba



Si vemos una maquina con más de un componente, entonces necesitamos entender cómo funcionan juntas las partes para lograr la salida requerida. Si volvemos a ver el diagrama de bloques del conjunto de Motor - Reductor – Bomba podemos ver que las partes componentes están en serie por naturaleza.

Para calcular la disponibilidad de un sistema de series primero calculamos la disponibilidad de los componentes individuales.

Por ejemplo:

	Motor	Reductor	Bomba
MTBF (años)	0.5	4	1
MTBF (Horas)	= 0.5 x 8760	= 4 x 8760	= 1 x 8760
	= 4380	= 35040	= 8760
MTTR (Horas)	16	72	8
Disponibilidad	= $\frac{4380}{4380 + 16}$	= $\frac{35040}{35040 + 72}$	= $\frac{8760}{8760 + 8}$
	= 0.9964	= 0.9980	= 0.9991

La disponibilidad de un sistema de series está definida como sigue:

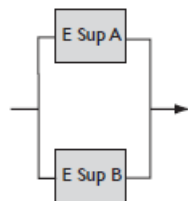
$$\text{Disponibilidad de un sistema de series} = A_{V_A} \times A_{V_B} \times A_{V_C} \times \dots$$

De manera que calculando la Disponibilidad del motor – reductor – bomba seria como sigue:

$$\text{Disponibilidad del conjunto de Motor – Reductor – Bomba} = 0.9964 \times 0.9980 \times 0.9991 = 0.9935 = 99.35\%$$

Disponibilidad de un sistema paralelo (En espera 1 de 2) – Paneles de Suministro Eléctrico

Si vemos el suministro eléctrico para el sistema de motor – reductor - bomba y como sabemos que esta en paralelo, podemos representar esta parte del sistema en un Diagrama de Bloques de Confiabilidad como un sistema paralelo



$$\text{Disponibilidad de un sistema Paralelo (en espera 1 de 2)} = 1 - \frac{1}{(2 \times z^2) + (2 \times z) + 1}$$

Dónde:  $z = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTTR}}$  de cada elemento

Primero calculamos el valor de **z**

$$\begin{aligned}
 \text{Para el suministro eléctrico:} \quad \text{MTBF} &= 2 \text{ años} \\
 &= 2 \times 8760 \text{ horas} \\
 &= 17520 \text{ horas} \\
 \text{MTTR} &= 960 \text{ horas} \\
 Z &= \frac{\text{MTBF}}{\text{MTTR}} = \frac{17520}{960} = 18.25
 \end{aligned}$$

Luego calculamos el valor de la parte baja de la fracción

$$\begin{aligned}
 2 \times Z &= 2 \times 18.25 = 36.5 \\
 Z^2 &= 18.25 \times 18.25 = 333.06 \\
 2 \times Z^2 &= 2 \times 333.06 = 666.12 \\
 (2 \times z^2) + (2 \times z) + 1 &= 666.12 + 36.5 + 1 = 703.62
 \end{aligned}$$

$$\text{Finalmente la Disponibilidad} = 1 - \frac{1}{703.62} = 1 - .0014 = 0.9986 = \mathbf{99.86\%}$$

### Disponibilidad del sistema completo – Suministro Eléctrico – Motor – Reductor – Bomba

$$\begin{aligned}
 \text{Disponibilidad del sistema completo} &= \text{Disponibilidad Sistema Eléctrico} \times \text{Disponibilidad Motor/Reductor/Bomba} \\
 &= 0.9986 \times 0.9935 = 0.9921 = \mathbf{99.21\%}
 \end{aligned}$$

## REVISION ESTRUCTURADA DE LOS PROCESOS CRITICOS NECESARIOS

Revisión detallada de los procesos críticos identificados:

#### Proceso de Requerimientos del Cliente

- El objetivo de este proceso es establecer expectativas claras del nivel de servicio e identificar los índices clave de desempeño contra las metas y facilitar la mejora continua.
- Esto habilitará todas las actividades de administración de mantenimiento para ser direccionadas hacia el cumplimiento de las necesidades del negocio. Un entendimiento claro de estas necesidades habilitará a la administración del mantenimiento a optimizar los recursos para lograr metas tales como disponibilidad de sistemas y tiempos de respuesta a un costo mínimo.

#### Proceso de Incidentes Críticos

- El objetivo del proceso de incidentes críticos es comunicar formalmente el “Incidente Crítico” y su causa raíz, Efecto, acciones correctivas inmediatas y estrategias de mitigación propuestas.
- Realizar cualquier debilidad en la estrategia de mantenimiento
- Desarrollar un entendimiento de las circunstancias que rodean el incidente a través de una revisión de documentos relevantes y discusiones con las partes concernientes
- Determinar la solución óptima para reducir la posibilidad de “incidente crítico” e incidentes similares en las plantas de manufactura.

#### Proceso de Gestión de Riesgos

- Este proceso regula la identificación, análisis y evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación del riesgo.
- El registro de riesgos es un documento clave y debería ser mantenido a través de todos los

elementos del proceso.

- Este proceso documento deberá ser efectivo en toda las plantas de manufactura del negocio y podrá ser aplicado a lo largo de la vida de la organización, y a un amplio rango de actividades, procesos, funciones, proyectos, productos, servicios, activos, operaciones y decisiones.
- Este proceso no deberá reemplazar los estándares regulatorios que controlan riesgos específicos, sino que provee un enfoque común en el apoyo de los estándares regulatorios.

#### Proceso de Administración de Ciclo de Vida

- Este proceso presentara las consideraciones y parámetros de la confiabilidad y mantenibilidad (R&M) a través del ciclo de vida de los equipos para poder lograr una costo de ciclo de vida óptimo para estos.
- Identifica el rol activo que el personal de mantenimiento puede tomar al establecer los criterios de R&M a través del ciclo de vida de la planta.
- Identifica herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas para mejorar la R&M en ambas plantas ya sean nueva y existente.
- Aportar datos en las decisiones referentes al concepto de equipos, diseño y desarrollo, construcción e instalación, operación, mantenimiento y puesta fuera de servicio.

#### Proceso de Planeación y Control del Trabajo

- Regula la identificación, planeación, programación, ejecución y cierre de todas las actividades de mantenimiento planeadas y no planeadas.
- Establece las políticas y procedimientos para la planeación y programación de tareas planeadas de mantenimiento
- Ubicación de recursos
- Ejecución, retroalimentación y aseguramiento de la calidad del trabajo.

#### Proceso de Administración de Refacciones y Almacenes

- Conduce los elementos relevantes que logran una estrategia de administración efectiva de refacciones y almacenes a un costo optimo, determinando:
  - Refacciones Críticas
  - Nivel de existencias de refacciones
  - Cantidades a reordenar
  - Estrategia de costos efectivos en refacciones a cumplir en los activos críticos:
    - Necesidades del Negocio
    - Necesidades de confiabilidad de los activos
    - Necesidades de Seguridad y Medio ambiente

#### Proceso de Presupuestos Financieros y Costos

- Determina el proceso para desarrollar los presupuestos de Administración del Mantenimiento y control de costos.
- Identifica la información clave requerida en la preparación de presupuesto de servicios mayores.



## PRESENTACION DE PRINCIPALES HALLAZGOS

Al revisar los archivos correspondientes a los activos dados de alta en el sistema de mantenimiento, se encontró que no existe datos previos de análisis de riesgos basados en la disponibilidad de estos, ni así tampoco existe un cálculo de disponibilidad a escala sencilla (por maquina o equipo aislado) aun y cuando se cuentan con datos que especifican los Tiempos Medios de Reparación y Tiempos Medios Entre Fallas para equipos tales como:

- Compresores de Aire
- Secadores de Aire
- Unidades de Agua Helada (Chillers)
- Manejadoras de Aire Acondicionado
- Bombas de Vacío

### Recomendaciones para este apartado:

Se recomienda que en la medida de lo posible se realicen los cálculos de disponibilidad de estos equipos como un sistema completo, e ir monitoreando los componentes individuales que han causado los paros no programados para ser creadas Sub-listas (sub-sistemas) de criticidad por maquina o equipo.

Se recomienda que el equipo común no sea duplicado en los cálculos de disponibilidad. Establecer reglas para fronteras y simbología convencional en los diagramas.

No apegarse al 100% en la exactitud, ya que hay mucha probabilidad de que en la información existente exista hasta un 10% de inexactitud.

Utilizar softwares existentes en el mercado, ya que estos pueden ahorrar tiempos considerables en los cálculos de disponibilidad.

Proceso Recomendado como posible manera de determinar qué datos utilizar (de los disponibles) para estimar la Disponibilidad:

- La información **Operacional** está disponible para?:
  - Mismo equipo
  - Mismas condiciones de operación
  - Mismo ambiente
- La información operacional está disponible para?:
  - Mismo equipo
  - Mismas condiciones de operación
  - Similar ambiente
- La información operacional está disponible para?:
  - Mismo equipo
  - Similar condiciones de operación
  - Similar ambiente
- La información operacional está disponible para?:
  - Similar equipo
  - Similar condiciones de operación
  - Similar ambiente
- La información de **Diseño** está disponible para?:
  - Mismo equipo
  - Mismas condiciones de operación
  - Mismo ambiente
- La información de Diseño está disponible para?:
  - Mismo equipo

- Mismas condiciones de operación
- Similar ambiente
- La información de Diseño está disponible para?:
  - Mismo equipo
  - Similar condiciones de operación
  - Similar ambiente
- La información de Diseño está disponible para?:
  - Similar equipo
  - Similar condiciones de operación
  - Similar ambiente
- Hay **tablas** de información de ejemplo para?:
  - Mismo equipo
- Hay tablas de información de ejemplo para?:
  - Similar equipo

Se busca tener al menos 1 si en cada condicionante para utilizar la información disponible.

Los Diagramas de Bloques de Confiabilidad son más que un paso para calcular la disponibilidad. Ellos proveen:

- Imagen visual sencilla de las interrelaciones funcionales de la planta
- Guía de referencia para futuras modificaciones en la planta
- Identificación de rutas críticas y equipo así como características comunes

### **Limitaciones**

Los métodos sugeridos aquí ilustran maneras prácticas para estimar la disponibilidad, sin embargo asumen:

- Patrones de falla al azar de los equipos los cuales son independientes del tiempo y exhiben un distribución de falla normal.
- Cambios perfectos entre sistemas redundantes
- Los equipos de respaldo en espera tienen la misma confiabilidad.

### **Puntos Clave**

Hay 4 etapas para estimar la disponibilidad de la planta

- Desarrollar los diagramas de bloques de confiabilidad desde arriba hasta abajo que muestre la relación funcional entre el equipo
- Determinar el MTTR y MTBF para cada pieza de equipo que está siendo analizado, teniendo cuidado con la fuente y exactitud de la información que está siendo utilizada
- Combinar los datos de disponibilidad de equipo individual trabajando hacia atrás desde el detalle de los diagramas de bloques de confiabilidad hasta el nivel más alto.
- Llegar a un gran total de disponibilidad para la planta.

Recordar que es una estimación relativa con la exactitud de la información.

La información de la experiencia operacional es más válida que la información de diseño.

Los Diagramas de Bloques de Confiabilidad no solo proveen un medio para estimar la disponibilidad, sino que son una herramienta útil que puede proveer una mirada dentro de la planta que de otro modo quedaría desconocida.

## Capítulo 2

### Implementaciones

#### CONTENIDO

Acuerdo de nivel de servicio (incluyendo Índices Clave de Desempeño – o KPI's).....	47
Proceso de presupuestos y costos.....	60
Proceso de incidentes críticos.....	62
Proceso de Requerimientos del cliente.....	64
Proceso de Gestión del Ciclo de Vida.....	66
Proceso de la administración de riesgos.....	68
Proceso de la planeación y ejecución del trabajo.....	70
Proceso de la administración de almacenes y refacciones.....	72

## Acuerdo de Nivel de Servicio - SLA (por sus siglas en ingles Service Level Agreement)

(Se presentan aquí un resumen de los principales servicios y en el Disco Compacto anexo en este cuaderno de Tesis, se agrega el detalle del resto de las areas asi como los criterios de medición, comentarios, etc.)

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<p><b>Administracion de los espacios y planeacion de distribucion</b> Incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recabar y monitorear la utilizacion de los espacios</li> <li>▪ Mantenimiento de planos en Cad actualizados</li> <li>▪ Reportes de ubicacion de espacios de produccion</li> <li>▪ Servicio de planeacion de espacios</li> </ul>	<p>Un servicio competente y responsivo para la planeación y administración de los espacios que permita a la Produccion de la planta hacer una planeación y utilización efectiva de sus espacios.</p> <p>Proveer informacion de ubicacion de espacios para actualizar la hoja de base de datos.</p> <p>Una revisión de planeación de negocios en acuerdo con los términos a corto y largo plazo de los proyectos, incluyendo un plan de acción que se haga cargo de las necesidades y cambios de los espacios.</p> <p>Informe sobre relación de la utilización del espacio y el efecto probable de las acciones de las necesidades de espacio y de cartera</p>	<p><i>Los tiempos de planeación y diseño de espacios dentro del periodo acordado con el usuario final y el Departamento de Mantenimiento serán:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1-5 estaciones de trabajo = 3 dias</li> <li>▪ 6-20 Estaciones de Trabajo = 5 dias</li> <li>▪ Mas de 20 Estaciones de trabajo = 10 dias</li> </ul> <p>&gt; 80% Satisfaccion del Cliente</p>	<p>Utilizacion del portal de reports "N-scope" por requerimiento del Depto de Mantenimiento</p> <p>Queja de Clientes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precision de la distribucion de espacios</li> </ul>
<p><b>Servicio de Administracion de Mudanzas o Reubicaciones</b> Incluyendo:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Una Persona</li> <li>▪ Multiple personas</li> <li>▪ Dentro del un mismo edificio</li> </ul>	<p>Un servicio de gestión de movimiento eficiente y sensible que permita al area de produccion el ocupar sus espacios efectivamente con la minima perturbación al negocio de producción.</p>	<p>Los Niveles de Servicio incluiran el siguiente criterio de desempeño:</p> <p>Tiempos para completar un Cambio:-</p>	<p>Registros en Escritorio de Ayuda Helpdesk</p> <p>Quejas del Cliente</p>	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inter Edificios</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 persona = 3 dias</li> <li>▪ 2-10 personas = 5 dias</li> <li>▪ 11-20 personas = 10 dias</li> <li>▪ Mas de 20 personas = 20-30 dias</li> <li>▪ Cambios especiales = A ser acordado</li> <li>▪ 80% De satisfaccion del Cliente</li> </ul>		
<p><b>Adquisicion y disposicion de mobiliario para Oficinas y áreas publicas</b> Incluyendo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mover el mobiliario existente de y al lugar de almacenaje.</li> <li>▪ Adquisicion de cantidades pequenas de mobiliario</li> </ul>	<p>Un servicio de gestión de movimiento eficiente y sensible para la adquisicion y disposicion de mobiliario en acuerdo con las políticas y especificaciones de la planta de produccion.</p>	<p>Estos niveles de servicio incluiran el siguiente criterio de desempeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adeherencia a la escala de tiempo provista por el departamento de mantenimiento.</li> <li>▪ Cumplimiento con la politica de administracion de activos de la planta productiva.</li> <li>▪ Cumplimiento con la política y especificaciones de la planta productiva para mobiliario.</li> <li>▪ &gt; 80% Satisfaccion del Cliente.</li> </ul>	<p>Quejas del Cliente</p>	
<p><b>Servicios Ambientales para el Edificio.</b> Incluyendo:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema de tierras para ESD</li> <li>▪ Sistemas de Calefaccion, Ventilacion y Aire Acondicionado (HVAC por sus siglas en Ingles)</li> <li>▪ Sistemas de Agua fria y</li> </ul>	<p>El suministro adecuado de Energia, Iluminacion, Calefaccion, Enfriamiento, Ventilacion, Agua, Servicios sanitarios, extraccion, remocion de humos y servicios relacionados para permitir la operacion segura de la produccion, efectiva y eficientemente dentro del espacio suministrado por el Depto</p>	<p>Los niveles de Servicio incluiran los siguientes criterios de desempeño:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No interrupciones no planeadas a servicios durante los periodos acordados para áreas de Producción y no producción. Todos los equipos criticos</li> </ul>	<p>Registro Operacional Quejas del Cliente</p>	<p>Excluye los sistemas de cableado para IT, telefonia, TV, y sistemas de laboratorio de pruebas.</p> <p>Los servicios suministrados por el Depto de Mantenimiento terminaran en el punto de servicio al equipo de</p>

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<p>caliente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tanques de Diesel</li> <li>▪ Energia electrica, alumbrado y otros sistemas cableados</li> <li>▪ Generadores y sistemas de energia no interrumpible</li> <li>▪ Sistemas de drenaje y deshechos del edificio hasta el punto de connexion con el Sistema de drenaje municipal</li> <li>▪ Sistemas de drenaje pluvial hasta el punto de descarga</li> <li>▪ Sistemas y equipos contra incendio fijos y portatiles</li> <li>▪ Transportes de elevacion yu verticales</li> <li>▪ Compra de Nuevo equipo de cocina</li> <li>▪ Puertas y barreras electricamente operadas.</li> <li>▪ Sistema de Gas Natural</li> <li>▪ Sistema de Gas LP</li> <li>▪ Sistema de aire comprimido y vacio</li> <li>▪ Sistema de administracion inteligente de edificios</li> <li>▪ Instalaciones de conferencias, video, audio, proyectores, etc.</li> </ul>	<p>de Mantenimiento durante las horas de trabajo acordadas.</p>	<p>operacionales al 100% del tiempo (nota: excluyendo las interrupciones no planeadas por la red de energía de la ciudad, la compañía de agua potable, compañía de gas natural, u otra dependencia gubernamental)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento con los tiempos de respuesta acordados.</li> </ul> <p>Criterio potencial adicional al SLA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La temperatura a estar dentro de las tolerancias acordadas (para area de producción y otras áreas referirse a las instrucciones de diseño del edificio y lineamientos del negocio)</li> <li>▪ La humedad a estar dentro de las tolerancias acordadas (para area de producción: 35%~55%RH, otras áreas referirse a las instrucciones en el diseño del edificio)</li> <li>▪ Aire comprimido y vacio adecuado durante las horas de trabajo.</li> <li>▪ Gas Natural y Gas LP disponible durante las horas de trabajo.</li> <li>▪ Los niveles de iluminacion a estar dentro de los estandares acordados.</li> <li>▪ Energia electrica adecuada disponible durante los periodos</li> </ul>		<p>producción.</p>

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
		operativos. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La ventilacion a cumplir con los estándares acordados.</li> <li>▪ Agua caliente y fria disponible durante las horas de trabajo.</li> <li>▪ El equipo de cocina con una razón de operabilidad de &gt;98%</li> <li>▪ Todos los sistemas sanitarios operando.</li> <li>▪ Compliant with Statutory and Regulatory requirements</li> <li>▪ Sistemas de Aire comprimido y vacio operando a razon de &gt;98%</li> <li>▪ El Sistema de Administracion de Edificio operando a razon de &gt;98%</li> <li>▪ Instalaciones de conferencias, Video, Audio, Proyector, etc, disponibles durante las horas de trabajo.</li> <li>▪ El Sistema N2 y el Sistema de alarmas operando a razón de &gt;98%</li> </ul>		
<b>Mantenimiento del Edificio</b> Incluyendo:- <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluacion de Riesgos</li> <li>▪ Analisis de Condicion</li> <li>▪ Planes de Ciclo de Vida</li> <li>▪ Estrategia de Mantenimiento</li> <li>▪ Procedimientos de Operacion</li> <li>▪ Mantenimiento Planeado</li> <li>▪ Mantenimiento Reactivo</li> <li>▪ Monitoreo de Condicion</li> <li>▪ Operacion de Planta y</li> </ul>	La provision de un regimen de un Sistema de administracion de mantenimiento para un edificio para facilitar la production de la planta que asegure la integridad estructural del edificio e instalaciones, servicios mecanicos y electricos, sistemas de seguridad ocupacional, mobiliario y equipamiento.  El regimen de mantenimiento va:	El nivel de los servicios incluiran los siguientes criterios:- <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ninguna interrupcion no planeada a los servicios durante los periodos acordados de operacion para las areas de produccion y no produccion (nota: excluyendo interrupciones por la red estatal de energía, compañía de agua,</li> </ul>	Reporte mensual del escritorio de ayuda  Plan versus actual > 100%	Nota: Excluye los sistemas de cableado para IT, telefonia, TV, y sistemas de laboratorio de pruebas.  Los servicios suministrados por el Depto de Mantenimiento terminaran en el punto de servicio al equipo de producción.

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<p>Sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema de Mantenimiento Computarizado</li> <li>▪ Refacciones y Consumibles</li> <li>▪ Equipos y Planta</li> <li>▪ Reparaciones y reemplazos</li> <li>▪ Soporte de adquisiciones</li> <li>▪ Pruebas legales y regulatorias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Minimizar cualquier interrupcion a la produccion causada por el edificio y sus instalaciones.</li> <li>▪ Proveer un servicio de mantenimiento eficiente, sensitivo, comprensivo y efectivo el cual es efectivo en costo basado en requerimientos y estandares técnicos y operativos;</li> <li>▪ Asegura que toda la planta, equipos, sistemas, edificios y servicios generals no causan o crean ningun riesgo al medioambiente y/o a cualquier persona en el sitio o visitando la propiedad.</li> </ul>	<p>gas natural u otras agencias gubernamentales)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento con los tiempos de respuesta acordados.</li> </ul> <p>Criterio adicional potencial del SLA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento con lo legal y regulatorio</li> <li>▪ Cumplimiento con los estandares del negocio</li> </ul>		<p>El Mantenimiento del sistema de nitrogeno es hecho por el proveedor externo.</p>
<p><b>Planeando y Presupuestando Costos de Mantenimiento</b></p>	<p>El suministro de una estrategia de mantenimiento preventive y reactiva planeada y presupuestada para un periodo de 13 meses que soporte la planeacion de corto y largo plazo de la producción del negocio.</p> <p>Consolidacion de datos de presupuesto variable y fijo.</p>	<p>Plan STP o Plan a corto plazo (Short Term Plan por sus siglas en ingles) actualizado semestral para cuadrar la planeación de producción y los ciclos de presupuesto..</p> <p>Plan LE o Estimacion minima (Least Estimate por sus siglas en ingles) actualizada para cuadrar la planeación a corto plazo del negocio y el ciclo presupuestal.</p>	<p>Planes presentados como parte de la planeacion y el ciclo presupuestal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mensual: Actual vs LE: 2% varianza; Periodo STP (Medio Año): Actual VS STP: 5% abajo de STP</li> <li>▪ Planeacion de LE actualizada para los próximos 13 meses</li> </ul>	
<p><b>Infraestructura de Seguridad</b></p>	<p>Proveer infraestructura de seguridad incluyendo puertas y barreras contra fuego, etc.</p>	<p>Instalado y operando como ha sido diseñado</p> <p>Programas mensuales de mantenimiento preventivo para</p>	<p>Lista de verificacion regular y reporte.</p>	<p>Las puertas contra incendio estan en el alcance de trabajo de los servicios de mantenimiento de instalaciones.</p>



Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
		ser enviados e implementados por el proveedor.		Para infraestructura de seguridad, incluyendo sistemas de control de acceso, sistema de cámaras CCTV, etc. Som responsabilidades de Seguridad.
<b>Continuidad del Negocio (BC)</b>	<p>El suministro de soporte apropiado para la continuidad de negocios de la produccion y un proceso de evacuacion, incluira:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participacion en el equipo de planeacion de continuidad del negocio para la producción.</li> <li>▪ Participacion en el equipo de la planeacion de la continuidad del negocio para la producción y envios, de acuerdo a los roles y responsabilidades acordados.</li> </ul>	No interrupciones no planeadas para el negocio causadas por falla en proporcionar los servicios acordados por parte de la administración del mantenimiento.	<p>Plan escrito del BC relacionado con la administración del mantenimiento del lugar.</p> <p>Actualizacion mensual y revision del plan de BC</p>	
<b>Administracion de Servicios de conferencias y Salas de juntas.</b>	<p>La provision de una gestion de servicio eficiente para la administracion de salas de juntas y conferencias que asegura las instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer un contacto con la gerencia del negocio para garantizar un sistema de acceso y reservación amigable para ser utilizado.</li> <li>▪ Contener el mobiliario acordado, equipamiento y consumibles.</li> <li>▪ Las salas estan acomodadas correctamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las salas de conferencias a ser operacionales, limpias y en buenas condiciones durante los periodos de operacion acordados.</li> <li>▪ &gt; 80% Satisfaccion del Cliente (Trimestral)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Listas diaria de verificacion para asegurar la disponibilidad del servicio de la sala de juntas;</li> </ol> <p>Lista de verificacion seminal para que todas las instalaciones de salas de juntas esten funcionales.;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Quejas del cliente menores a 2 por mes.</li> </ol>	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estan totalmente operacionales</li> <li>▪ Estan limpias y en buenas condiciones.</li> </ul>			
<b>Servicio al cliente y de Emergencia</b>	El suministro de un servicio de llamadas externas para responder a emergencias y a requerimientos del cliente durante los procesos operativos y de producción y no producción.	Adeherencia a los tiempos de respuesta acordados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debera haber un documento conteniendo la definicion de tareas prioritarias y tiempo de respuesta acordado.</li> </ul>	Reportes mensuales de desempeño. Monitoreo y registro diario de llamadas de emergencia y requisiciones del cliente.	
<b>Gestion de Medioambiente en la administración del Manitenimiento e Instalaciones.</b>	Promover la conducta de conciencia hacia el medio ambiente en todas las areas de trabajo, incluir el reciclado y reducción de desechos.  Suministrar, administrar y documentar regimenes de agua e higiene del aire, analisis microbiologicos, sistemas locales de extraccion y ventilación, y condiciones inseguras de trabajo con acciones para prevenir la recurrencia.  Dar soporte al programa global y actividades de conciencia ambiental.	El plan en el lugar, registros actualizados.  No incidents ambientales  Registros verificados, actualizados y archivados.  Ninguna equipo sin ser probado.	Total cumplimiento con las requerimientos regulatorios gubernamentales.	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<b>Servicios y Administracion de la Energia</b>	<p>Asegurando y manteniendo las conexiones de servicios pa proveedor de servicios con la capacidad adecuada y especificaciones para suministrar los requerimientos de la planta productiva.</p> <p>Todos los servicios estan controlados, monitoreados y revisados para mejorar en cuando a consumo.</p> <p>Trabajando con el departamento de compras para asegurar que los cargos realizados por el proveedor de servicios están optimizados económicamente.</p>	<p>1. Plan anual de ahorro de energia.</p> <p>2. Revision mensual de capacidad en el consumo y requerimientos de carga.</p>	<p>1. Revision de plan de ahorro de energia cada 6 meses.</p> <p>2. Actualizacion mensual de los datos de servicios y energía dentro del sistema de control.</p>	
<b>Entretenimiento y eventos especiales</b>	<p>El nivel de servicio y requerimientos detallados a ser acordado para cada evento.</p> <p>Proveer soporte en terminus de suministro de energia y conexiones, audio, video, servicios de cafeteria, limpieza, espacios temporales, etc. para los eventos especiales de la planta productiva tales como la cena anual, conferencias de presna, dia de visita familiar, visitas muy importantes, etc.</p>	<p>No interrupciones para los eventos especiales. Asistir a las juntas de coordinacion. Satisfaccion del cliente &gt; 90%</p>	Retroalimentacion del cliente	
<b>Jardineria y areas verdes</b>	La provision de una administracion de servicio eficiente que mantenga los estandares acordados y diseñados para la jardineria y areas verdes.	Cumplimiento con los estandares diseñados acordados. Respuesta rápida a los requerimientos del cliente dentro de la escala de tiempo acordada.	Carta de Puntajes Quejas del Cliente	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<b>Salud y Seguridad, Fuego y servicios asociados en la Administracion de las Instalaciones</b>	<p>Suministrar consultoria y soporte sobre Salud y Seguridad y dar soporte y asistencia al comite de Salud y Seguridad Ocupacional en establecer su estructura en sitio y para entrenar a los asesores de riesgo.</p> <p>Llevar a cabo las auditorias de Salud y Seguridad (H&amp;S) junto con el consultor de H&amp;S. Implementar un plan de accion que resulte de los hallazgos de la auditoria y en conjunto con el consultor.</p> <p>Mantener la señalizacion de advertencia adecuada.</p> <p>El numero de incidents reportables por año por sitio.</p>	<p>Cero Incidentes registrables por año por sitio</p> <p>Un reporte mensual de casi-incidentes debera ser totalmente rastreable; y el plan de accion debera ser cerrado dentro de una misma semana &gt;98%;</p> <p>Cero accidentes por año por sitio</p>	<p>Reporte de accidente/indicente</p> <p>Reporte de auditoria de H&amp;S</p>	
<b>Escritorio de Ayuda</b>	<p>Proveer respuestas adecuadas a los requerimientos del cliente (Voz) 24x7 hrs</p> <p>Proveer servicio de respuesta por telefono en todos los demás horarios.</p> <p>Respuesta de tareas confirmadas y registradas fuera de horarios normales o por llamada.</p> <p>Numero de referencia o indicacion de la escala de tiempo para la fecha de terminación esperada que se dio al responder la llamada.</p>	<p>Disponible a contestar una llamada de voz en horario 7x24 hrs</p> <p>Analisis de tendencia mensual y recomendaciones para mejoras.</p> <p>Contestar llamadas telefonicas respondidas como el anterior parrafo durante el siguiente dia habil del escritorio de ayuda</p> <p>90% dentro dentro de los 2 dias de completado</p> <p>85% dentro del 1er dia de retraso de la tarea</p>	<p>Registros de Escritorio de ayuda</p> <p>No quejas del cliente</p>	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
	<p>Dar seguimiento para revisar la satisfaccion del cliente cuando el servicio haya sido completado.</p> <p>Actualizacion de avance si el servicio no se ha completado dentro del tiempo estipulado.</p> <p>Confirmacion con el cliente cuando su requisicion ha sido completada.</p> <p>% de llamadas completadas dentro del tiempo y niveles de prioridad establecidos.</p>	95% dentro del 1er dia de completado		
<b>Seguro</b>	<p>Supervisar la cobertura de seguro suministrada a nivel local.</p> <p>Administracion de reclamos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministrar notificaciones de reclamos, etc a los administradores.</li> <li>• Responder a las requisiciones de información, etc.</li> <li>• Reportes sobre el estatus de reclamos.</li> <li>• Completar la revision annual de la cobertura y exposiciones.</li> </ul>	<p>Notificacion a los aseguradores dentro de la 1a semana del incidente.</p> <p>Responder a la correspondencia dentro de las 2 primeras semanas.</p>	Preparar el material relacionado del Depto de Mantenimiento en acuerdo al requerimiento y tiempo del asegurador	
<b>Servicio de Paqueteria</b>	La provision de un servicio eficiente y responsivo para el manejo de paqueteria hacia y de las ubicaciones de Produccion del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento con el nivel acordado de servicio de paqueteria</li> <li>▪ &gt; 80% Satisfaccion del Cliente</li> </ul>	<p>Cero daños a los articulos y enviados dentro del mismo dia</p> <p>Quejas del cliente.</p>	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
<b>Acceso al Sitio</b>	Asegurar que el acceso al area de produccion tiene flujo libre y accessible en todo tiempo.	No interrupciones no planeadas para el negocio de la planta causadas por falla de entrega de los servicios acordados por el departamento de administración de las instalaciones.  Areas abiertas, pasillos, trayectorias, salidas de emergencia, etc. Siempre libres de cualquier obstruccion.	Cero quejas del cliente.	
<b>Sistemas y herramientas del departamento de Administración de las Instalaciones.</b>	Una liga en la WEB con el escritorio de servicio o datos de contacto, Política y documentos de servicio, reportes de avance y medidas de desemepeño. Información actualizada en la base de datos N-Scope, con toda la información referente al status de edificios, renta, ubicación de espacios, proyectos de las instalaciones y mantenimiento, etc.	100% de disponibilidad  Actualización por ocurrencia, cambio, agregado, movimiento, cierre, etc.	Actualización mensual de herramienta N-scope  98% de exactitud en datos	
<b>Planeación, registros, reportes y recalcu de costos de ocupacion de espacios</b>	Propuestas de recalcu suministrado al negocio  Comparacion de costos totales previo vs actual  Revision de 6 meses de los planes del negocio con la gerencia de finanzas y producción.	En concordancia con los tiempos de Presupuesto a corto plazo  +/- 5% de varianza  2 meses previos al siguiente STP (Periodo de corto plazo por sus siglas en ingles)  Dentro del reporte mensual	Recargar hoja de calculo  Reporte mensual  Documentos de soporte del reporte.	

Area de Servicio	Servicio Saliente	Nivel de Servicio <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
	Suministrar a la gerencia general un resumen de desempeño en los servicios de cambios de personal, requerimientos y costos relevantes de la ocupación de espacios.	trimestral, Dentro de los 10 dias de terminacion del trimestre.		
<b>Asistencia a la gerencia en la planeación de inversion</b>	Trabajar con la gerencia de finanzas para determiar los costos planes de inversión en edificios y espacios de trabajo	En concordancia con la escala de tiempo negociada con la gerencia de finanzas	Retroalimentacion del cliente	Resultados de encuestas
<b>Administracion de Proyectos de Mantenimiento</b>	Desempeñar y administrar proyectos de mantenimiento e instalaciones < \$500 K Dolares  Entregar servicios de administracion de proyectos de manera eficiente en costos, de alta calidad y cumpliendo con las metas de tiempo establecidas.  No impactos adversos al medioambiente ni problemas de seguridad ocupacional.  N-scope update	100% en linea con los estandares acordados  Cero incidentes de salud ocupacional y medio ambiente. Cero Accidentes.  Correr el reporte de manera mensual en la herramienta N-Scope	Retroalimentacion del Cliente  Datos actualizados mensualmente en N-scope	
<b>Administracion de contratos de servicios</b>	Propuesta de seleccion de proveedores y revision de desempeño  Administracion del contrato de servicios para asegurar su validacion  Captura del contrato de servicios en herramienta N-scope  Administracion de pagos del	Proponer el proveedor calificado para el servicio especificado  Organizar el proceso de concurso y la evaluacion justificable de acuerdo a los procedimientos de compras.  Contrato de servicios valido durante el periodo de servicio  Mantener los contratos	Reporte en N-scope	

Area de Servicio	Servicio Saliente	<b>Nivel de Servicio</b> <i>(Los niveles de Servicio Especificos seran acordados en cada ubicacion de produccion)</i>	Metodo de Monitoreo	Comentarios
	contrato de servicios	actualizados en la herramienta N-scope		



## FICHA DOCUMENTO

**Título: Proceso de Presupuestos y Costos Financieros** (Extensión de detalle del proceso en CD anexo)**Propósito y Alcance:**

Este proceso general gobierna los reportes, la planeación, el monitoreo y el control de los presupuestos financieros y costos.

Este documento es efectivo en todas las plantas de manufactura y es aplicable a todo el personal de Administración de Mantenimiento e Instalaciones, colaboradores y contratistas.

**Objetivos:** El objetivo de este proceso es asegurar que:

- El presupuesto de Mantenimiento refleje los recursos requeridos para un periodo específico para lograr los objetivos de la Administración del Mantenimiento, dentro de las restricciones del balanceo de riesgo y costo.
- Los presupuestos de Mantenimiento sean preparados después del análisis de lo planeado versus las variaciones actuales del año previo, y sea utilizada información objetiva siempre que sea posible para reducir "holguras".
- Los presupuestos de Mantenimiento sean constantemente monitoreados en la varianza a través del periodo del presupuesto y se tomen acciones correctivas en concordancia..
- Es considerada la minimización del costo de ciclo de vida; los conductos de costo a corto plazo estén balanceados contra los costos de ciclo de vida y de riesgo.
- El presupuesto está presentado en términos de beneficio financiero que la organización obtendrá al hacer esta inversión, en ambos casos de Corto Plazo (ej. Evitar pérdidas de producción) y Largo Plazo (ej. Minimizar costos de ciclo de vida).
- Cualquier riesgo financiero identificado como resultado de este proceso es resaltado y gestionado a través del proceso de gestión de riesgos.

Esto habilitara todas las actividades de la administración del mantenimiento e instalaciones para que sean dirigidas hacia el cumplimiento de las necesidades del negocio. Un claro entendimiento de los costos fijos y variables, comportamiento de costos, poca certeza y variaciones en el presupuesto, harán justificable para el departamento de mantenimiento la adquisición de los recursos necesarios para cumplir con las metas, tales como 10% de reducción en costos o una mejora significativa en la entrega de servicios por parte del departamento.

Por lo tanto, este proceso se enfoca a dar soporte a las plantas de manufactura para que se logren los objetivos de negocio:

- I. Minimizar los riesgos de tiempo caído de producción o degradación de la producción.
- II. Crear un ambiente que facilite la innovación, resultando en soluciones armonizadas
- III. Lograr lo anterior a un costo mínimo de ciclo de vida y de una manera sustentable y segura
- IV. Entrega a tiempo del soporte a los cambios de producción mientras se minimizan riesgos futuros
- V. Construcción y habilitación de nuevas instalaciones dentro de programa y minimizando riesgos futuros
- VI. Crear un valor agregado como consultor confiable para todos los clientes internos a través de desarrollo de las relaciones con los demás departamentos y con los colaboradores directos.

**Responsabilidades – RASI.**

Por sus siglas en inglés (**R**- Ejecutor, **A**- Responsable Directo, **S**- Soporte, **I**- Comunicador)

<b>RASI – Responsible, Accountable, Support and Inform.</b>	<b>Supervisor de Mantenimiento</b>	<b>Iniciador/Operador</b>	<b>Gerente Gral Mantenimiento</b>	<b>Gerente local</b>	<b>Admin CMMS</b>	<b>Gerente de manufactura y planta</b>	<b>Consultor externo o contratista</b>	<b>Control Financiero</b>	<b>Tecnico de Mantenimiento</b>	<b>Planeador de Mantenimiento</b>
<b>Tarea</b>										
Revisar los objetivos de Administración del Mantenimiento			<b>R</b>	<b>S</b>		<b>AS</b>	<b>S</b>			
Obtener información	<b>S</b>		<b>AS</b>	<b>R</b>	<b>S</b>		<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
Predicciones			<b>S</b>	<b>R</b>	<b>S</b>		<b>S</b>			
Toma de Decisiones	<b>S</b>		<b>R</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>A</b>		<b>I</b>		<b>S</b>
Implementar Decisiones			<b>I</b>	<b>R</b>	<b>S</b>			<b>I</b>		
Control	<b>S</b>		<b>A</b>	<b>R</b>	<b>S</b>			<b>SI</b>	<b>S</b>	<b>S</b>

## FICHA DOCUMENTO

**Título:** Investigación de Incidentes Críticos y Proceso de Mitigación (Desgloce detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:**

Este documento tiene la intención de ser usado como una referencia para todos aquellos involucrados en el reporte y administración de incidentes críticos.

Además, este documento sirve para proveer:

- Criterio de iniciación
- Opciones de Proceso
- Formato
- Pasos de Ejecución
- Priorización del análisis utilizado para determinar la causa raíz, efecto y estrategias de mitigación de los incidentes críticos.

Este documento es efectivo en todas las plantas de manufactura administradas por el personal de Administración de Mantenimiento para el evento de fallas de energía no planeadas y otros problemas técnicos, tiempos caídos de cuartos de servidores, o cualquier otra falla de activos que tengan un impacto significativo en la continuidad del negocio, la producción, la seguridad o el medio ambiente.

**Objetivos:** Tel objetivo del Proceso de Incidencias Criticas es para:

- I. Comunicar formalmente el "Incidente Critico" y su causa raíz, Efecto, Acción Correctiva Inmediata y estrategias propuestas de mitigación.
- II. Resaltar cualquier debilidad en la estrategia del Mantenimiento
- III. Desarrollar un entendimiento de las circunstancias rodeando el incidente a través de una revisión de documentos relevantes y discusiones con las partes concernientes.
- IV. Determinar la solución óptima para reducir la replicación del "incidente crítico" e incidentes similares en las plantas de manufactura.

**Responsabilidades - RASI**

<p><b>RASI – Responsible, Accountable, Support and Inform.</b></p>	<p><b>Iniciador/Operador</b></p>	<p><b>Gerente Gral Mantenimiento</b></p>	<p><b>Gerente local</b></p>	<p><b>Admin CMMS</b></p>	<p><b>Gerente de manufactura y planta</b></p>	<p><b>Consultor externo o contratista</b></p>	<p><b>Planeador de Mantenimiento</b></p>
<p><b>Tarea</b></p>							
<p>CI01 – Inicia el formato de reporte de incidente</p>	<p>S</p>	<p>I</p>	<p>R</p>				
<p>CI02 – El incidente ha cumplido el criterio?</p>	<p>IS</p>	<p>R</p>	<p>S</p>		<p>I</p>	<p>S</p>	
<p>CI03 – Iniciar el Proceso de Análisis de Causa Raíz (RCA)</p>	<p>S</p>	<p>A</p>	<p>R</p>	<p>S</p>	<p>S</p>	<p>S</p>	<p>S</p>
<p>CI04 – Completar el formato de Análisis de Causa Raíz (RCA)</p>	<p>S</p>	<p>A</p>	<p>R</p>	<p>S</p>	<p>I</p>		
<p>CI05 – Revisar y aprobar el formato de RCA</p>		<p>R</p>	<p>SI</p>				
<p>CI06 – Si el RCA es aprobado, implementar las acciones de mejora.</p>	<p>I</p>	<p>A</p>	<p>R</p>	<p>I</p>	<p>I</p>	<p>S</p>	<p>IS</p>
<p>CI07 – Revisar las acciones implementadas para que sean exitosas</p>	<p>I</p>	<p>IS</p>	<p>R</p>				
<p>CI08 – Si el reporte de incidente (CI02) no ha cumplido con el criterio, entonces informar al iniciador.</p>	<p>I</p>	<p>AI</p>	<p>R</p>		<p>I</p>		
<p>Comunicación de incidentes críticos de acuerdo a la lista de distribución</p>	<p>S</p>	<p>R</p>	<p>S</p>				

## FICHA DOCUMENTO

**Título:** Proceso de Requerimientos del Cliente (Ver desglose detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:** Este proceso gobierna la creación y revisión del Acuerdo de Nivel de Servicio entre el cliente principal (Todo el proceso productivo incluyendo gerencia y demás departamentos) y el Departamento de Administración de Mantenimiento e Instalaciones para la planta de manufactura en Reynosa. También gobierna los actuales métricos de indicadores claves de desempeño y el desempeño de comunicación contra los requerimientos del cliente.

Este documento es efectivo en las plantas de manufactura de Reynosa para las actividades de Mantenimiento y este proceso es aplicable para todos los clientes de la producción, personal de soporte y colaboradores de otros departamentos, y contratistas externos.

**Objetivos:** El objetivo de este proceso es establecer Expectativas claras del nivel de servicio e identificar Índices Clave de Desempeño para medir el desempeño contra estas metas para facilitar la mejora continua.

Esto habilitará a todas las actividades del departamento de mantenimiento para que sean dirigidas hacia el cumplimiento de las necesidades del negocio. Un entendimiento claro de estas necesidades habilitara al departamento de mantenimiento para optimizar los recursos para lograr metas tales como la disponibilidad de los diferentes sistemas y tiempos de respuesta a un costo mínimo.

Este proceso por lo tanto se dirige a dar soporte a las fabricas de Reynosa para lograr los objetivos claves del negocio:

- I. Minimizar los riesgos de tiempo caído de la producción o degradación de la misma
- II. Crear un ambiente que facilite la innovación resultando en soluciones armonizadas
- III. Lograr lo anterior con el costo mínimo de ciclo de vida y de una manera sustentable y segura.
- IV. Entregar a tiempo los cambios requeridos en producción al mismo tiempo que se minimicen riesgos futuros.

**Responsabilidades - RASI**

<p><b>RASI – Responsable, Accountable, Soporte e Informar.</b></p>	<p><b>Gerente de Mantenimiento</b></p>	<p><b>Administrador CMMS</b></p>	<p><b>Gerente de Manufactura de la planta.</b></p>	<p><b>Gerente General</b></p>	<p><b>Colaboradores de Mantenimiento</b></p>
<p><b>Tarea</b></p>					
<p>Desarrollo del documento de SLA</p>	<p>R</p>		<p>A</p>	<p>I</p>	<p>S</p>
<p>Aprobación del documento de SLA</p>	<p>A/R</p>		<p>R</p>		
<p>Revisión semestral del SLA</p>	<p>R</p>		<p>S/I</p>	<p>I</p>	<p>S</p>
<p>Revisión mensual de desempeño y de los KPIs</p>	<p>AR</p>		<p>AR</p>	<p>I</p>	<p>S</p>

## FICHA DOCUMENTO

**Título:** Proceso de Administración del Ciclo de Vida. (Ver desglose detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:** Este documento es efectivo en las plantas de manufactura de Reynosa y puede ser aplicado a través de todo el ciclo de vida del equipo.

La intención de este documento es como a continuación se describe;

- Identificar los pasos requeridos para introducir los parámetros y consideraciones de la Confiabilidad y Mantenibilidad (R&M) a través del ciclo de vida de los equipos para poder lograr los costos óptimos de ciclo de vida del equipo (ver Fig. A-1)

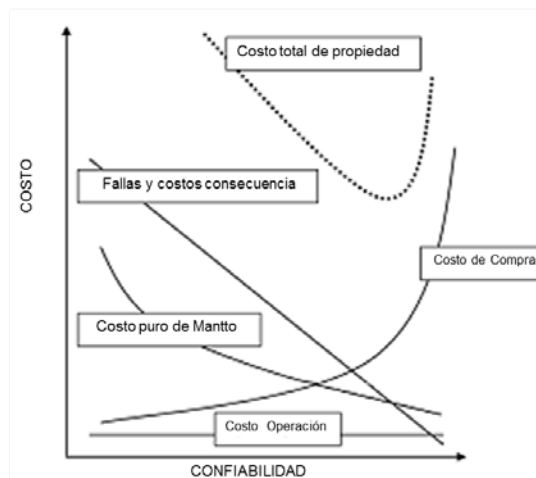


Fig. A-1 Análisis de Costo de Ciclo de Vida

- Identificar el rol activo que el personal de mantenimiento puede tomar en el establecimiento del criterio de la Confiabilidad y Mantenibilidad a través del ciclo de vida de la planta y de los equipos.
- Identificar las herramientas y técnicas de R&M que pueden ser utilizadas para mejorar la confiabilidad y mantenibilidad de ambas plantas nueva y existente y su equipamiento.
- Proveer datos dentro de las decisiones respecto al concepto del equipo, diseño y desarrollo, construcción e instalación, operación y mantenimiento y puesta fuera de servicio.

**Objetivos:** Este proceso está dirigido a dar soporte a los sitios de manufactura para lograr los objetivos de la administración del mantenimiento de la planta.:

- I. Minimizar los riesgos de tiempo caído de la producción o la degradación de la producción.
- II. Crear un ambiente que facilite la innovación resultando de soluciones armonizadas
- III. Lograr lo anterior con el menor costo de ciclo de vida y de una manera sustentable y segura.
- IV. Entrega a tiempo del soporte a los cambios de producción mientras se minimizan los riesgos futuros
- V. Crear valores agregados como un consultor confiable para todos nuestros clientes a través de un apuntalamiento de nuestras relaciones con los colaboradores y clientes primarios..
- VI. Construcción y puesta en marcha de nuevas instalaciones a tiempo minimizando los riesgos futuros

**Responsabilidades - RASI**

<p><b>RASI – Responsable, Asegurador, Soporte e Informa.</b></p>	Gerente del Proyecto	Gerente de Mantenimiento	Ingeniero de Confiabilidad	Administrador de CMMS	Gerente de Manufactura	Consultor Externo o Contratista	Administrador	Planeador de Mantenimiento
Tarea								
Iniciacion del Proceso (LM01)								
Determinar las opciones de compra y herramientas a ser utilizadas (LM02)								
Identificar los objetivos de compra basado en consideraciones financieras y R&M (LM03)								
Conducir una revisión preliminar de especificaciones de diseño con parámetros de R&M (LM04)								
Contactar e informar a proveedores de las propuestas (LM05)								
Evaluación de propuestas técnicas (LM06)								
Evaluar las propuestas basadas en el costo de ciclo de vida y otras consideraciones económicas (LM07)								
Revision detallada del diseñ de R&M (LM08)								
Asegurar la Confiabilidad Operacional (LM09)								
Desempeñar las tareas de R&M durante la instalacion y puesta en marcha (LM10)								
Evaluar los resultados de R&M (LM11)								
Analisis de Fallas y optimizacion de Mantenimiento (LM12)								
Realizar los estudios de evaluacion de vida remanente (LM13)								
Estudios de puesta fuera de servicio (LM14)								



## FICHA DOCUMENTO

**Título: Proceso de Administración/Gestión de Riesgos** (Ver desglose detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:** Este documento tiene la intención de ser utilizado como referencia para todos los responsables de la gestión o administración de riesgos, incluyendo la identificación de los mismos.

El registro de riesgos es un documento clave en este proceso de administración de riesgos y deberá ser mantenido a través de todos los elementos del proceso.

Este documento es efectivo en las plantas de manufactura de Reynosa actualmente administradas por C&W y puede ser aplicado también a un amplio rango de actividades, procesos, funciones, proyectos, productos, servicios, activos, operaciones y decisiones.

Este proceso no reemplaza los estándares aplicables a riesgos específicos, y más aún, provee un enfoque común en el soporte de estos estándares.

**Objetivos:** Este proceso se enfoca en dar soporte a las plantas productivas para ayudar en lograr los objetivos clave del negocio:

- I. Minimizar los riesgos de tiempo caído de producción o la degradación de producción.
- II. Crear un ambiente que facilite la innovación resultando en soluciones armonizadas.
- III. Lograr lo anterior con un costo de ciclo de vida mínimo y de una manera sostenible y segura
- IV. Entrega a tiempo el soporte para los cambios de producción mientras se minimizan riesgos futuros

Además, este proceso busca integrar y proveer un enfoque común en el manejo de todas las iniciativas actuales de riesgo. Estas incluyen pero no están limitadas a:

- Auditoria de Seguridad de la planta
- Evaluación del riesgo y Método de establecimiento (permiso para el proceso de trabajo)
- Proceso de riesgo financiero
- Procesos de Medioambiente, Salud y Seguridad
- Iniciativas actuales de FMEA, RCFA

El alcance de la gestion del riesgo actual incluye las siguientes categorias:

- Riesgo de Fuego,
- Falla de equipos o degradación,
- Impacto en Producción por tiempo caído de mantenimiento
- Riesgos financieros
- Seguridad y Salud operacional
- Riesgos operacionales afectando el medio ambiente

**1. Responsabilidades - RASI**

<b>RASI – – Responsable, Asegurador, Soporte e Informa.</b>	<b>Equipo identificador/riesgos.</b>	<b>Gerente del Depto. De Administración de Mitto.</b>	<b>Gerente de Instalaciones</b>	<b>Gerente de EHS</b>	<b>Gerente de manufactura</b>	<b>Ingenieria</b>	<b>Consultor externo o contratista</b>	<b>Administrador</b>
<b>Tarea</b>								
Comunicación y consulta con el departamento de Mantenimiento e instalaciones de la planta	S/I	I	<b>R</b>			S		S
Comunicación y consulta con otras partes interesadas		<b>R</b>	I/S	I	I	S		S
Establecer el contexto (Criterio, etc)		AS	<b>R</b>	S	S			
Identificación de riesgos	<b>R</b>	A	AI	IS	IA	S		
Análisis de Riesgos	SI		A	S		<b>R</b>	S	
Evaluación de Riesgos	SI	A	<b>S/I</b>	S		<b>R</b>		
Tratamiento de Riesgos	SI	A	<b>S/I</b>	S		<b>R</b>		
Aprobar y ejecutar las acciones de tratamiento de riesgos	I	<b>R</b>	S			S		
Monitoreo y revision	I	AI	<b>R</b>			S	S	S

## FICHA DOCUMENTO

**Título: Proceso de Planeación y Ejecución del Trabajo**

(Ver desglose detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:**

Este proceso gobierna la identificación, planeación, programación, ejecución y cierre de todas las actividades de mantenimiento planeadas y no planeadas en las plantas de Reynosa administradas por C&W.

Esto incluye los sistemas, políticas y procedimientos para la planeación y programación de tareas de mantenimiento planeadas, la ubicación de recursos, la ejecución, la retroalimentación así como el aseguramiento de la calidad del trabajo.

Este documento es efectivo para estas plantas y es aplicable a todo el personal del departamento de mantenimiento, colaboradores y contratistas externos; y opera de acuerdo con cualquier acuerdo de nivel de servicio predeterminado.

**Objetivos:** Este proceso se enfoca en dar el soporte a los sitios de trabajo para lograr los objetivos clave del negocio.

- Para minimizar riesgos de tiempo caído de producción o degradación de producción.
- Crear un ambiente que facilite la innovación, resultando en soluciones armonizadas
- Lograr lo anterior a un costo mínimo de ciclo de vida y de una manera segura y sostenida
- Entrega a tiempo los cambios de producción mientras se minimizan los riesgos futuros

**1. Responsabilidades - RASI**

<b>RASI – Responsable, Accion, Soporte e Informa.</b>	Supervisor de Mantenimiento	Iniciador/operador/cliente	Gerente de Mantenimiento	Colaboradores de Mantenimiento	Operadores de escritorio de ayuda y CMMS	Gerente de Manufactura	Consultores externos o contratistas	Stores manager	Tecnico de Mantenimiento	Planeador /programador de mantenimiento
<b>Tarea</b>										
Notificación de falla o requisición de trabajo (W01)	I	S		A	R					I
Decisión de urgente versus no urgente (W02)	ASI	SI		S	R					SI
Alcance y planeación del trabajo (W03)	S	S		A	S		S	I	S	R
Arreglar las refacciones y otros recursos (W04)	S			A				IS	S	R
Coordinar con las partes interesadas (W05)	SI	IS		A			IS	IS	S	R
Preparar y entregar el programa (W06)	I		I	A	S		I	I		R
Asignar y ejecutar el programa (W07)	R	I		A			I	S	I	S
Terminación del trabajo planeado (W08)	AIS	I			S		S	S	R	IS
Ejecución del trabajo no planeado y terminación de orden de trabajo (W10)	AIS	I	I	I	S			S	R	I
Revisión del trabajo y cierre (W09)	R	I		I	IS		I		S	I
Iniciar la requisición de revisión de confiabilidad	R			AI	S					
Estrategia de mantenimiento (ej. Tipo PPM) Alcance y planeación del trabajo (entregable del proceso de la estrategia de mantenimiento) W15	S			I					S	R
Crear la rutina de PM o el plan predictivo de trabajo (W16)	S			A		S				R
Emitir el plan de trabajo de mantenimiento del active especifico como una orden de trabajo de reserva (W17)				AI		S				R

## FICHA DOCUMENTO

**Título: Proceso de Gestión de Talleres y Refacciones**

(Ver desglose detallado del proceso en CD anexo)

**Propósito y Alcance:**

Este modelo general dispone los elementos relevantes que conducen a la estrategia de administración de almacenes y refacciones a llegar a un costo óptimo. Provee lineamientos para determinar las refacciones críticas para el negocio, niveles de stock de las refacciones, y cantidades a reordenar, y si la estrategia de mayor efectividad en costo está siendo empleada en los activos críticos, se pueden cumplir con las metas del negocio, confiabilidad de los activos y necesidades ambientales y de seguridad. Además este modelo también provee guía con respecto al almacenamiento efectivo de partes en stock, categorización, mantenimiento y control de refacciones.

Este documento es efectivo en las plantas de Reynosa en la administración de C&W y los procesos son aplicables a todo el personal del departamento de mantenimiento, colaboradores y contratistas externos y funciona en acuerdo con cualquiera y predeterminados acuerdos de nivel de servicio.

**Objetivos:** Este proceso está dirigido a dar soporte a las plantas de manufactura para lograr los objetivos de la administración del mantenimiento del negocio.:

- I. Para minimizar los riesgos de tiempos caídos de producción o degradación de la producción.
- II. Crear un ambiente que facilite la innovación resultando en soluciones armonizadas
- III. Lograr lo anterior a un costo ciclo de vida mínimo, de una manera sustentable y segura.
- IV. Entregar a tiempo el soporte necesario para los cambios de líneas de producción y minimizando los riesgos
- V. Crear un valor agregado como consultor confiable para todos los clientes a través del fortalecimiento de la relación cliente-colaborador.
- VI. Construcción y puesta en marcha de nuevas instalaciones y minimizando cualquier riesgo futuro

**1. Responsabilidades - RASI**

<b>RASI – Responsable, Acción, Soporte e Informa.</b>	<b>Supervisor de Mantenimiento</b>	<b>Iniciador/operador</b>	<b>Gerente general de Mantenimiento</b>	<b>Supervisor de instalaciones</b>	<b>Administrador de CMMS</b>	<b>Gerente de manufactura</b>	<b>Consultor externo o contratista</b>	<b>Almacenista</b>	<b>Tecnico de mantenimiento</b>	<b>Planeador de mantenimiento</b>
<b>Tarea</b>										
Política de Refacciones (SM01)			A/S	<b>R</b>						<b>S</b>
Categorización de Refacciones (SM02)	<b>S</b>		<b>I</b>	<b>A</b>					<b>S</b>	<b>R</b>
Análisis de Refacciones de Riesgo (Optimización de refacciones) (SM03)	<b>S</b>		<b>I</b>	<b>A</b>			<b>S</b>		<b>S</b>	<b>R</b>
Organización de Almacenes (SM04)			<b>I</b>	<b>A</b>				<b>R</b>		<b>S</b>
Mantenimiento de Refacciones (SM05)			<b>I</b>	<b>A</b>				<b>R</b>		<b>S</b>
Armado de Kits de trabajo (SM06)				<b>A</b>				<b>R</b>	<b>I</b>	<b>SI</b>

## Capítulo 3

### Formatos y Herramientas de Análisis

#### CONTENIDO

Formato de análisis de criticidad.....	74
Estudio de criticidad de Activos .....	75
FMEA partes críticas.....	76

Formato de Criticidad para Sistemas y Activos		
<b>Sistema Funcional</b>	EJEMPLO- Sistema de Aire Comprimido	
<b>Activo o No. Equipo</b>	COMP_AIRE-1: Compresor de Aire # 1	
<b>Descripción</b>	Comprimir aire a presión atmosférica y elevarla a 100 psi por medio del compresor #1 de 160 HP, tipo VFD	
<b>1 Implicaciones de Medio ambiente por la Perdida de Función</b> (Incluye costos de rectificación/limpieza)		
a Emisiones/Derrames Mínimos/Normal - Dentro de limites de mejores practicas	0	
b Liberación Controlada/Puntual (pequeño derrame limpiado) - sin impacto a operaciones / no reportable	1	
c Emisión/Derrame incontrolable dentro de la planta; impacto a operaciones y medioambiente local	2	
d Emisión/Derrame mayor, limpieza a largo plazo, daño directo a la planta y medio ambiente - requiere asistencia de autoridades locales.	3	
		<b>1</b>
<b>2 Costos de Recuperación</b> (Mano de obra y materiales para reparar/recuperar la función)		
a Sin Costos de Mantenimiento	0	
b < \$10k	1	
c \$10k < \$50k	2	
d \$50k < \$100k	3	
e \$100k < \$200k	4	
f > \$200k	5	
		<b>4</b>
<b>3 Implicaciones de Calidad</b>		
a Sin Implicaciones de Calidad	0	
b Con Implicaciones de Calidad	5	
		<b>5</b>
<b>4 Reducción en la tasa de producción</b>		
a Sin afectación a la tasa de producción	0	
b < 5% de reducción en la tasa de producción	2	
c Entre 5 y 25% de reducción a la tasa de producción	3	
d > 25% de reducción en la tasa de producción	4	
e Perdida total de producción	5	
		<b>5</b>
<b>5 Tiempo medio caído para recuperar la función</b>		
a Sin tiempo caído	0	
b < 30 min.	1	
c 31 < t < 60 min.	2	
d 1 < t < 4 hrs.	3	
e 4 < t < 24 hrs.	4	
f > 24 hrs.	5	
		<b>1</b>
<b>6 Tasa de Falla</b>		
a Sin posibilidad de falla	0	
b > una por cada 1000 años	1	
c > una por cada 100 años	2	
d > una por cada 10 años	4	
e > una por año	6	
f > una por mes	8	
g > una por semana	10	
		<b>4</b>
Consecuencia con el Medio Ambiente	10	
Consecuencia con la Producción	5	
Otras consecuencias	9	
<b>CRITICIDAD GENERAL</b>	<b>96</b>	

Consideraciones o asunciones del Análisis (Compresor de Aire como ejemplo base)
Debido a que el compresor es libre de aceite, no hay implicaciones de problema derrame catastrófico, solamente derrames aislados menores.
El costo de un equipo nuevo de características similares seria de un máximo de \$200 mil Dólares.
Esta considerado que puede pasar (de hecho ha sucedido) que una presión baja causada por un paro de compresor, el área de producción no la detecta y continua produciendo, esto afecta la calidad del producto.
El aire comprimido es centralizado y suministra aire a toda la planta, de modo que enfrentando la situación de un compresor apagado (en paro) todas las líneas de produccionseria afectadas. Esto debido a que no existe un arranque automatico del compresor existente que esta como respaldo.
Esta considerado como una falla (el peor escenario) la descompostura de un motor, ventilador, o tornillo de compresión, con un tiempo de reparación de 2 semanas. Sin embargo, teniendo disponible el compresor #2 (respaldo) y asumiendo que este ultimo esta en condiciones optimas y listo para operar, la función puede ser recuperada en menos de 30 minutos.
Debido al conservativo historial de fallas del compresor #1, se estima una falla cada 5 años, de manera que esta ajustado al rango de 10 años debido a que no se incluye un factor de calificación para 5 años



ESTUDIO DE CRITICIDAD DE ACTIVOS (Resumen)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
		Numero del Activo	Sistema del Activo	Descripcion del Activo	Función del Activo	Ubicacion del Activo	Tipo de Activo	Escenario	C1	C2	C3	C4	C5	F	CR
1	1	COMP_AIRE-1	Aire Comprimido	Compresor de Aire Comprimido 1	Comprimir aire a presión atmosférica y elevarla a 100 psi por medio del compresor #1 de 160 HP, tipo VFD. Otra de sus funciones principales es servir de LIDER.	Cto Compresores		Falla Total del Equipo con equipo de respaldo	1	4	5	5	1	4	96
2	2	COMP_AIRE-2	Aire Comprimido	Compresor de Aire Comprimido 2	Comprimir aire a presión atmosférica y elevarla a 100 psi	Cto Compresores		Falla Total del Equipo con equipo de respaldo	1	4	5	5	1	4	96
3	3	SECA_AIRE-1	Aire Comprimido	Secador de Aire Comprimido 1	Secar el aire comprimido que sale del compresor,	Cto Compresores		Falla Total del Equipo con equipo de respaldo	0	2	5	3	1	4	40
4	4	SECA_AIRE-2	Aire Comprimido	Secador de Aire Comprimido 2	Secar el aire comp. que sale del compresor, reduciendo el PDP de 110-120 GradoF hasta aprox. 35-38 GradosF de PDP por enfriamiento refrigerativo, remover agua condensada. Otra función es servir de respaldo en caso de falla del secador 1	Cto Compresores		Falla Total del Equipo con equipo de respaldo	0	2	5	3	1	4	40
5	5	FILT_AIRE-1	Aire Comprimido	Filtro de Aire Comprimido 1	Remover partículas solidas y en forma de gotas de agua de hasta 1micron de diámetro(tamaño) y x mg/lit (peso), recolectar agua y removerla del sistema por medio de drenado automático.	Cto Compresores		Falla Total del Equipo sin equipo de respaldo (asumiendo que se cuenta con bypass)	0	1	5	4	1	4	40
6	6	TANQ_AIRE-1	Aire Comprimido	Tanque Almacenamiento Aire Comprimido 1	Almacenar aire comprimido para suministrarlo en picos de demanda, proveer un enfriamiento adicional del aire y mediante la expansión del mismo facilitar la precipitación de condensados hacia el fondo del tanque. Drenar condensados.	Cto Compresores		Falla Total del Equipo sin equipo de respaldo ni bypass	0	2	0	0	1	4	8
7	7	LOOP_AIRE-1	Aire Comprimido	Loop Tuberia Aire Comprimido 1	Conducir el aire comprimido desde el cuarto de compresores, distribuyéndolo en toda el área de producción, a una presión mínima de x psi, manteniendo la limpieza y sequedad del aire.	Produccion		Fuga en Tuberia Troncal Radial (Loop no es cerrado)	0	1	5	5	4	2	52
8	8	RAMA_AIRE-1	Aire Comprimido	Ramal Tuberia Aire Comprimido 1	Conducir el aire comprimido desde el loop principal de aire comprimido, distribuyéndolo hacia todas las áreas de producción, laboratorios o áreas de soporte, a una presión mínima de x psi, manteniendo la limpieza y sequedad del aire.	Produccion		Fuga en Tub. Ramal(afecta varias lineas de produccion)	0	0	5	3	2	6	66
9	9	BAJA_AIRE-1	Aire Comprimido	Bajadas de Aire Comprimido 1	Hacer llegar el aire comprimido conduciéndolo desde el loop o los ramales hasta cada línea de producción, remoción de agua condensada adicional al que se le retira en el secador (en algunos casos se incluye un filtrado local de 1 micrón).	Produccion		Fuga en bajada de tuberia hacia una linea de produccion	0	0	5	2	1	6	42
10	10	CHIL_AHEL-1	Agua Helada	Chiller Agua Helada 1	Enfriar el sistema cerrado de agua hasta 34 grados Fahrenheit para el sistema de control de aire acondicionado del edificio	Area de Chillers		Falla Total de un chiller (teniendo los otros dos operables)	1	4	5	0	1	6	114
11	11	CHIL_AHEL-2	Agua Helada	Chiller Agua Helada 2	Enfriar el sistema cerrado de agua hasta 34 grados Fahrenheit para el sistema de control de aire acondicionado del edificio	Area de Chillers			1	4	5	0	1	6	114
12	12	CHIL_AHEL-3	Agua Helada	Chiller Agua Helada 3	Enfriar el sistema cerrado de agua hasta 34 grados Fahrenheit para el sistema de control de aire acondicionado del edificio	Area de Chillers			1	4	5	0	1	6	114
13	13	BOMB_AHEL-1	Agua Helada	Bomba Agua Helada 1	Conducir y retornar el agua helada a través del cabezal y ramales que llegan hasta las Unidades Manejadoras de aire que proveen aire acondicionado al edificio.	Area de Chillers			1	2	5	0	5	4	68
14	14	BOMB_AHEL-2	Agua Helada	Bomba Agua Helada 2	Conducir y retornar el agua helada a través del cabezal y ramales que llegan hasta las Unidades Manejadoras de aire que proveen aire acondicionado al edificio.	Area de Chillers			1	2	5	0	5	4	68
15	15	BOMB_AHEL-3	Agua Helada	Bomba Agua Helada 3	Conducir y retornar el agua helada a través del cabezal y ramales que llegan hasta las Unidades Manejadoras de aire que proveen aire acondicionado al edificio.	Area de Chillers			1	2	5	0	5	4	68

**PROCESO DE FMEA PARA PARTES CRITICAS DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCION Y EDIFICIO**

**Severidad**

<b>EFEECTO</b>	<b>Criterio: Severidad del Efecto en el Producto (Impacto en el Usuario)</b>	<b>Grado</b>	<b>EFEECTO</b>	<b>Criterio: Severidad del Efecto en el Proceso (Impacto en las plantas de Manuf. / Ensamble)</b>
FALLA EN CUMPLIR REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD O REGULATORIOS	Muy elevado rango de severidad, cuando un modo de falla potencial afecta la operacion segura del producto y/ o incluye violaciones a regulaciones gubernamentales sin que se presente aviso previo.	10	FALLA EN CUMPLIR REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD O REGULATORIOS.	Puede Poner en peligro a un trabajador (de maquina o de ensamble) SIN AVISO.
	Muy elevado rango de severidad, cuando un modo de falla potencial afecta la operacion segura del producto y/ o incluye violaciones a regulaciones gubernamentales, con aviso previo.	9		Puede Poner en peligro a un operador (de maquina o de ensamble) CON AVISO.
PERDIDA O DEGRADACION DE FUNCION PRIMARIA	Equipo inoperable (perdida de su funcion primaria).	8	PROBLEMA MAYOR	100% del producto podra ser deshechado (scrap). Caida de linea. Paro de embarques.
	equipo operable, pero con un nivel de funcionamiento reducido. El cliente queda muy insatisfecho.	7	PROBLEMA SIGNIFICATIVO	Una porcion de la corrida de produccion podra ser deshechada (scrap). Desviacion del proceso primario, incluyendo disminucion en velocidad de produccion en la linea o incremento en mano de obra.
PERDIDA O DEGRADACION DE FUNCION SECUNDARIA	Producto operable, pero partes de confort/ conveniencia inoperables. El cliente queda insatisfecho.	6	PROBLEMA MODERADO	100% de la corrida de produccion podra requerir retrabajo fuera de la linea de produccion y asi ser aceptado.
	Producto operable, pero las piezas de confort/ conveniencia operando a niveles de funcionamiento reducidos.	5		Una parte de la corrida de produccion podra requerir retrabajo fuera de la linea de produccion y asi ser aceptado.
MOLESTIA	Pieza con ajuste/ acabado defectuoso. La pieza rechina o suena. El defecto lo notan la mayoría de los clientes (mas del 75%).	4	PROBLEMA MODERADO	100% de la corrida de produccion podra requerir retrabajo en la estacion antes de ser procesada.
	Pieza con ajuste/ acabado defectuoso. La pieza rechina o suena. El defecto lo notan el 50% de los clientes.	3		Una porcion de la corrida de produccion podra requerir retrabajo en la estacion antes de ser procesada.
	Pieza con ajuste/ acabado defectuoso. El defecto lo notan solo los clientes exigentes (menos del 25% ).	2	PROBLEMA MENOR	Pequena inconveniencia para el proceso, operacion u operador.
NINGUNO	Ningun defecto discernible.	1	NINGUN EFECTO	No existe ningun Efecto Discernible.

**NOTAS:**

Si el valor numerico cae entre dos numeros de la escala, siempre seleccione el numero mayor.

PROCESO DE FMEA PARA PARTES CRITICAS DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCION Y EDIFICIO  
Ocurriencia

Rank	Probabilidad de Falla		PPM	Tasa de Falla	C <sub>pk</sub>
1	Muy Baja	El incidente es inverosimil, de hecho nunca se ha presentado casos similares. Falla eliminada a traves del control preventivo	Falla Eliminada a traves del control preventivo	Falla Eliminada a traves del control preventivo	>= 1.67
2	Baja	Solo casos aislados de fallas casi parecidas.	=< 1	>= 1 en 1000000	>= 1.5
3		Incidentes aislados de fallas parecidas.	=< 10	>= 1 en 100000	>= 1.33
4	Moderada		=< 100	>= 1 en 10000	>= 1.17
5			=< 500	>= 1 en 2000	>= 1.00
6			=< 2000	>= 1 en 500	>= 0.83
7	Alta		=< 10000.000	>= 1 en 100	>= 0.67
8			=< 20000.000	>= 1 en 50	>= 0.51
9			=< 50000.000	>= 1 en 20	>= 0.33
10	Muy Alta	La falla es casi inevitable.	=> 100000.000	>= 1 en 10	< 0.33

PROCESO DE FMEA PARA PARTES CRITICAS DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCION Y EDIFICIO

Deteccion

Oportunidad para Deteccion	Criterio: POSIBILIDAD DE DETECCION DEL CONTROL DE PROCESO.	Grado	DETECCION
Sin oportunidad de deteccion	No existen controles de proceso; No se puede detectar o no se analiza.	10	ABSOLUTAMENTE INCIERTA
No es probable detectar en ninguna etapa.	El modo de falla o el error (causa) no se puede detectar facilmente. (Ej: Deteccion al azar, de manera fortuita).	9	MUY REMOTA
Deteccion del problema despues de procesar la parte.	Deteccion del modo de falla despues de procesar la parte en la estacion por medio de inspecciones del operador utilizando medios de deteccion tactiles, visuales o audibles.	8	REMOTA
Deteccion del problema donde se origina.	Deteccion del modo de falla en la estacion de trabajo por medio de inspecciones tactiles, visuales o audibles o bien, verificacion despues de haber procesado la parte en la estacion a traves del uso de gages de atributos (pasa/ no pasa, verificacion manual de torque, etc ).	7	MUY BAJA
Deteccion del problema despues de procesar la parte.	Deteccion del modo de falla despues de procesar la parte en la estacion utilizando instrumentos de medicion por variables, o bien verificacion por atributos en la estacion de trabajo (pasa/ no pasa, verificacion manual de torque, etc ).	6	BAJA
Deteccion del problema donde se origina.	Deteccion del modo de falla o del error (causa) en la estacion de trabajo utilizando instrumento de medicion por variables, o por medio de controles automatizados en la estacion que detectaran la parte discrepante y notificaran al operador (luz, alarma audible, etc). Tambien aplican mediciones hechas en la etapa de setup y verificacion de la primera pieza (solo para causas de falla debidas a un mal setup).	5	MODERADA
Deteccion del problema despues de procesar la parte.	Deteccion del modo de falla despues de procesar la parte en la estacion por medio de controles automatizados que detectaran la parte discrepante y la retendran previniendo proceso posterior.	4	MODERADAMENTE ALTA
Deteccion del problema donde se origina.	Deteccion del modo de falla en la estacion de trabajo por medio de controles automatizados que detectaran la parte discrepante y la retendran previniendo al proceso posterior.	3	ALTA
Deteccion del error y/o prevencion del problema.	Deteccion del error (causa) en la estacion de trabajo por medio de controles automatizados que detectaran el error previniendo que se convierta en defecto.	2	MUY ALTA

## **Capítulo 4**

### **Plan de Entrenamiento**

#### **CONTENIDO**

Valoración de tipos de entrenamiento.....	79
Matriz de habilidades y competencias.....	82

## VALORACION DEL ENTRENAMIENTO

A continuación se muestra la valoración realizada de los tipos de entrenamiento que inicialmente se implementaron, los cuales se encontraron como necesarios para la correcta y eficaz implementación de los procesos del proyecto.

		Objetivos del Sist. Admon. Mtto. Planta					Totales
		1	2	3	4	5	
Operaciones de C&W Reynosa Valoracion del Entrenamiento en el logro de los Objetivos							
0=Tipo de Entrenamiento no tiene influencia en el logro del objetivo							
5=Tipo de Entrenamiento tiene un muy fuerte impacto en el logro del objetivo.							
4.0 Entrenamiento y Recursos Humanos Tipos de Entrenamientos	Seguridad	5	5	5	5	5	25
	Habilidades Gerenciales	5	3	4	5	5	22
	Administracion de Mantenimiento	5	5	4	5	5	24
	Ingenieria de Mantenimiento/Planta	5	5	4	5	5	24
	Habilidades Informaticas	3	3	3	4	4	17
	<b>Totales</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	

		Objetivos del Sist. Admon. Mtto. Planta					Totales
		1	2	3	4	5	
Operaciones de C&W Reynosa Valoracion del Entrenamiento en el logro de los Objetivos							
0=Tipo de Entrenamiento no tiene influencia en el logro del objetivo							
5=Tipo de Entrenamiento tiene un muy fuerte impacto en el logro del objetivo.							
4.0 Entrenamiento y Recursos Humanos Entrenamientos de Seguridad	Manejo de Quimicos	4	4	3	5	5	21
	Manejo de Residuos Peligrosos	3	3	4	5	5	20
	Seguridad Electrica	5	5	4	4	5	23
	Bloqueo y Etiquetado	5	5	5	4	4	23
	Prevencion de Incendios	5	4	4	5	5	23
	Otros						0
	<b>Totales</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	

Operaciones de C&W Reynosa  
Valoracion del Entrenamiento en el logro de los Objetivos

0=Tipo de Entrenamiento no tiene influencia en el logro del objetivo

5=Tipo de Entrenamiento tiene un muy fuerte impacto en el logro del objetivo.

		Objetivos del Sist. Admon. Mtto. Planta					
		1	2	3	4	5	Totales
		Minimizar el Riesgo de Paro o Disturbios a Produccion	Minimizar el Costo de Ciclo de Vida de una Manera Sustentable y Segura	Brindar Soporte a Produccion al mismo tiempo que se minimizan los riesgos	Construccion y Puesta en Servicio de nuevos sitios de acuerdo al Calendario del Proyecto	Crear valor agregado como asesor confiable mediante el reforzamiento de las relaciones con nuestros clientes	
4.0 Entrenamiento y Recursos Humanos Entrenamientos de Admon. Mantto.	Fund. Admon. Mantenimiento	5	5	5	5	5	25
	Politica y Estrategia Global	3	3	3	4	4	17
	Proceso Gral. Mantto. Reynosa	5	5	5	5	5	25
	Planeacion/Programacion Mantto.	5	5	5	5	5	25
	<b>Totales</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	

Operaciones de C&W Reynosa  
Valoracion del Entrenamiento en el logro de los Objetivos

0=Tipo de Entrenamiento no tiene influencia en el logro del objetivo

5=Tipo de Entrenamiento tiene un muy fuerte impacto en el logro del objetivo.

		Objetivos del Sist. Admon. Mtto. Planta					
		1	2	3	4	5	Totales
		Minimizar el Riesgo de Paro o Disturbios a Produccion	Minimizar el Costo de Ciclo de Vida de una Manera Sustentable y Segura	Brindar Soporte a Produccion al mismo tiempo que se minimizan los riesgos	Construccion y Puesta en Servicio de nuevos sitios de acuerdo al Calendario del Proyecto	Crear valor agregado como asesor confiable mediante el reforzamiento de las relaciones con nuestros clientes	
4.0 Entrenamiento y Recursos Humanos Entrenamientos de Ingría. de Mantto/Planta	Fund. De FMEA	5	5	3	3	3	19
	Fund. De Criticidad de Planta	5	3	5	3	3	19
	Tecnicas de Solucion de Problemas	5	5	4	4	3	21
	Analisis Causa Raiz	5	5	4	2	5	21
	Administracion de Proyectos	3	3	5	5	5	21
	MS Project	3	3	4	5	5	20
	<b>Totales</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	

Operaciones de C&W Reynosa  
 Valoración del Entrenamiento en el logro de los Objetivos

0=Tipo de Entrenamiento no tiene influencia en el logro del objetivo

5=Tipo de Entrenamiento tiene un muy fuerte impacto en el logro del objetivo.

		Objetivos del Sist. Admon. Mtto. Planta					Totales
		1	2	3	4	5	
		Minimizar el Riesgo de Paro o Disturbios a Produccion	Minimizar el Costo de Ciclo de Vida de una Manera Sustentable y Segura	Brindar Soporte a Produccion al mismo tiempo que se minimizan los riesgos	Construccion y Puesta en Servicio de nuevos sitios de acuerdo al Calendario del Proyecto	Crear valor agregado como asesor confiable mediante el reforzamiento de las relaciones con nuestros clientes	
4.0 Entrenamiento y Recursos Humanos Entrenamientos de Hab. Gerenciales	Comunicacion Eficaz	5	5	4	5	5	24
	Servicio y Atencion al Cliente	5	3	4	5	5	22
	Negociaciones Efectivas	5	4	4	5	5	23
	Finanzas para no Financieros	3	4	3	4	5	19
	Trabajo en Equipo	4	5	4	5	5	23
	Administracion del Tiempo	5	4	4	5	5	23
	Estrategias de Confiabilidad en el area de Mantenimiento	4	4	3	4	4	19
	<b>Totales</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	



# MATRIZ DE COMPETENCIAS Y HABILIDADES

## Habilidades Técnicas

Nombre / Habilidad		Competencias por Area					
		Compresores y Secadores	Sistema Eléctrico	Voz y Datos	Sistema Contra Incendio	Sistema Mecánico	Sistema HVAC
ALBERTO JOHANSEN	MANAGER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
JESUS ROMERO	ENGINEER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
ROBERTO TOVAR	ENGINEER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
MARIA LUISA TIERINA	ENGINEER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
JORGE GARCIA	SUPERVISOR	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
DANIEL MENDEZ	SUPERVISOR	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
LUIS CANTU	SUPERVISOR	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
EMILIO JUAREZ	SUPERVISOR	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
NOE FRAGA	PLANNER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
FELIX JIMENEZ	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
AGUSTIN CRUZ	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
VICTOR DE LA ROSA	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
PABLO CRUZ	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
FRANCISCO GONZALEZ	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
OSVALDO DIEGO	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
EMMANUEL MARTINEZ	TECHNICIAN	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
MARIO A. VASQUEZ	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
ROBERTO C. SALAZAR	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
MARCO JIMENEZ	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
ALEJANDRO TORRES	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
FERNANDO RAMIREZ	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
JORGE REYES	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
JUAN FRANCISCO RIOS	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
APOLINAR MALDONADO	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐
DANIEL RAMIREZ	HELPER	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐	☐☐



Sin Habilidad



Puede hacer la actividad con ayuda



Puede hacer la actividad y enseñar a otros

## RESULTADOS

### CONTENIDO

<b>Primeros Resultados Finales Diciembre 2008</b> .....	83
- 2ª Evaluación Planta 1 - Enero 2009.....	90
- 2ª Evaluación Planta 2 - Enero 2009.....	91
<b>Resultados Diciembre 2009</b> .....	92
- Evaluación de los 12 habilitadores.....	92
- 3ª Evaluación Planta 1 - Enero 2010.....	98
- 3ª Evaluación Planta 2 - Enero 2010.....	99
<b>Resultados 2010</b> .....	100
- 4ª Evaluación Planta 1- Junio 2010.....	101
- 4ª Evaluación Planta 2- Junio 2010.....	102
- 5ª Evaluación Planta 1- Diciembre 2010.....	103
- 5ª Evaluación Planta 2- Diciembre 2010.....	104
- 6ª Evaluación Planta 1- Abril 2011.....	105
- 6ª Evaluación Planta 2- Abril 2011.....	106
<b>Ahorros Logrados</b> .....	107
- Energía Eléctrica.....	107
- Presupuesto Anual.....	109
- Disminución de Tiempo Caído.....	111
- Costos evitados por Tiempos Caído.....	112
- Cuantificación Total de Ahorros.....	113
<b>CONCLUSIONES</b> .....	114

## **PRIMEROS RESULTADOS - FINALES DE DICIEMBRE 2008**

La meta y esfuerzo del equipo de mantenimiento es migrar desde un estado actual de un Sistema de Mantenimiento Estándar, hasta llegar al nivel superior de desempeño catalogado en este proyecto como **Oro** o conocido en la industria como Nivel de Clase Mundial mediante el desarrollo, implementación, medición y obtención de resultados sustentables en base a: **Estrategias de Mantenimiento basado en Ingeniería de Confiabilidad.**

Después de 1 año de trabajo de realizar recolección de datos clave, valoración de actividades, necesidades y puesta en marcha de las implementaciones y acciones tales como:

- Creación de los procedimientos clave
- Identificación de áreas de oportunidad
- Elaboración de acuerdos de niveles de servicio
- Creación de los métricos índices claves de desempeño
- Mejoras realizadas en la organización interna del equipo de Mantenimiento
- Mejoras físicas a los talleres y almacenes
- Continuidad de juntas semanales para revisar resultados
- Medición de efectividad de mano de obra de los técnicos de mantenimiento
- Identificación de necesidades de entrenamiento a todos los niveles
- Inicio de entrenamientos necesarios para Gerentes, Supervisores, Técnicos, etc.
- Establecimiento de metas de ahorro energético, y proyectos de instalaciones de líneas nuevas de producción.
- Establecimiento de metas de control de presupuesto y seguimiento de tendencia mensual con acciones correctivas y de mejora
- Juntas mensuales de comunicación de resultados y necesidades a nivel alta gerencia

Utilizando el programa de auditoria (Excel) se evaluaron cada uno de los 12 Habilitadores del proyecto, basados en la documentación de soporte para validación del avance de cada uno de estos en cada planta se fueron otorgando las calificaciones para cada elemento según su estado de avance y madurez. El detalle de método de evaluación se muestra en las siguientes páginas (para Planta 1) y al final se agregan los resultados graficados con el avance obtenido para cada periodo de evaluación para cada una de las dos plantas de manufactura.

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES**

Programa de mejora del proceso de manufactura **Herramienta de Auto auditoria para servicios de mantenimiento (Los textos en ingles son parte del software utilizado para la valoracion del programa)**

hide comments

show comments

Site

Auditor

Date

Seleccionar el nivel de Meta

**Bronze**

**Instrucciones de Uso**

Nota : Solamente se puede introducir datos en las celdas resaltadas en azul! Seleccionar el marcador utilizando la caja de despliegue

La auditoria comprende 12 secciones principales, correspondientes a los 12 elementos del Documento de la Estrategia de Administración del Mantenimiento. Referirse a este documento para mayores detalles

Cada Auditoria contiene 5 Sub-Secciones. El auditor deberá revisar el desempeño actual contra la definición suministrada para cada sub-sección, y darle el valor de desempeño de 0 a 5, de acuerdo a las definiciones de desempeño mostradas mas abajo.

Introducir el calor en las celdas azules. Los marcadores se mostraran automáticamente con una X en la columna relevante, y se totalizaran para cada sección y se mostraran en una celda azul oscuro.

[Las graficas de radar se pueden ver aquí - Click here to view](#)

**CLAVE : Definiciones del Nivel de Desempeño**

- 0 **NO** hay evidencia de alguna actividad significativa relevante a este Sub-habilitador
- 1 Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador
- 2 Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
- 3 TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
- 4 TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados a través de TODO el sitio
- 5 Hay evidencia exhaustiva de que todos los requerimientos de este sub-habilitador han sido utilizados efectiva y sustentablemente con todo el personal y equipo por mas de 6 meses, y hay evidencia sólida de que esta siendo utilizado para mejora continua. Esto es equivalente a DESEMPEÑO DE CLASE MUNDIAL.

*Donde exista limitantes debido a la falta de un CMMS y Sistema de Refacciones completamente funcional e integrado, se ha agregado un comentario para cada sub sección para mostrar las posibles soluciones o limitantes del cumplimiento esperado.*

Enter Site Name/Location h MIP Hard FM Self Audit			Valor	0	1	2	3	4	5	Definicion del Valor
<b>ID</b>										
<b>01</b>	<b>INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO</b>	<b>Establece expectativas claras de nivel de servicio con la producción e identifica los índices clave de desempeño para medirlo contra estas metas y facilita la mejora continua.</b>	<b>15</b>							<b>Bronze Target 15</b>
01-01	INDICES ESTRATEGICOS (SLA)	Las expectativas del cliente del área de producción están desarrolladas y son actualizadas regularmente en conjunto con el departamento de admón. de mantenimiento y se documentan plenamente en el Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA), en el cual se establecen claramente las responsabilidades de ambas partes incluyendo la disponibilidad de la planta, el tiempo de respuesta y la criticidad del sistema.	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
01-02	INDICES DE DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS	Se han establecido medidas apropiadas del desempeño de los equipos o maquinas y son utilizadas para conducir mejoras continuas	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
01-03	EFICIENCIA DE LAS INVERSIONES	Se han establecido medidas apropiadas para el desempeño de la inversión y son utilizadas para conducir y realizar la mejora continua	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
01-04	EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO	Se han establecido medidas apropiadas para la Eficiencia del Mantenimiento y son utilizadas para realizar acciones de mejora continua	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
01-05	ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HUMANOS	Se han implementado medidas adecuadas para la gestión de Recursos Humanos y son utilizadas para la mejora continua	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
<b>ID</b>										
<b>02</b>	<b>ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES</b>	<b>Desarrollar y mantener una cultura de alto desempeño enfocada enfocada en la mejora continua</b>	<b>16</b>							<b>Bronze Target 15</b>
02-01	OBJETIVOS DEL NEGOCIO	Los objetivos a gran escala para el sitio están claramente entendidos y comunicados al equipo de la Administración del Mantenimiento	4					X		TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados a través de TODO el sitio
02-02	OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO E INSTALACIONES	Los objetivos del Departamento de Administración del Mantenimiento para el sitio, están ligados a los objetivos del negocio y estos están claramente entendidos y comunicados al equipo de mantenimiento.	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
02-03	ORGANIZACION	Existe una estructura organizacional bien definida basada en la identificación de los roles y habilidades requeridos. Todas las actividades claves de la organización son administradas de acuerdo a procesos documentados.	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
02-04	DOCUMENTACION TECNICA	Toda la documentación de los equipos incluyendo los manuales y planos del fabricante están disponibles de inmediato para el personal apropiado.	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
02-05	PRESUPUESTOS	Los presupuestos anuales para la Administración del Mantenimiento reflejan los recursos requeridos para lograr los objetivos del departamento, y son cargados después del análisis de los costos de años anteriores y los planes a futuro de mantenimiento, e identifica los costos y beneficios.	3				X			TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
<b>ID</b>										
<b>03</b>	<b>COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO</b>	<b>Fomentar un ambiente donde la colaboración departamental es promovida y administrada eficientemente. Crear valor agregado como un consultor confiable para los clientes a través de las relaciones con los clientes directos y proveedores de servicios</b>	<b>11</b>							<b>Bronze Target 10</b>
03-01	RELACIONES CON PRODUCCION	El area de Produccion y el Departamento de Mantenimiento trabajan de manera colaborativa utilizando un enfoque de trabajo de equipo para resolver problemas y para la mejora continua del desempeño de los equipos	2				X			Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
03-02	RELACIONES CON LOS PROVEEDORES DE SERVICIO	Los indicadores claves de desempeño (KPI's) han sido desarrollados, acordados y publicados para con los diferentes proveedores de servicio en una base regular acordada para demostrar cumplimiento con los acuerdos de nivel de servicio (SLA) para ambos Departamento de mantenimiento y proveedores de servicio.	3					X		TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES**

Programa de mejora del proceso de manufactura Herramienta de Auto auditoria para servicios de mantenimiento (Los textos en ingles son parte del software utilizado para la valoracion del programa)

Seleccionar el nivel de Meta

hide comments

show comments

Site: Enter Site Name/Location here

Auditor: Enter Auditors name here

Date: Enter Date of self Audit below

**Bronze**

03-03	RELACIONES CON LA COMUNIDAD DEL AREA DE ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO E INSTALACIONES	El Departamento de Mantenimiento hace contacto regular con la comunidad general del area de mantenimiento de otras plantas del negocio para compartir mejores practicas a través de medios profesionales, publicaciones y conferencias.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
03-04	RELACIONES CON OTROS CLIENTES DIRECTOS	El Departamento de mantenimiento colabora con los clientes principales tales como especialistas de equipos, departamento de salud ocupacional, áreas regulatorias, organización de entrenamiento para dar soporte a la mejora continua del desempeño de la manufactura. Este proceso es apoyado por la utilización del sistema global de información incluyendo el CMMS.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
03-05	TRABAJO EN EQUIPO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES	Un enfoque de trabajo de equipo es utilizado para la solución de problemas y mejora continua del desempeño y el proceso de eficiencia	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio

Enter Site Name/Location h MIP Hard FM Self Audit Valor 0 1 2 3 4 5 Definicion del Valor

<b>04</b>	<b>PERSONAL Y ENTRENAMIENTO</b>	<b>Asegurarse que todo el personal son competentes en cumplir con los requerimientos de su rol</b>	<b>12</b>	<b>Bronze Target 10</b>	
04-01	DESARROLLO DEL PERSONAL	Suministrar un ambiente que habilite al personal el desarrollarse y avanzar de manera continua	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
04-02	DESARROLLO DE HABILIDADES	Todo el personal tiene una descripción de trabajo con responsabilidades y habilidades claramente establecidas y requeridas para su rol. Los líderes de equipo son responsables de desarrollar las habilidades de sus equipos. Las revisiones individuales de desempeño y la planeación de desarrollo de personal, son realizadas en una base regular y al menos una ves al año.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
04-03	COMPROMISO	Existe un proceso definido y entendido para identificar los niveles de competencia de los miembros del equipo para las habilidades requeridas por su rol con un proceso claramente definido para identificar las habilidades faltantes, incluyendo entrenamiento formal, tutorías e intercambio de habilidades	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
04-04	PLANEACION	Existe evidencia visible del compromiso hacia el entrenamiento y desarrollo de los empleados, y de una cultura del desarrollo de los empleados.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
04-05	IMPLEMENTACION	Existe un plan escrito que establece las necesidades de entrenamiento y desarrollo del departamento, con acciones y recursos planeados para cumplir con las necesidades	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.

<b>05</b>	<b>PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO</b>	<b>Entregar un trabajo de calidad de clase mundial y una eficiencia en la entrega a través de la implementación de procesos estructurados para la planeación, programación y ejecución del trabajo.</b>	<b>13</b>	<b>Bronze Target 15</b>	
05-01	PLANEACION A LARGO PLAZO	Todas las actividades de mantenimiento planeadas y en demanda a excepción de las emergencias, están preparadas y programadas utilizando procesos estándares documentados	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
05-02	PRIORIZACION DEL TRABAJO	La priorización del trabajo reactivo será de acuerdo a un proceso racional documentado y acordado con la producción y otros clientes.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
05-03	PREPARACION Y PROGRAMACION DEL TRABAJO	Los tiempos de respuesta serán acordados en base a la prioridad del trabajo.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
05-04	RECURSOS Y COSTEO DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	Todas las actividades de mantenimiento son llevadas a cabo antes o dentro de la semana de la fecha de expiración. Cualquier actividad de mantenimiento planeada no ejecutada de acuerdo a su programa será registrada e investigada con acciones correctivas, se publicara y registrara dándole seguimiento y rastreo	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
05-05	ACTIVIDADES REGULATORIAS	Todas las actividades de mantenimiento regulatorias están definidas, registradas y administradas como lo requiera la regulación correspondiente.	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.

<b>06</b>	<b>ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS</b>	<b>Emplear sistemas armonizados para entregar un soporte optimo de la política y estrategia del departamento de administración de mantenimiento e instalaciones</b>	<b>12</b>	<b>Bronze Target 10</b>	
06-01	REGISTROS DE LOS EQUIPOS	El sistema computarizado de administración del mantenimiento o CMMS por sus siglas en ingles (Computarizad Maintenance Management System) es utilizado para registrar toda la información de los equipos y para tener la información disponible a todo el personal apropiado	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
06-02	ADMINISTRACION DEL TRABAJO	Todo el trabajo de mantenimiento es registrado en el CMMS para el equipo o ubicación indicando la naturaleza exacta del trabajo y datos relevantes. El CMMS es utilizado para registrar y programar las actividades de todo el trabajo.	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.
06-03	ADMINISTRACION DE ALMACENES	El CMMS es utilizado para controlar de manera efectiva la administración de refacciones para poder optimizar los inventarios del almacén y alineación con la estrategia de mantenimiento de los equipos, para registrar todas la compras emitidas contra las ordenes de trabajo relevantes y para iniciar un proceso de compra de todos los componentes o refacciones de los equipos.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES**

Programa de mejora del proceso de manufactura **Herramienta de Auto auditoria para servicios de mantenimiento (Los textos en ingles son parte del software utilizado para la valoracion del programa)**

hide comments Seleccionar el nivel de Meta

show comments

Site *Enter Site Name/Location here*

Auditor *Enter Auditors name here*

Date *Enter Date of self Audit below*

**Bronze**

06-04	REPORTEO	El CMMS provee reportes de efectividad y cumplimiento de trabajos, desempeño de equipos, desempeño financiero y utilización de recursos, los cuales son todos utilizados para conducir la mejora continua	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
06-05	ADMINISTRACION DE SISTEMAS	Hay procedimientos escritos y definidos para la administración del CMMS	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.

Enter Site Name/Location h MIP Hard FM Self Audit Valor 0 1 2 3 4 5 Definicion del Valor

ID			<b>07</b>	<b>SALUD Y SEGURIDAD</b>		<b>17</b>	<b>Bronze Target 15</b>	
		<b>Asegura que todo el trabajo sea desempeñado de una manera sustentable y segura</b>						
07-01	ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD DE MANTENIMIENTO	Existe una política de seguridad para mantenimiento y procedimientos asociados los cuales están comunicados formalmente a todo el personal. Las responsabilidades para la administración de la seguridad están claramente definidas.	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.			
07-02	ENTRENAMIENTO Y CONTROL DE CONTRATISTAS	El entrenamiento apropiado para salud y seguridad esta dado a todo el personal existente, personal de recién ingreso y contratistas	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.			
07-03	SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO	Hay procedimientos implementados para asegurarse que los contratistas sean competentes en trabajar de manera segura	3	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados en ALGUNAS áreas del sitio.			
07-04	SEGURIDAD DE PLANTA Y MAQUINARIA	Un sistema de permisos de trabajo es utilizado para administrar la ejecución segura del trabajo de mantenimiento	4	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados a través de TODO el sitio			
07-05	ADMINISTRACION PROACTIVA DE LA SEGURIDAD	Hay procesos adaptados para identificar y manejar riesgos	4	X	TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados a través de TODO el sitio			

ID			<b>08</b>	<b>ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO</b>		<b>9</b>	<b>Bronze Target 5</b>	
		<b>Asegura la utilización optima de los activos. Administra los costos para facilitar el desempeño ejemplar de ganancias sustentables para la compañía. Adopta procesos definidos, entendidos y comunicados para sugerir, analizar e implementar mejoras en los equipos, en las actividades de mantenimiento, procesos y sistemas.</b>						
08-01	ANALISIS DE CRITICIDAD	Todas las instalaciones y servicios han pasado por un estudio de criticidad definido para determinar la criticidad apropiada basada en las funciones de servicio prioritarias de los equipos del edificio e instalaciones. Los resultados de estos estudios han sido registrados.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			
08-02	ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA	Todos los equipos determinados como críticos han pasado por un estudio de análisis de falla para determinar el régimen de cuidados mas apropiado, incluyendo función hasta la falla, preventivo, predictivo y re-diseño. Los resultados de este estudio han sido archivados y están disponibles para inspección o modificación como sea requerido.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			
08-03	SELECCION DEL REGIMEN DE MANTENIMIENTO	Todos los equipos tienen un régimen de cuidados establecido, basado en su criticidad y tomando en cuenta el impacto de la falla o malfuncionamiento, y los requerimientos regulatorios establecidos por el fabricante. El régimen apropiado de cuidados ha sido documentado.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			
08-04	REDUCIENDO EL RIESGO DE FALLA	Ha sido identificado el Punto Único de Falla ha sido identificado para cada instalación y servicio y se han desarrollado planes de contingencia para mitigar el impacto de esto. El programa de refacciones ha sido desarrollado para los activos críticos y otros de menor criticidad. Todos los planes de cuidado de los activos son dinámicos y son modificados en respuesta al ambiente cambiante.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			
08-05	ANALISIS DE COSTO Y EFECTIVIDAD	Los reportes de costos son analizados regularmente para identificar equipos y servicios de alto costo y proponer mejoras para incrementar la efectividad de costo de los servicios de administración de activos. Los registros de trabajo y activos son examinados para ver tendencias y anomalías para cerciorarse que sean requeridas acciones de investigación o mejora.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador			

Enter Site Name/Location h MIP Hard FM Self Audit Valor 0 1 2 3 4 5 Definicion del Valor

ID			<b>09</b>	<b>ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER</b>		<b>9</b>	<b>Bronze Target 5</b>	
		<b>Asegura el nivel optimo de refacciones para minimizar los tiempos caidos de equipos y almacena los costos de operación y de capital. Asegura una selección efectiva, administrando el desempeño contractual de los contratos de servicio. Asegura la eficiencia y seguridad de los talleres de las instalaciones de mantenimiento.</b>						
09-01	OBJETIVOS Y ADMINISTRACION DE REFACCIONES	Las responsabilidades para la administración y utilización de los almacenes están claramente definidas y comunicadas. el almacenamiento de refacciones será en concordancia con las necesidades establecidas por el departamento de mantenimiento y serán basadas en las estrategias de mantenimiento y programa de refacciones. Un catálogo actualizado de refacciones estará disponible en todo momento para permitir al personal apropiado el planear actividades de mantenimiento.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			
09-02	ADMINISTRACION DE ALMACENES	Los almacenes de mantenimiento estan debidamente limpios, mantenidos y organizados eficientemente. No existen almacenes satelitales no oficiales.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio			

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E INSTALACIONES**

Programa de mejora del proceso de manufactura **Herramienta de Auto auditoria para servicios de mantenimiento (Los textos en ingles son parte del software utilizado para la valoracion del programa)**

hide comments

show comments

Site *Enter Site Name/Location here*  
 Auditor *Enter Auditors name here*  
 Date *Enter Date of self Audit below*

*Seleccionar el nivel de Meta*

**Bronze**

09-03	ADQUISICION DE REFACCIONES	Totas las refacciones catalogadas como criticas estan identificadas por el departamento de mantenimiento para con el administrador del almacen, quien se asegurara que estas estaran listas, identificables y disponibles dentro del almacen.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
09-04	ADMINISTRACION DE CONTRATISTAS	Existe un proceso efectivo para la seleccion y administracion de contratistas. El trabajo del contratista es supervisado para asegurar la calidad y seguridad del trabajo	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
09-05	ADMINISTRACION DE TALLERES	Hay talleres de mantenimiento apropiados y suministrados y estos estan debidamente organizados, mantenidos y limpios. Los tecnicos de taller son competentes en todos los equipos que ellos necesitan utilizar y operar para llevar a cabo sus roles.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador

ID

10	<b>GESTION DEL CICLO DE VIDA</b>	<b>Minimiza los costos de ciclo de vida a través de la adopcion de procesos estructurados para el diseño, adquisicion, operacion y disposicion de activos</b>	<b>5</b>	<b>Bronze Target 5</b>	
10-01	POLITICA Y ADMINISTRACION DE ADQUISICIONES	Existe un proceso para la adquisición de equipos que asegura su máximo desempeño a un costo mínimo de ciclo de vida	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador
10-02	DISEÑO Y DESARROLLO DE EQUIPOS	Las metas de confiabilidad y mantenibilidad están establecidas en la etapa del diseño. Las revisiones de mantenibilidad son conducidas en las etapas de diseño y adquisición. El personal de la administración del mantenimiento esta involucrado en las decisiones de adquisición de equipo clave desde la etapa mas temprana. Las consideraciones de planes de mantenimiento comienzan durante la etapa de diseño.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador
10-03	INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS	Las pruebas de arranque incluyen monitoreo de condición y métodos de pruebas no destructivas para detectar fallas incipientes. Los entrenamientos de operación y mantenimiento y los desarrollos de los planes de mantenimiento comienzan antes o durante la fase de puesta en marcha.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador
10-04	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Es adoptado cuando sea posible un enfoque colaborativo para el mantenimiento entre el proveedor y el departamento de mantenimiento. El historial de los activos de mantenimiento es registrado para facilitar el diseño, especificaciones y adquisición de equipo nuevo.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador
10-05	PUESTA FUERA DE SERVICIO DE LOS EQUIPOS	Para equipos críticos, es conducida una revisión al final de la vida para identificar oportunidades de mejora y una reducción del costo de ciclo de vida, y las lecciones aprendidas son incorporadas dentro del proceso para una adquisición futura	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador

Enter Site Name/Location h MIP Hard FM Self Audit

Valor 0 1 2 3 4 5 Definicion del Valor

ID

11	<b>ADMINISTRACION DE LA ENERGIA</b>	<b>Para mejorar de manera continua la utilización de energía mediante el establecimiento e implementación de programas efectivos de administración de la energía, que de soporte a la capacidades de manufactura y a la vez provea un ambiente de trabajo seguro y confortable</b>	<b>10</b>	<b>Bronze Target 5</b>	
11-01	OBJETIVOS	Existen objetivos escritos que establecen las metas de la administración de la energía, cubriendo costos de energía, sustentabilidad y continuidad. Los objetivos son revisados al menos en una base trimestral.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
11-02	PROCESOS Y RESPONSABILIDADES	Existe un procedimiento el cual detalla los procesos para la administración de la energía. Una persona ha sido identificada como el administrador de la energía o con la responsabilidad para la administración de la energía y su mejora continua	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
11-03	AUDITORIAS	Hay un proceso para la auditoria de consumo de energía, el cual se lleva a cabo al menos una vez al año. Los resultados de la auditoria son utilizados para planear e implementar trabajos de mejora basados en un retorno de inversión.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
11-04	MEDICION Y CONTROL DE ENERGIA	Los datos de utilización de energía están disponibles a un nivel de detalle adecuado que habilita el análisis para modelar una mejora de la eficiencia de la energía. Los sistemas de administración de energía han sido adoptados donde sea viable financieramente para maximizar la eficiencia de la energía. Existe de manera regular una propaganda y mensajes internos de "ahorro de energía" para el personal.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
11-05	ANALISIS DE RIESGOS	Se realiza una revisión independiente al menos cada 3 años para identificar los riesgos potenciales para el suministro de energía eléctrica. Los puntos únicos de falla son documentados. Se ha tomado acciones para asegurarse que los riesgos significantes han sido minimizados.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio

ID

12	<b>GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION</b>	<b>Entrega a tiempo el soporte para los cambios de producción y a la vez minimizando riesgos futuros</b>	<b>11</b>	<b>Bronze Target 10</b>	
12-01	PROCEDIMIENTO DEL CAMBIO DE PRODUCCION	Existe un procedimiento escrito el cual detalla los procesos para la requisición, diseño, aprobación, planeación y ejecución de las instalaciones y cambios de producción y es utilizado para administrar todos los trabajos de cambios de producción.	2	X	Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio
12-02	PROGRAMACION DEL CAMBIO DE PRODUCCION	Los departamentos de producción y administración de mantenimiento operan un plan Producción dinámico que identifica cambios de producción a futuro. Se acuerdan en una base anual los periodos mínimos de respuesta y el volumen de trabajo esperado.	1	X	Existen planes de mejora y hay evidencia de uso informal de algunos elementos de este sub-habilitador

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO E  
INSTALACIONES**

Programa de mejora del proceso de manufactura      Herramienta de Auto auditoria para servicios de mantenimiento (Los textos en ingles son parte del software utilizado para la valoracion del programa)

*Seleccionar el nivel de Meta*

hide comments	Site	<i>Enter Site Name/Location here</i>	<b>Bronze</b>
show comments	Auditor	<i>Enter Auditors name here</i>	
	Date	<i>Enter Date of self Audit below</i>	

12-03	PLANEACION DEL CAMBIO DE PRODUCCION	El departamento de mantenimiento desarrolla un plan de trabajo para cada cambio de producción, el cual incluirá la estimación de recursos, el establecimiento de los métodos y la valoración de los riesgos	4
12-04	CIERRE DEL CAMBIO DE PRODUCCION	Al completar cada plan de trabajo, se realiza una verificación de calidad de acuerdo a una lista de verificación	2
12-05	MEJORA CONTINUA	Los KPI's apropiados son utilizados para medir el desempeño y eficiencia de cada cambio de producción. Se realizan unas revisiones periódicas para identificar las mejores practicas y oportunidades de mejora de los procesos y la eficiencia	2

X	X
X	X
X	X

TODOS los elementos de este sub-habilitador han sido implementados a través de TODO el sitio

Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio

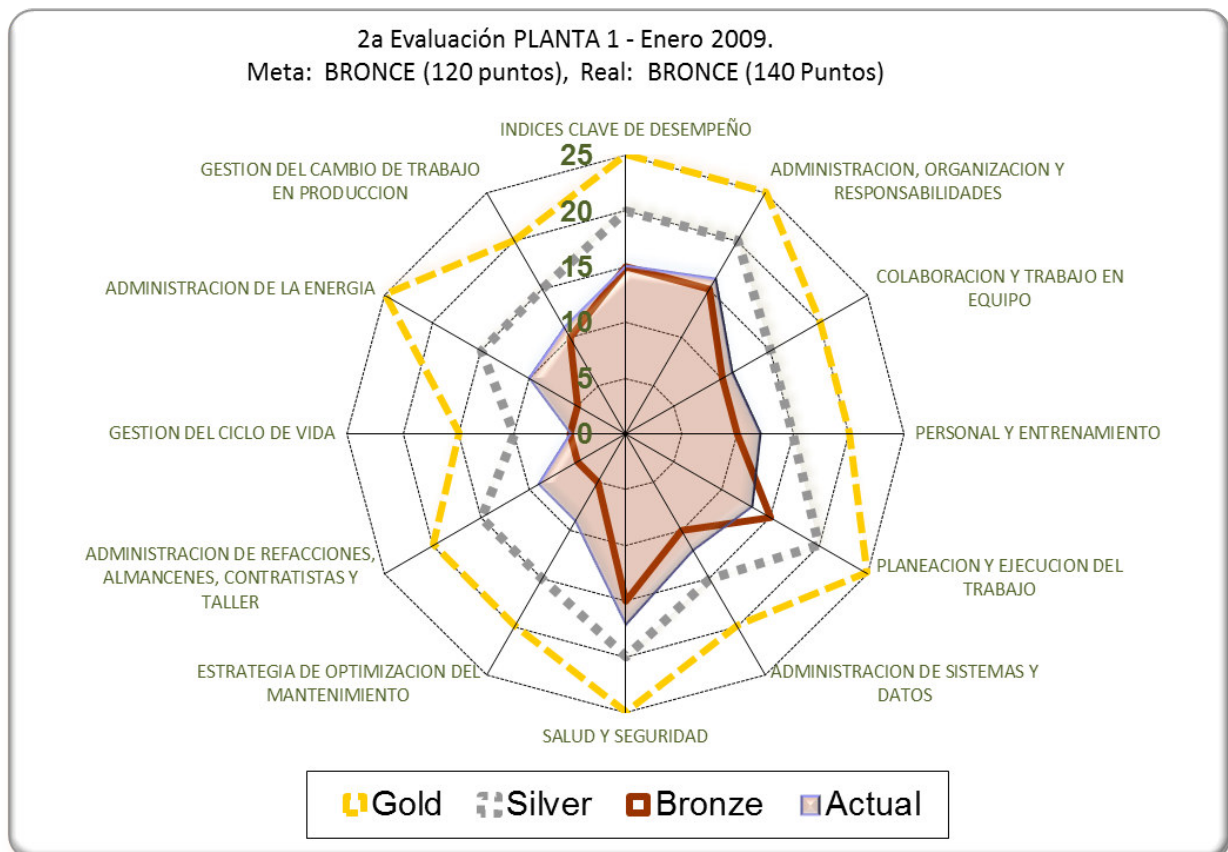
Mas del 50% de los elementos de este sub-habilitador están en utilización en ALGUNAS áreas del sitio



En esta 2ª evaluación general, los resultados obtenidos para Enero 2009 muestran que ambas plantas logran el objetivo de obtener el nivel BRONCE. Ver graficas 1 y 2

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 1**  
**2ª EVALUACION, DIC 2008**  
**META = BRONCE      RESULTADO = BRONCE**

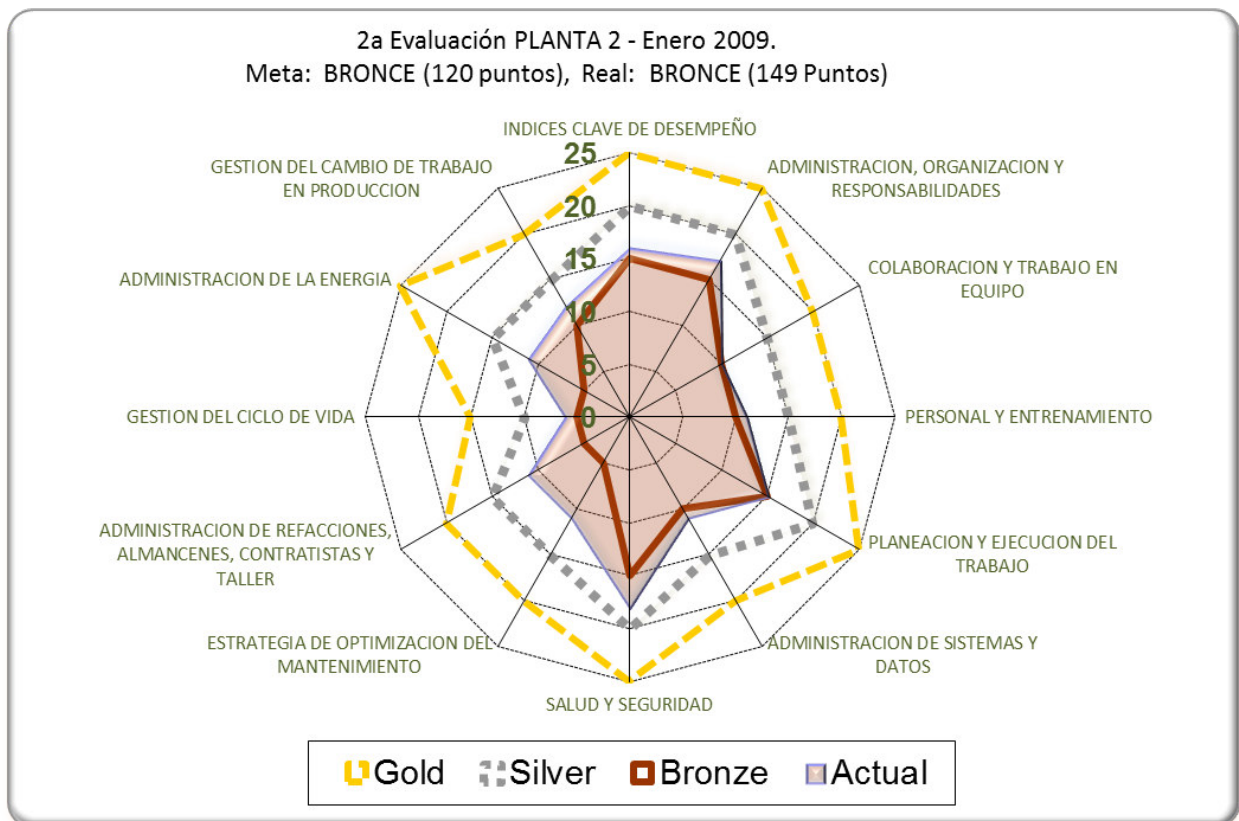
ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	15	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	16	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	11	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	12	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	13	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	12	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	17	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	9	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	9	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	5	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	10	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	11	10	15	20



Gráfica 1

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 2**  
**2ª EVALUACION, DIC 2008**  
**META = BRONCE      RESULTADO = BRONCE**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	16	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	17	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	10	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	11	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	15	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	11	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	18	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	11	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	11	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	6	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	11	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	12	10	15	20



Gráfica 2

## RESULTADOS 2009

Al término del Segundo Año de trabajo y continuando con la metodología de trabajo ya expuesta, e implementando las mejoras necesarias que han resultado de la experiencia en la práctica; A continuación se presenta el avance obtenido en cada uno de los 12 elementos habilitadores y su correspondiente marcador, el cual fue obtenido mediante el formato de evaluación de auto auditoría.

### 1.1 Índices Clave de Desempeño y Expectativas del Cliente

- Se ha negociado un conjunto de KPI's con la alta gerencia. Estos KPI's han sido sujetos a seguimiento semanal en cuanto a avance y mejora continua dentro del departamento de Mantenimiento y de manera mensual con la alta gerencia.
- El nivel de desempeño esperado es expuesto en las juntas con la alta gerencia y cubre todos los temas desde tiempos caídos de la planta, tiempos de respuesta, administración del mantenimiento, etc. Con acciones de contingencia, acciones correctivas y preventivas, e incluye soluciones de términos medios y largos para cada KPI.
- Los KPI's de bajo nivel están en constante cambio respecto al enfoque y la manera en que son realizados por el equipo de mantenimiento, para poder suministrar el ajuste correcto y mejora necesaria que contribuya a los KPI's principales.

De acuerdo a lo establecido anteriormente y la documentación disponible en campo para validarlo, se puede considerar que un avance del 90% para ambas plantas es correcto, y también como parte de la falta de una aceptación por escrito de la alta gerencia para los KPI's.

Considerando 25 puntos como el 100%

ANTES Planta 1 :  $15/25 = 60\%$ , Planta 2 :  $16/25 = 64\%$

DESPUES (con un 90% para ambas plantas):

Planta :  $22.5/25$       Planta 2 :  $22.5/25$

### 1.2 Administración, Organización y Responsabilidades

- Fue desarrollado un plan de soluciones a largo plazo para la planeación y control de presupuestos para ser iniciados en Noviembre 2008 en planta 2 y en Febrero 2009 para planta 1.
- De acuerdo a la evaluación de avances, se concluye que la parte de planeación cuenta con un 80% de avance, y está proyectada estar al 100% para Diciembre 2009.
- Se desarrolló un métrico para el control y planeación del presupuesto, y se le está dando seguimiento con ajustes continuos de manera semanal.
- Fue desarrollado un métrico para la administración de los recursos y ha sido revisado cada dos semanas para realizar los cambios necesarios en los recursos existentes y aquellos que ya están identificados y que necesitan ser parte del Sistema de administración del mantenimiento.

De acuerdo con lo anterior y con la documentación presentada para validación, el 80% de avance puede ser trasladado a:

Considerando 25 puntos como el 100%

ANTES Planta 1 : 16/25 = 64%, Planta 2 : 17/25 = 68%

DESPUES (con 80% para ambas plantas):

Planta 1 : 20/25      Planta 2: 20/25

### 1.3 Colaboración y Trabajo en Equipo

- Se ha acordado una junta mensual con la directiva para comunicar las acciones y planes de corto, mediano y largo plazo que impacten al negocio y a la administración del mantenimiento.
- Se ha realizado una junta semanal con el personal de mantenimiento de ambas plantas para trabajar en las mejoras sobre la comunicación a través de minutas y acciones y lo cual se está manejando por medio de sistema de correo electrónico.
- Estas acciones son registradas y representadas en una gráfica que es rastreable para verificar la efectividad y su mejora continua.
- Estas acciones pueden ser consideradas como una mejora de un 70% a comparación de antes donde existían más retrasos en la respuesta a las necesidades.

De acuerdo a esto y a los documentos disponibles que lo validan, este 70% de avance puede ser traducido en:

Considerando 25 puntos como el 100%

ANTES

PLANTA 1 : 11/25 = 44% , PLANTA 2 : 10/25 = 40%

DESPUES (con 70% para ambas plantas):

PLANTA 1 : 17.5/25    PLANTA 2 : 17.5/25

### 1.4 Personal y Entrenamiento

- Se ha impartido entrenamiento a los supervisores de plantas 1 y 2 con un conjunto de temas relacionados directamente con áreas de Solución de Problemas, Análisis de Causa Raíz, etc., además de otros tópicos relacionados con la mejora del sistema de la administración del mantenimiento.
- Los registros de asistencia y contenido se quedan disponibles en archivo para validación de la mejora en este punto. Y se puede considerar que se a logrado una mejora del 55% para planta 2 y un 50% para planta 1.

De acuerdo a lo anterior mencionado y la evidencia disponible, el 50% de avance puede ser traducido en:

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 : 12/25 = 48% , PLANTA 2 : 11/25 = 44%

DESPUES (con 50% para Planta 1, 55% para Planta 2):

PLANTA 1 : 12.5/25    PLANTA 2 : 13.75/25

## 1.5 Planeación del Trabajo y Ejecución

- Se ha realizado la implementación de un Sistema de administración computarizada de mantenimiento CMMS y está funcionando en conjunto con la base de datos manual existente (Excel) para complementar el proceso.
- Las herramientas de planeación y programación están implementadas para planta 2 en un 90% y para planta 1 en un 0%.
- Un registro de la efectividad de cada técnico y sus órdenes de trabajo está ya implementado para planta 2 y el seguimiento de resultados se está haciendo hasta ahora en un 75% para planta 2 y un 0% para planta 1.
- La priorización del trabajo es entregada a producción y otros clientes a través del escritorio de servicio y es administrado por los planeadores. Esta actividad está actualmente funcionando a un 90% para planta 2 y en un 0% para planta 1.

Con la información anterior podemos concluir que un promedio de 85% está completo para planta 2 y un 73.33% para planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $13/25 = 52\%$  , PLANTA 2 :  $15/25 = 60\%$

DESPUES (con 0% para Planta 1, 86.7% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $13/25$     PLANTA 2 :  $21/25$

## 1.6 Administración de Sistemas y Datos

- Un CMMS está instalado y funcionando a un 90% en planta 2 y a un 60% en planta 1
- Un técnico para refacciones esta en funciones, trabajando en conjunto con la planeación y priorización de las actividades en un 90% para planta 2 y un 60% para planta 1
- La implementación y entrenamiento para el flujo de trabajo de los procedimientos está en un 80% para planta 2 y un 50% para planta 1.
- El registro actual de activos esta 100% revisado y cargado en el CMMS para planta 2 y en un 60% para planta 1
- La optimización del plan de mantenimiento para los activos está en un 80% para planta 2 y en un 40% para planta 1.
- La demanda de órdenes de trabajo es el KPI para el CMMS y es registrado de manera mensual con acciones de mejoras para reflejar su efectividad. Esta acción está en un 90% para planta 2 y en un 60% para planta 1.

Con la información anterior se puede concluir que un promedio de 88.33% está completo para planta 2 y un 55% para planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $12/25 = 48\%$  , PLANTA 2 :  $11/25 = 44\%$

DESPUES (con 55% para Planta 1, 88.33% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $13.75/25$     PLANTA 2 :  $22.1/25$

## 1.7 Salud y Seguridad

- Ha sido realizado un programa de entrenamiento de administración de seguridad para ambas plantas, para todos los supervisores y técnicos del departamento de mantenimiento, con procedimientos escritos para las diferentes disciplinas y niveles de trabajo (bloqueo y etiquetado de energías contenidas, protección contra caídas, etc.).
- Esta claramente definida al 100% la estructura para los representantes de la seguridad laboral por la parte del cliente y el departamento de mantenimiento se está apegando a dar seguimiento puntual a todas sus instrucciones.
- La administración de seguridad y salud para contratistas no está completa aun al momento de elaborar este documento, pero se considera en un 50% de avance para ambas plantas en base a los permisos de trabajo que se están manejando y relacionados con el bloqueo y etiquetado de energías contenidas, trabajos en caliente, en altura, seguro médico, etc.

Con los datos antes mencionados podemos concluir que existe un promedio de 88.33% de avance para planta 2 y un 55% para planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1:  $17/25 = 68\%$  , PLANTA 2 :  $18/25 = 72\%$

DESPUES (con 83.33% para Planta 1, 88.33% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $22.1/25$ , PLANTA 2 :  $22.1/25$

## 1.8 Optimización de la estrategia de Mantenimiento

- El entrenamiento de Análisis de Causa Raíz se ha impartido en un 100% para Administrativos y supervisores en un 100% para planta 2 y un 70% para planta 1.
- La revisión de las estrategias de mantenimiento acaba de iniciar en ambas plantas, asignándose a un ingeniero de mantenimiento dedicado para cada planta, con esto se considera tener un avance del 40% para ambos edificios.
- La recomendación de revisión de las técnicas de monitoreo comenzara tan pronto como las partidas anteriores comiencen a producir resultados. Esta acción esta en 0% para ambas plantas.

Con los datos antes mencionados podemos concluir que existe un promedio de 46.66% para Planta 2 y un 36.66% para Planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $9/25 = 36\%$  , PLANTA 2 :  $11/25 = 44\%$

DESPUES (con 36.66% para Planta 1, 46.66% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $9.16/25$ , PLANTA 2 :  $11.66/25$

## 1.9 Administración de Refacciones, Almacenes, Talleres y Contratistas

- Se realizó un acondicionamiento del taller de mantenimiento para planta 2 y ha estado siendo monitoreado con seguimiento de programa formal de 5's el cual es auditado por el depto. de calidad. Aunque no está formalmente incluido dentro del programa general de 5's de la planta, consideramos que está en un 54% de avance para planta 2 y en un 40% para planta 1.
- El proceso de registros de lista de materiales para los activos y el proceso de flujo de ingeniería está en su tapa de implementación, y teniendo a un ingeniero de mantenimiento, un técnico de almacén y un técnico de CMMS dedicados al 100% a estas actividades, consideramos que se tiene un 54% de avance para Planta 2 y un 40% para Planta 1.

Con los datos antes mencionados podemos concluir que existe un promedio de 0% para Planta 2 y un 30% para Planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $9/25 = 36\%$  , PLANTA 2 :  $11/25 = 44\%$

DESPUES (con 40% para Planta 1, 54% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $10/25$ , PLANTA 2 :  $12/25$

## 1.10 Administración del Ciclo de Vida

- El proceso formal para la adquisición de equipo esta aun en 0% de avance para ambas plantas. Con el nuevo equipo de Ingeniería de Mantenimiento ya establecido, esperamos tener un avance en este tema antes de terminar el primer cuarto del 2010.
- Los registros históricos del equipo comenzaron a ser recopilados a inicios del 2009 para planta 2 y capturados en la base de datos del CMMS. Los modos de falla y desempeño de equipo tiene aun un 50% de avance en su implementación. El avance para planta 2 es de un 56% y para planta 1 continua igual de 20% = a 0% de avance.
- 

Con los datos antes mencionados podemos concluir que existe un promedio de 28% para Planta 2 y un 0% para Planta 1.

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $5/25 = 20\%$  , PLANTA 2 :  $6/25 = 24\%$

DESPUES (con 15% para Planta 1, 25% para Planta 2):

PLANTA 1 :  $5/25$ , PLANTA 2 :  $7/25$

## 1.11 Administración de la Energía

Avance solamente para Planta 2

- Se implementaron programas de monitoreo de consumo energético para los equipos mayores (compresores, aires acondicionados, chillers, etc.) y se ajustaron horarios de servicio acorde a las necesidades de producción. 50% planta 2, 0% planta 1
- Se identificaron los horarios de demanda máxima en ambas plantas y se estableció un control de arranque programado de los equipos de mayor impacto, y en acuerdo con los horarios de producción para no causar impactos negativos. 65% planta 2, 0% planta 1
- Se instalaron controladores programables para el encendido y apagado automático del alumbrado en áreas de producción, áreas de oficinas y áreas exteriores y estacionamientos. 35% Planta 2 y 0% planta 1
- Se realizan tomas de lecturas de consumos de manera semanal y se grafican para revisión y tomar acciones adecuadas mantener el plan de consumo establecido, con un seguimiento efectivo de 0% para planta 1 y un 60% para planta 2

Con los datos antes mencionados podemos concluir que existe un promedio de 52.5% para ambas Plantas 1 y 2

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $10/25 = 40\%$  , PLANTA 2 :  $11/25 = 44\%$

DESPUES (con 0% para Planta 1, 52.5 para Planta 2):

PLANTA 1 :  $10/25$  PLANTA 2 :  $13/25$

## 1.12 Gestión del Cambio del Trabajo en Producción

No hay avance para planta 1

- Se integro un equipo del departamento de mantenimiento para participar en las juntas de área de producción y anticipar a los cambios futuros de nuevas líneas de producción, contribuyendo de manera proactiva y con anticipación a las necesidades de dichos cambios, de tal manera que los proyectos se realicen dentro de tiempo, costo y calidad. Se considera un avance a la fecha de 52%

Con la información anterior concluimos que existe 52% de avance total para planta 2 y 0% avance para planta 1 (continua en 44% total)

Considerando 25 puntos como 100%

ANTES

PLANTA 1 :  $11/25 = 44\%$  , PLANTA 2 :  $12/25 = 48\%$

DESPUES (con 0% para Planta 1, 52% para Planta 2):

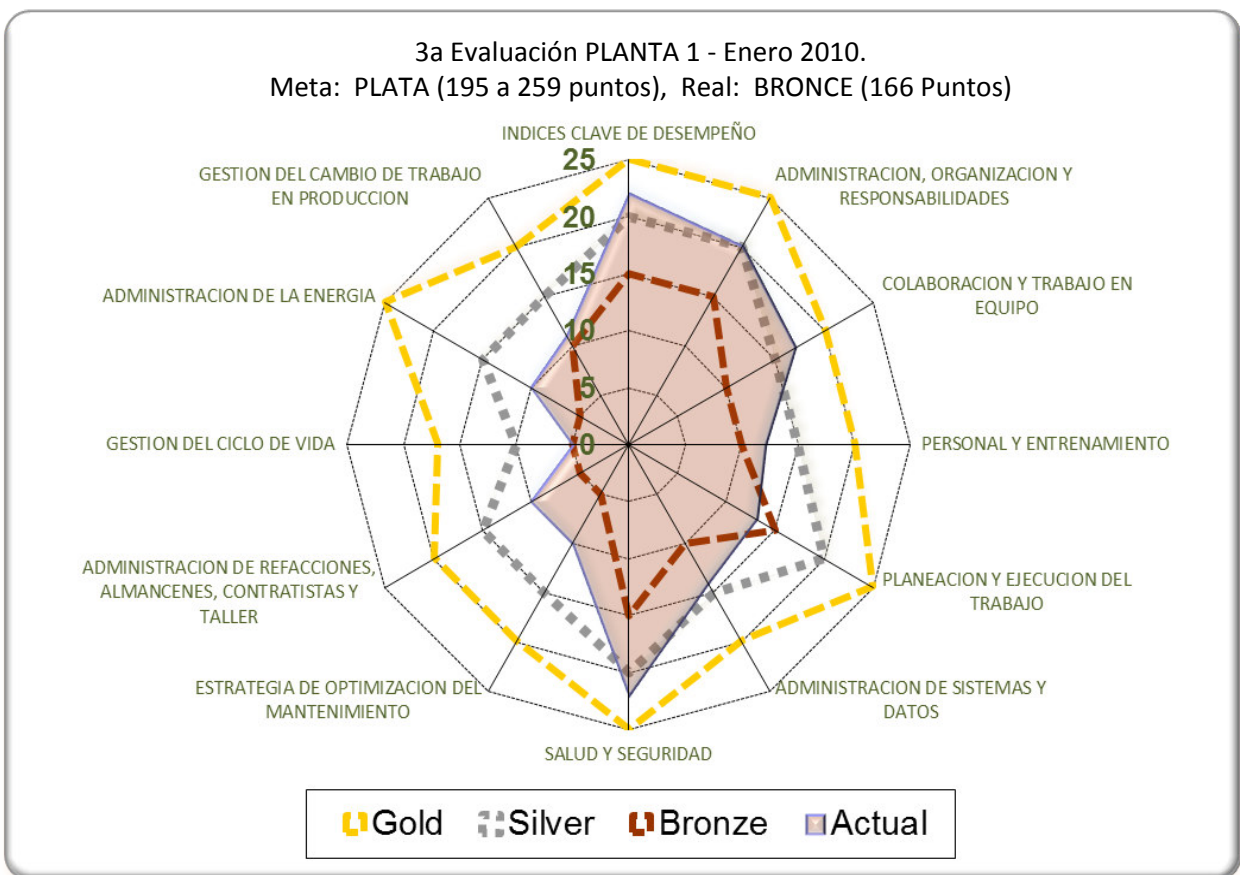
PLANTA 1 :  $11/25$  PLANTA 2 :  $13/25$



**3ª Evaluación** - Diciembre 2009, La meta obtener grado PLATA. Ninguna planta logra el objetivo. Ver graficas 3 y 4

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 1**  
**3ª EVALUACION DIC 2009**  
**META = PLATA    RESULTADO = BRONCE**

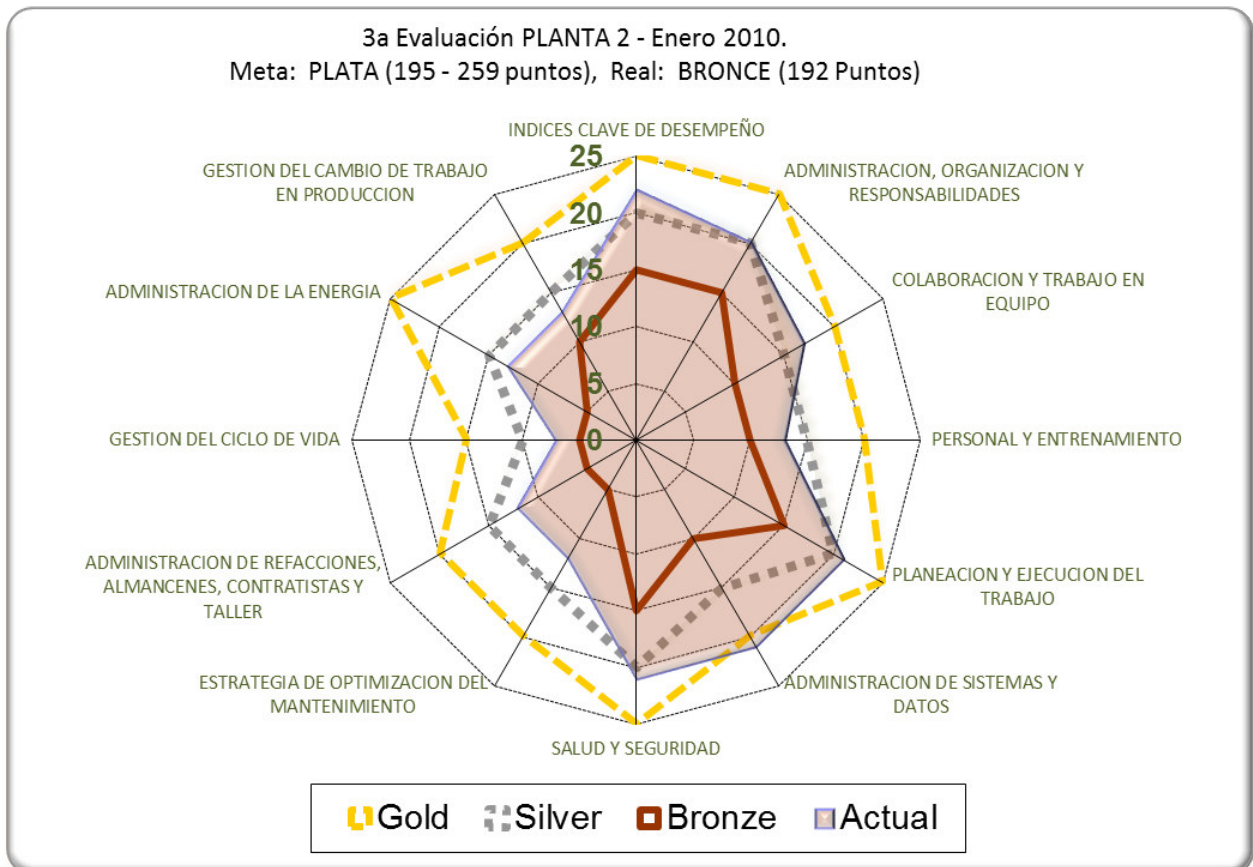
ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	22	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	20	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	17	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	12	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	13	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	14	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	22	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	10	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	10	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	5	5	10	17
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	10	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	11	10	15	20



Gráfica 3

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 2**  
**3ª EVALUACION DIC 2009**  
**META = PLATA RESULTADO = BRONCE**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	22	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	20	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	17	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	13	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	21	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	21	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	21	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	12	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	12	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	7	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	13	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	13	10	15	20



Gráfica 4

## **RESULTADOS 2010**

Al término del Tercer Año de trabajo a continuación se presenta el avance obtenido en cada uno de los 12 elementos habilitadores y su correspondiente marcador, el cual fue obtenido mediante el formato de evaluación de auto auditoria.

Las áreas con mayor avance en la mejora del manejo e implementación de sus procedimientos son:

- La creación y trabajo del Comité de Liderazgo
- Entrenamiento básico para Análisis de Criticidad, Análisis de Modos y Efectos de Falla para los gerentes y supervisores de ambas plantas
- Entrenamiento y practicas sobre Planeación y Programación del Trabajo
- Revisiones e implementaciones de mejoras en los cambios de líneas de producción.
- Entrenamiento sobre el desarrollo de los KPI's

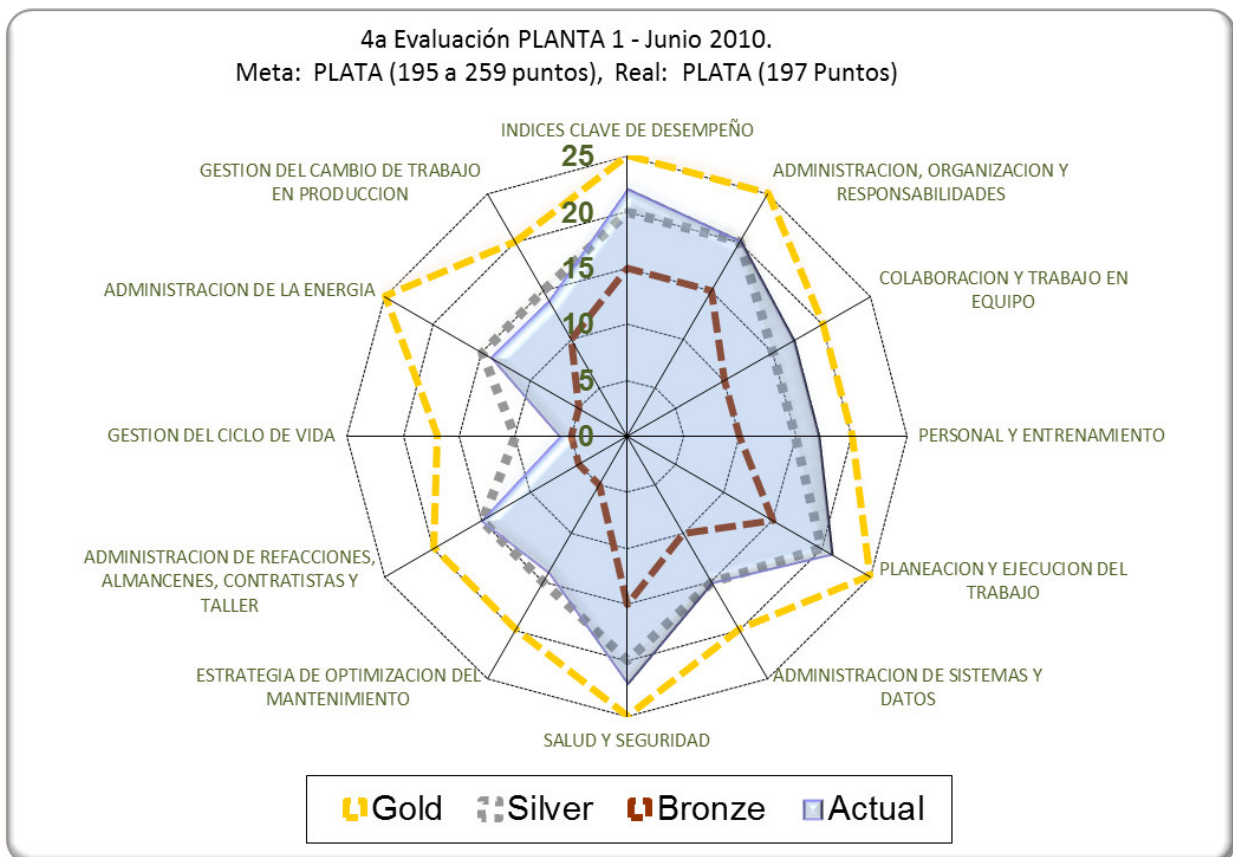
A partir de aquí se realizan cada 6 meses las auditoria cualitativas/cuantificables con base en las evidencias revisadas.

A continuación se muestran los resultados de las evaluaciones 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> para ambas plantas (Graficas 5, 6, 7, 8, 9 y 10)

4ª Evaluación - Junio 2010, Ambas plantas logran la calificación PLATA. Ver graficas 5 y 6

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 1**  
**4ª EVALUACION JUNIO 2010**  
**META = PLATA    RESULTADO = PLATA**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	22	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	20	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	17	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	17	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	21	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	15	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	22	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	14	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	15	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	6	5	10	17
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	14	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	14	10	15	20



Gráfica 5

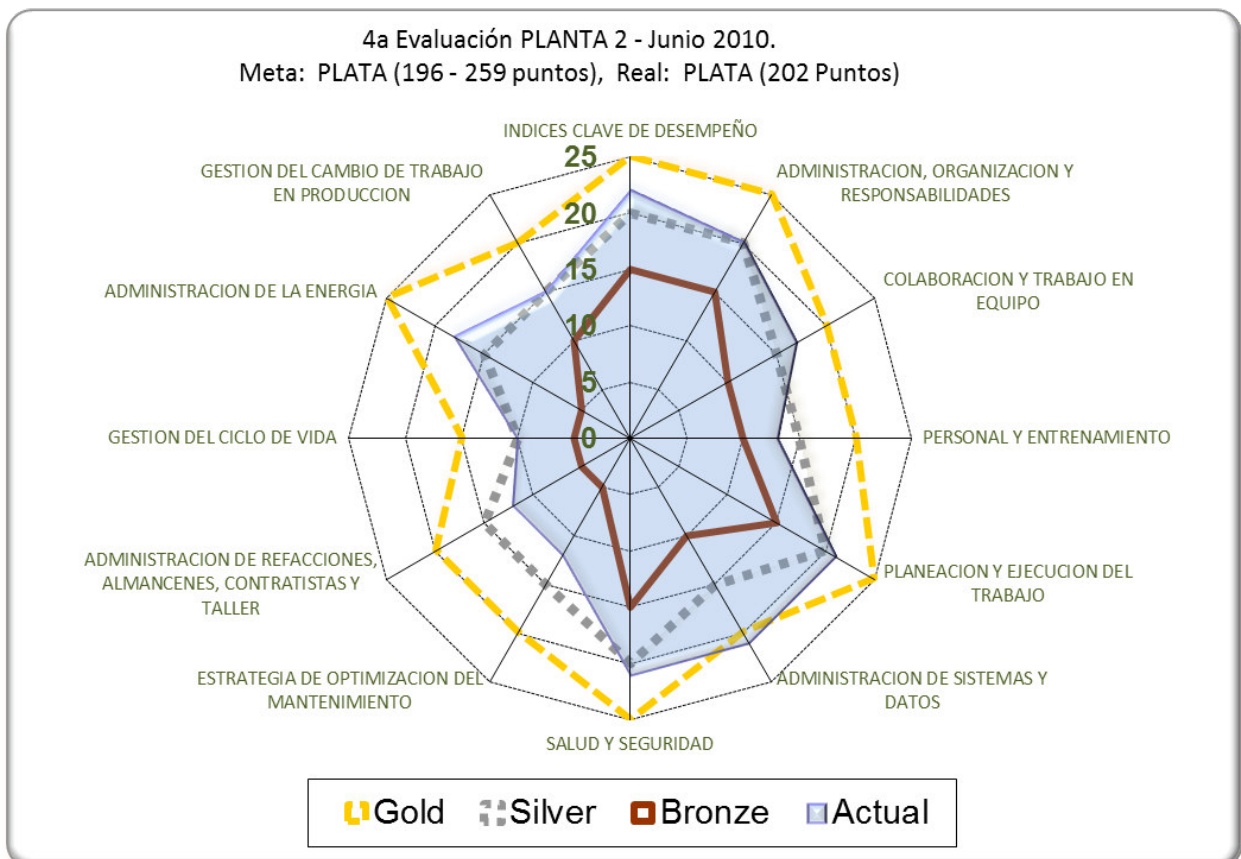
## GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 2

4ª EVALUACION JUNIO 2010

**META = PLATA      RESULTADO = PLATA**

**NOTA:** Se obtiene Plata debido a que la evaluación se hace tomando en cuenta el puntaje total de todos los elementos evaluados.

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	22	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	20	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	17	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	13	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	21	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	21	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	21	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	12	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMANCEENES, CONTRATISTAS Y TALLER	12	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	10	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	18	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	15	10	15	20

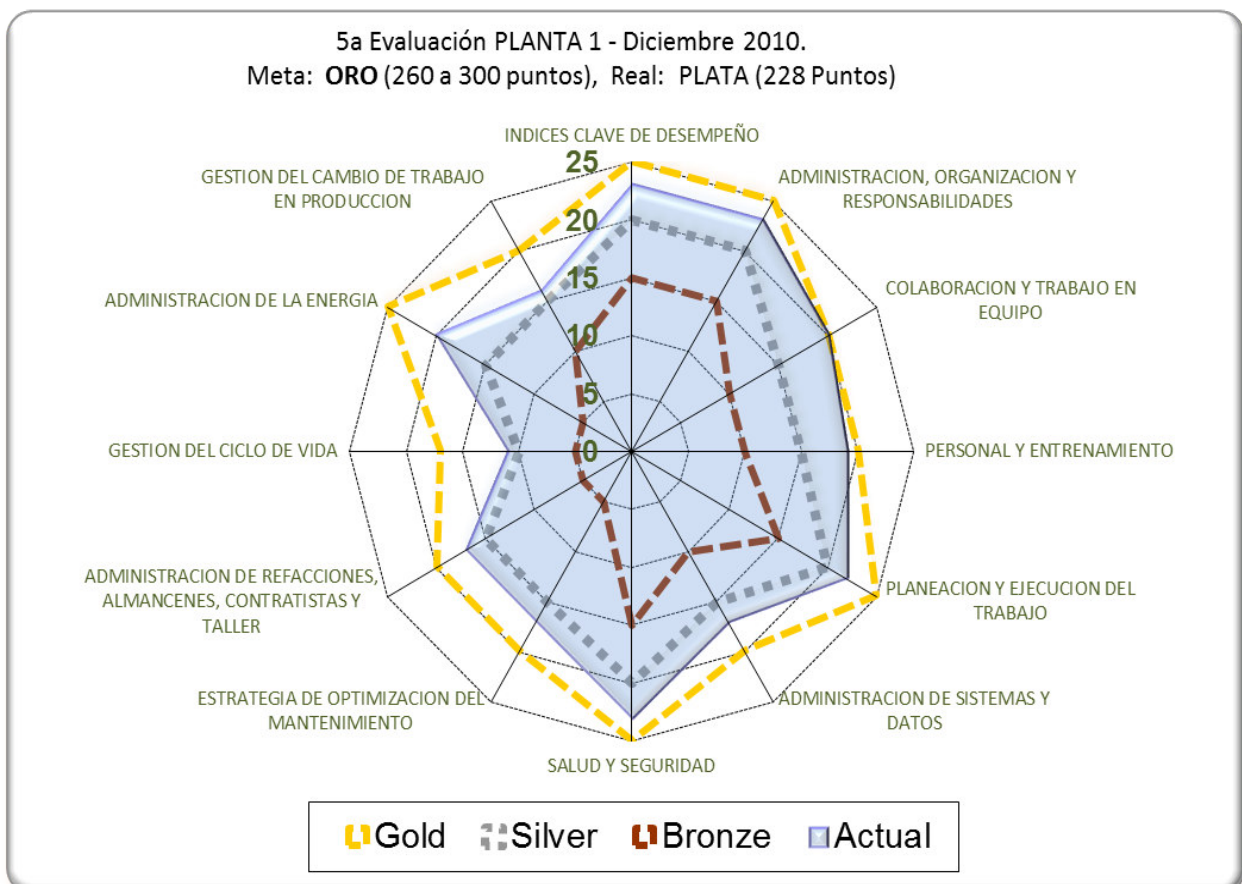


Gráfica 6

**5ª Evaluación** - Diciembre 2010, la meta obtener grado ORO. Ninguna planta logra el objetivo.  
Ver graficas 7 y 8

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 1  
5ª EVALUACION DIC 2010  
META = ORO    RESULTADO = PLATA**

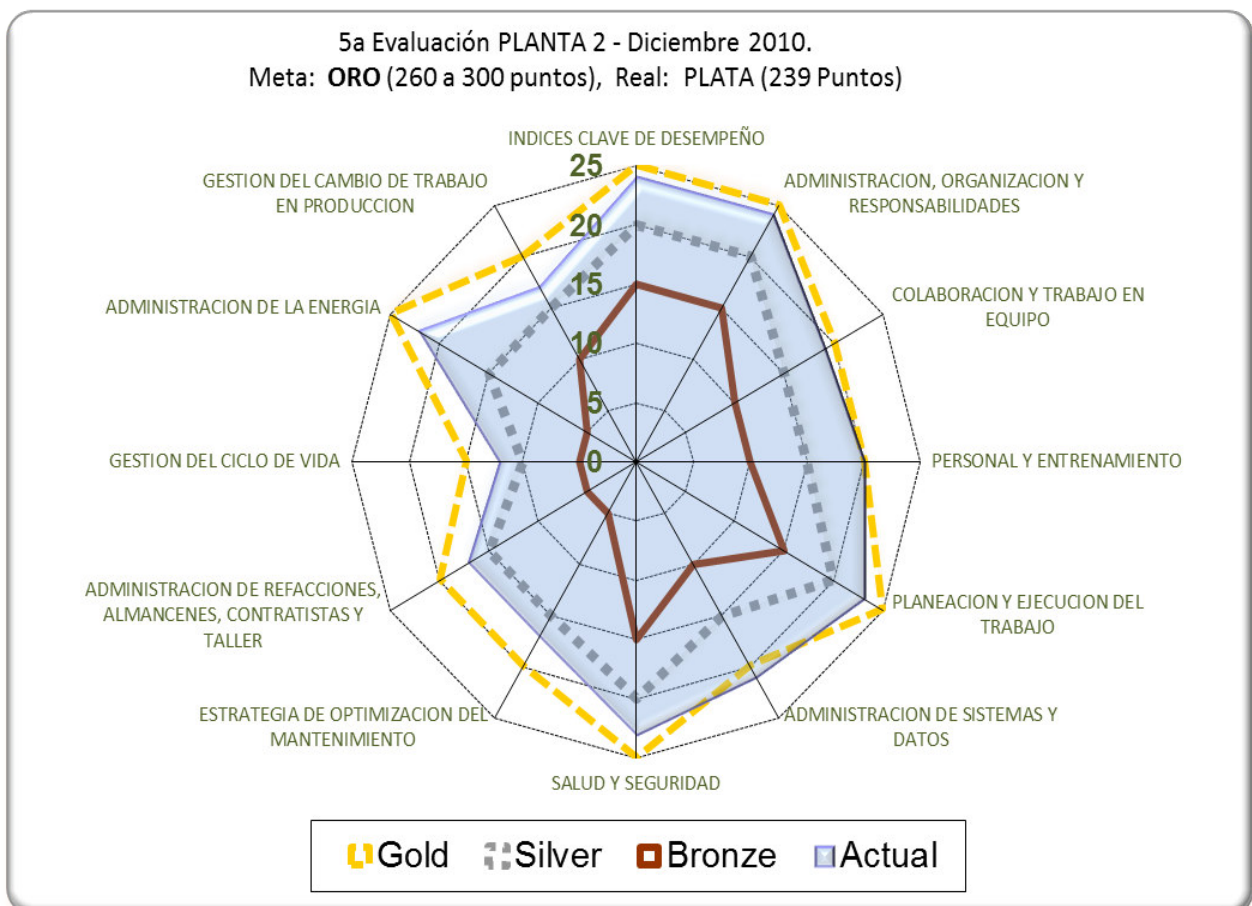
ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	23	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	23	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	20	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	19	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	22	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	17	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	23	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	17	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	17	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	11	5	10	17
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	20	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	16	10	15	20



Gráfica 7

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 2**  
**5ª EVALUACION DIC 2010**  
**META = ORO      RESULTADO = PLATA**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	24	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	24	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	19	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	20	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	23	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	21	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	23	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	17	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMACENES, CONTRATISTAS Y TALLER	17	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	12	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	22	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	17	10	15	20

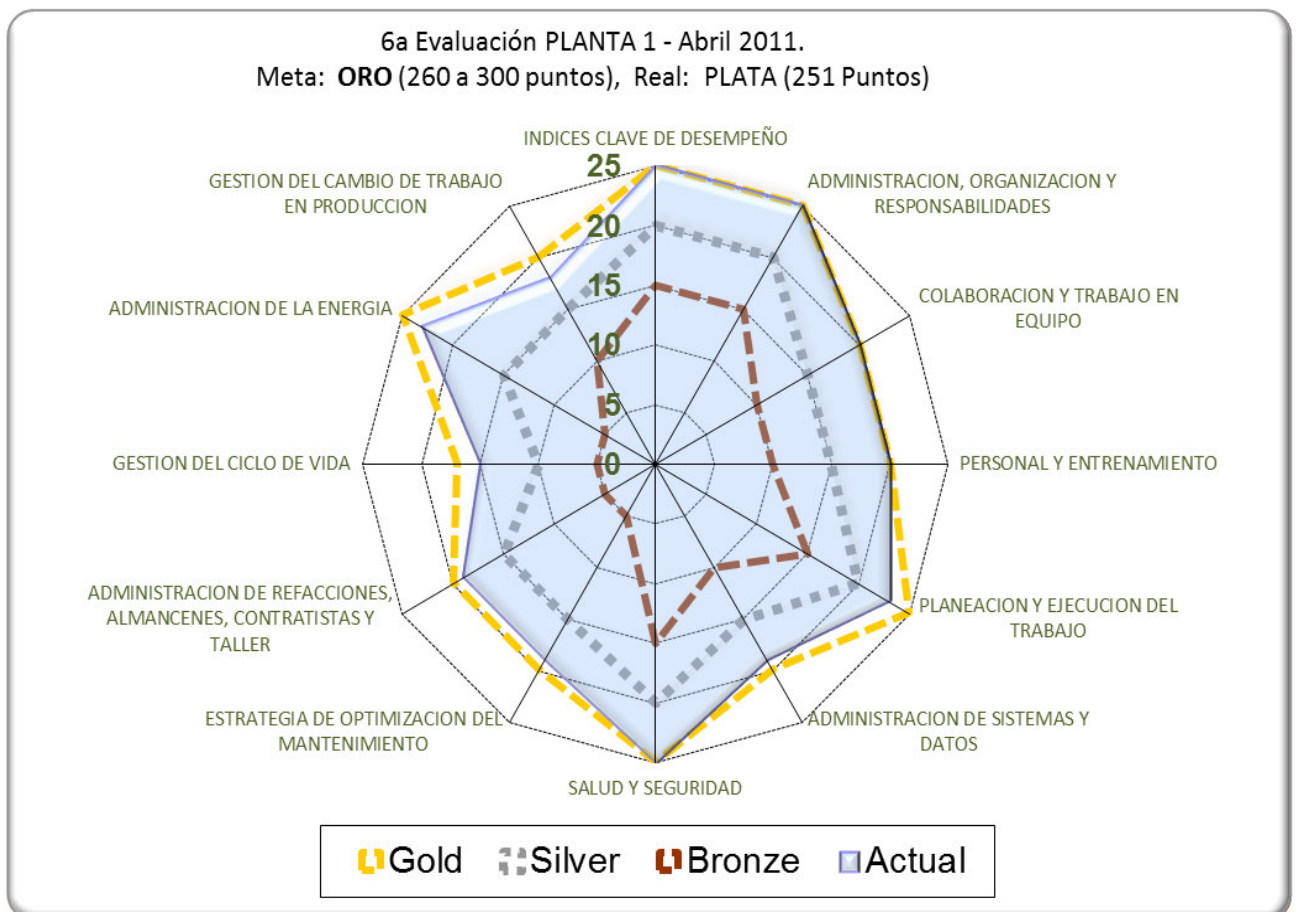


Gráfica 8

**6ª Evaluación** - Abril 2011, Planta 2 logra ORO. Planta 1 se queda a solo 9 puntos del objetivo (251 puntos de 260). Ver graficas 9 y 10

**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 1  
6ª EVALUACION ABRIL 2011  
META = ORO      RESULTADO = PLATA**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold	
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	25	15	20	25	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	25	15	20	25	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	20	10	15	20	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	20	10	15	20	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	23	15	20	25	23
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	19	10	15	20	19
07	SALUD Y SEGURIDAD	25	15	20	25	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	19	5	15	20	19
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMANCEENES, CONTRATISTAS Y TALLER	19	5	15	20	19
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	15	5	10	17	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	23	5	15	25	23
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	18	10	15	20	18

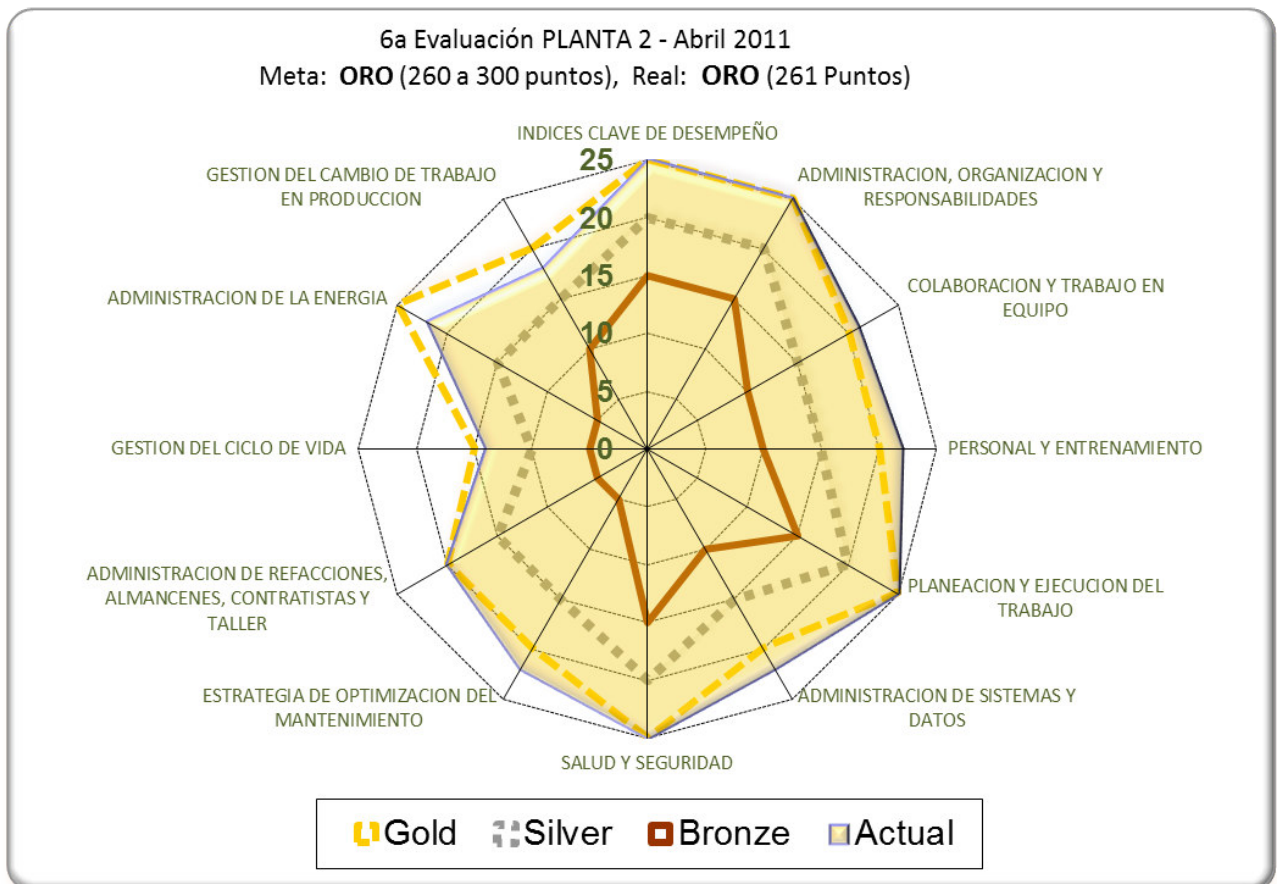


Gráfica 9



**GRAFICA DE RESULTADOS PARA PLANTA 2**  
**6ª EVALUACION ABRIL 2011**  
**META = ORO RESULTADO = ORO**

ID	Descripción	Actual	Bronze	Silver	Gold
01	INDICES CLAVE DE DESEMPEÑO	25	15	20	25
02	ADMINISTRACION, ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES	25	15	20	25
03	COLABORACION Y TRABAJO EN EQUIPO	21	10	15	20
04	PERSONAL Y ENTRENAMIENTO	22	10	15	20
05	PLANEACION Y EJECUCION DEL TRABAJO	25	15	20	25
06	ADMINISTRACION DE SISTEMAS Y DATOS	22	10	15	20
07	SALUD Y SEGURIDAD	25	15	20	25
08	ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO	22	5	15	20
09	ADMINISTRACION DE REFACCIONES, ALMANCEENES, CONTRATISTAS Y TALLER	20	5	15	20
10	GESTION DEL CICLO DE VIDA	14	5	10	15
11	ADMINISTRACION DE LA ENERGIA	22	5	15	25
12	GESTION DEL CAMBIO DE TRABAJO EN PRODUCCION	18	10	15	20



Gráfica 10

## AHORROS LOGRADOS

### ENERGIA ELECTRICA

En las figuras A1 y A2, se muestra la base de partida en consumos de energía eléctrica por planta a partir del 2007 y su comparativo con el año subsecuente 2008, en el cual vemos que para Planta 1 hubo un incremento de consumo de 433 mil kWh y para Planta 2 hubo una disminución de 376 mil kWh.

	Planta 1			Planta 2	
	2007	2008		2007	2008
	kWh			kWh	
TOTALES	19,502,148	19,935,049	TOTALES	9,561,926	9,185,635
AHORRO	(432,901)		AHORRO	376,291	

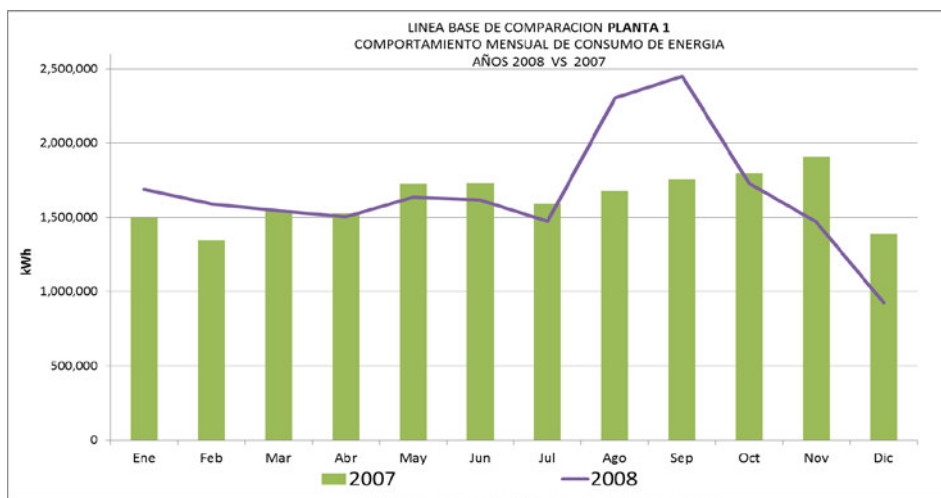


Fig. A1

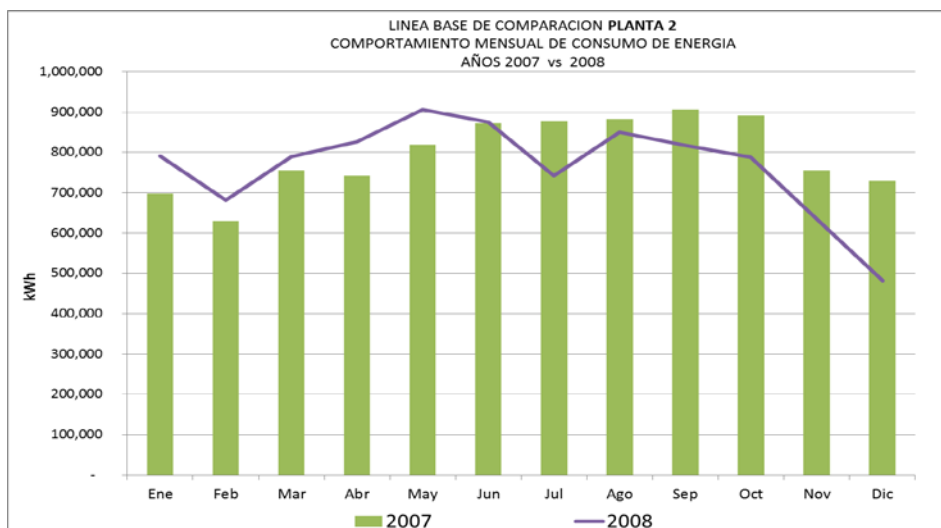


Fig. A2

En las figuras A3 y A4, se muestra la base de partida en consumos de energía eléctrica por planta a partir del 2007 y su comparativo con los siguientes años hasta Abril del 2011. En la Tabla A1 vemos el anual de consumos y su diferencial en ahorro con respecto a cada año anterior, y el total global al final del proyecto.

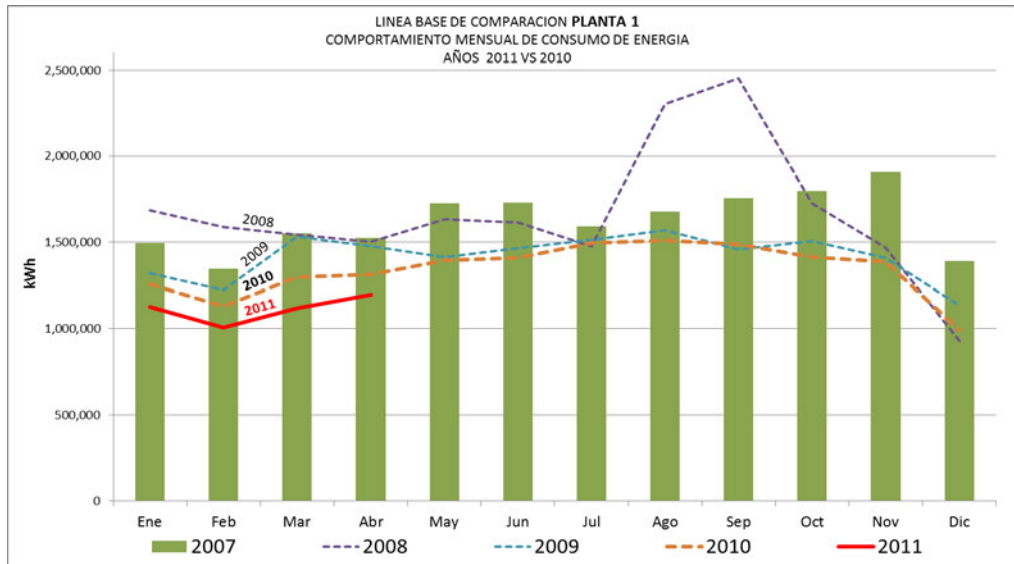


Fig. A3

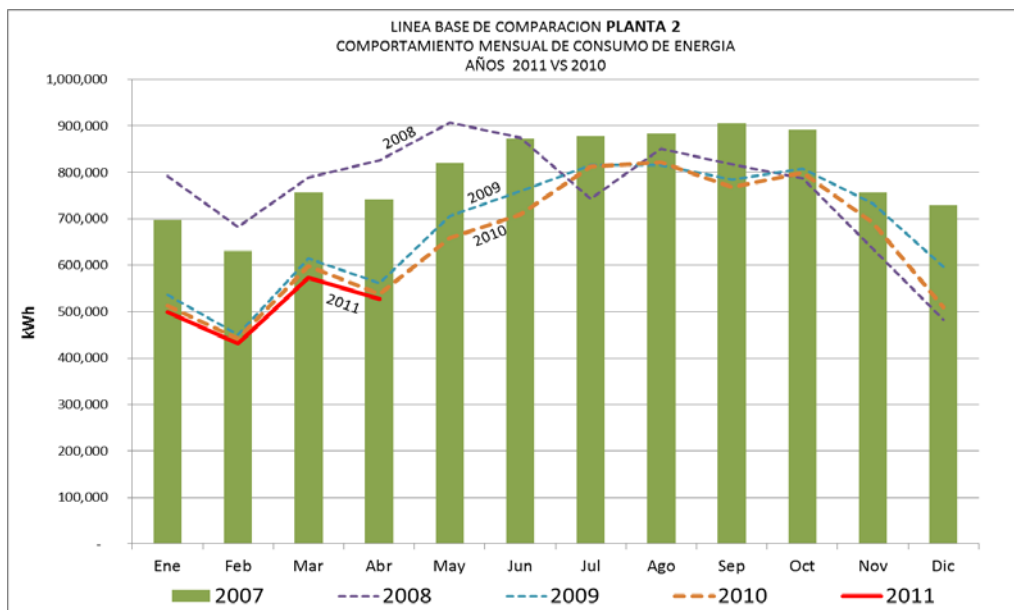


Fig. A4

Tabla A1

	AMBAS PLANTAS				
	2007	2008	2009	2010	2011
kWh TOTALES	29,064,074	29,120,684	25,208,906	23,948,354	2,030,088
AHORROS POR AÑO	0	-56,610	3,911,778	1,260,552	58,295
AHORRO TOTAL kWh			5,174,015		
AHORRO TOTAL Pesos			\$8,227,885		

PRESUPUESTO ANUAL – Control y Mejoras

Durante el año 2008 (y años previos), el gasto mensual para las actividades de mantenimiento, refacciones, limpieza, servicios de agua, electricidad, etc. No mantenía una estabilidad y era de comportamiento impredecible, había gastos grandes inesperados e inversiones de mantenimiento no realizadas en tiempo que impactaban meses después en forma de una falla importante causando paros de producción o gastos adicionales no presupuestados. Fig.A4.1

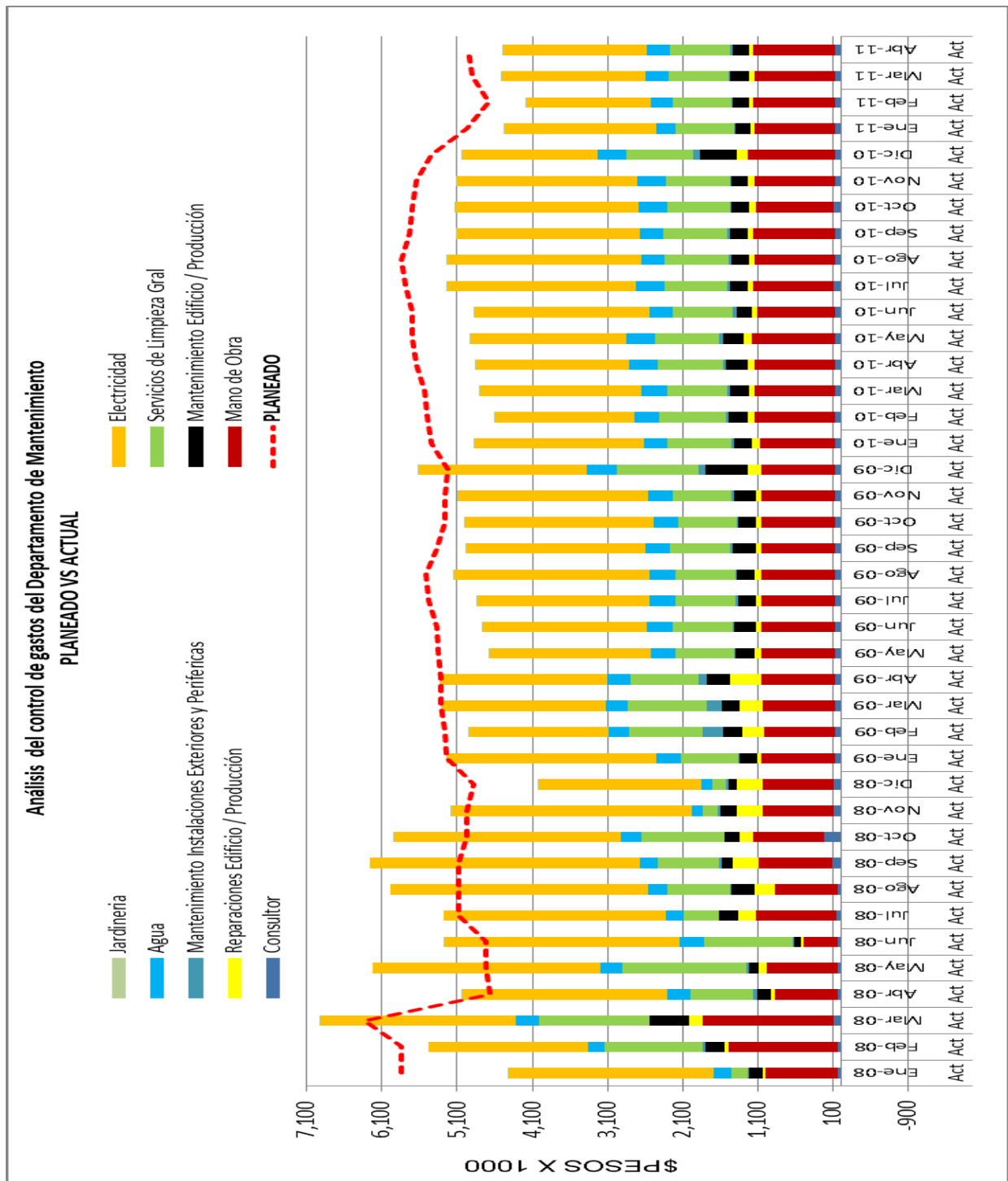


Fig. A4.1

Con la implementación del programa, la planeación de gasto comenzó a dar resultados en cuanto a la eliminación de altas y bajas sorpresivas (grandes gastos inesperados) y el gasto real se mantuvo por abajo del plan presupuestado y pronosticado (Fig. A5).

Logrando un ahorro de \$21.7 millones de pesos a partir del año 2009 y hasta Abril 2011 (Fig. A6).

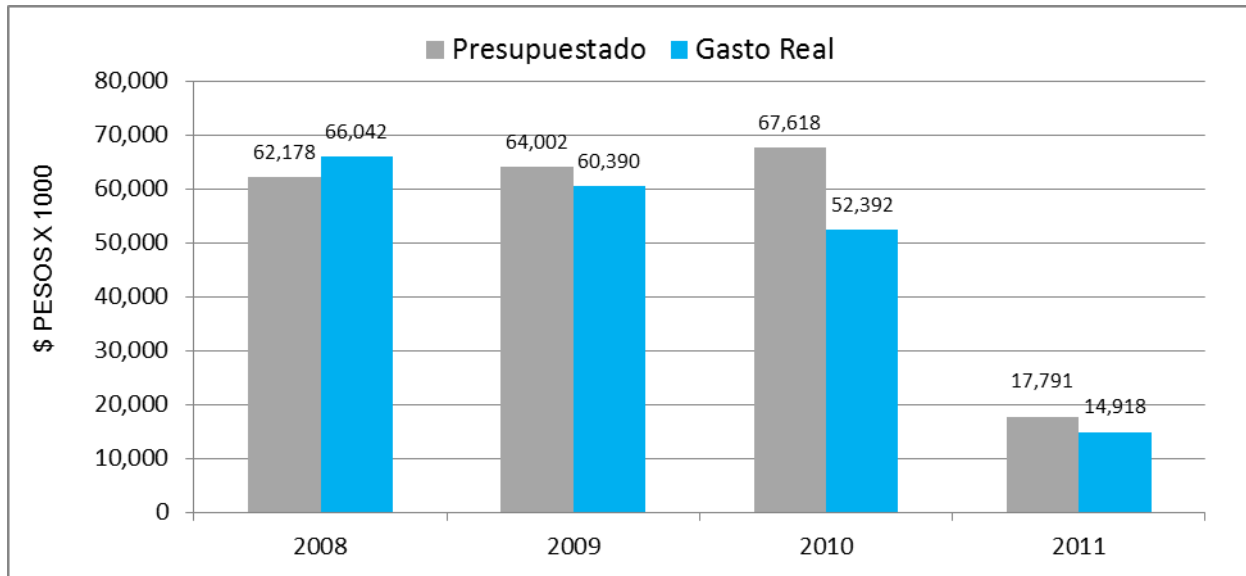


Fig. A5

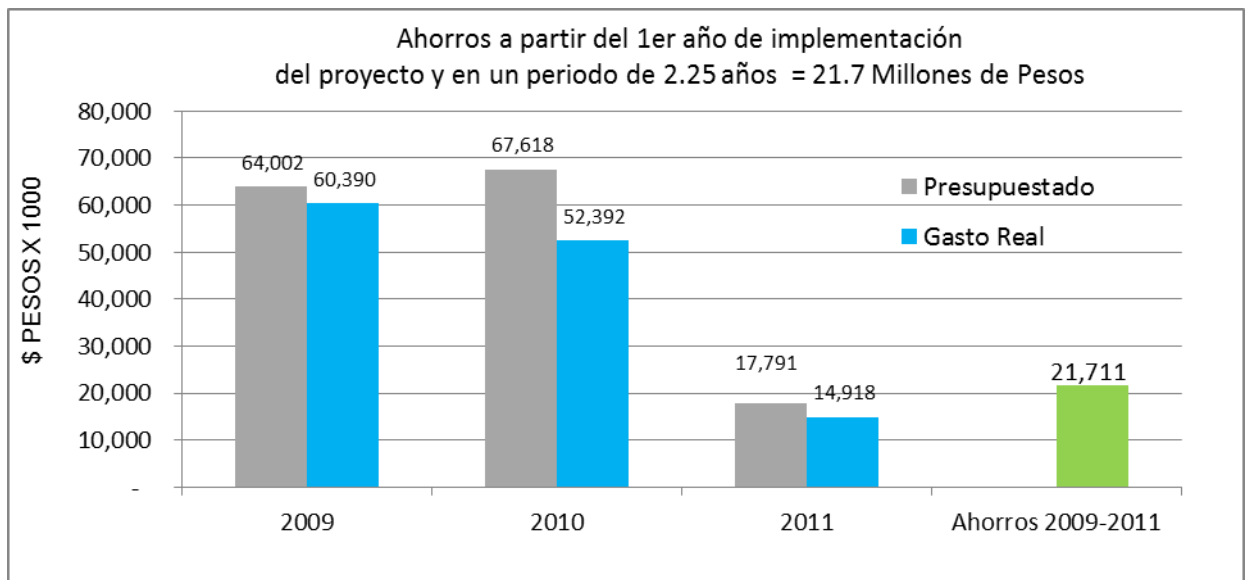


Fig A6

## DISMINUCION DE TIEMPO CAIDO CAUSADO POR FALLAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIA DE LA PRODUCCION Y EL EDIFICIO

La Fig. A7 muestra el promedio mensual de No disponibilidad para las plantas de manufactura de este proyecto en un periodo de 3.25 años. La No disponibilidad promedio en los primeros 2 años es alrededor de 1 hora por mes. Basado en una operación de 24hrs por 6 días a la semana esto representa una disponibilidad de 99.81%.

La línea negra es un promedio semestral, y muestra una tendencia mas discernible. Hay que notar que el promedio de tiempo caído por planta va subiendo en los primeros 6 meses del 2009, de 1.0 a 1.71 hrs/mes. Para una cantidad mínima de \$16 mil dólares/hr, esto representa un costo caído de \$330 mil Dólares/año con esta tendencia.

A partir de Junio 2009, las implementaciones del proyecto comienzan a reflejarse en las mejoras de la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción y edificio, esto como consecuencia de los procesos desarrollados, su implementación y las acciones de mejora continua para dar sustentabilidad a los procesos de trabajo.

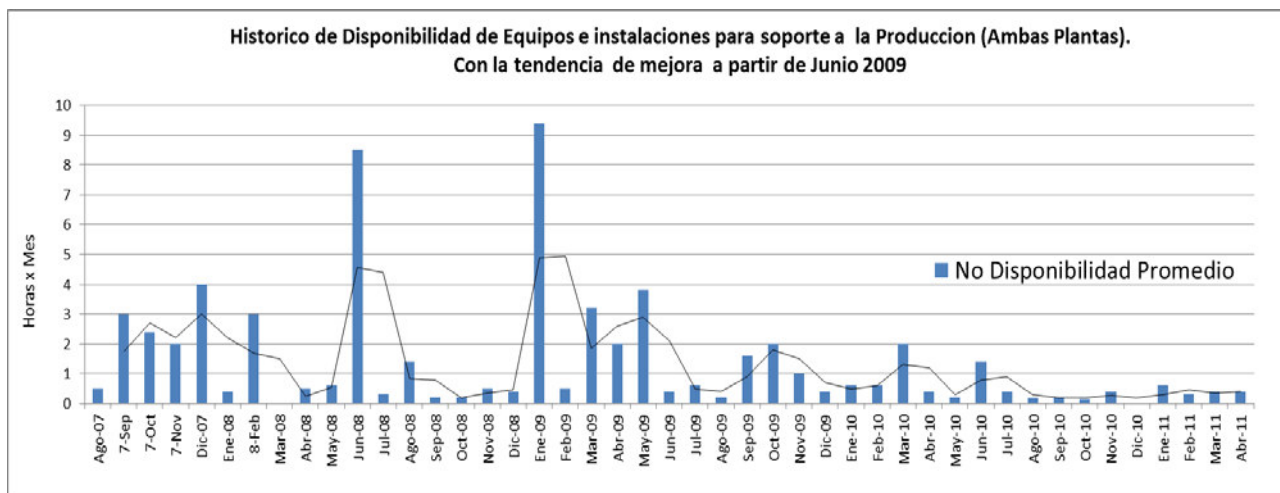


Fig A7

En la Fig. A8, se muestran los porcentajes de SI disponibilidad total promedio para ambas plantas, y su incremento sustancial hacia finales del año 2010.

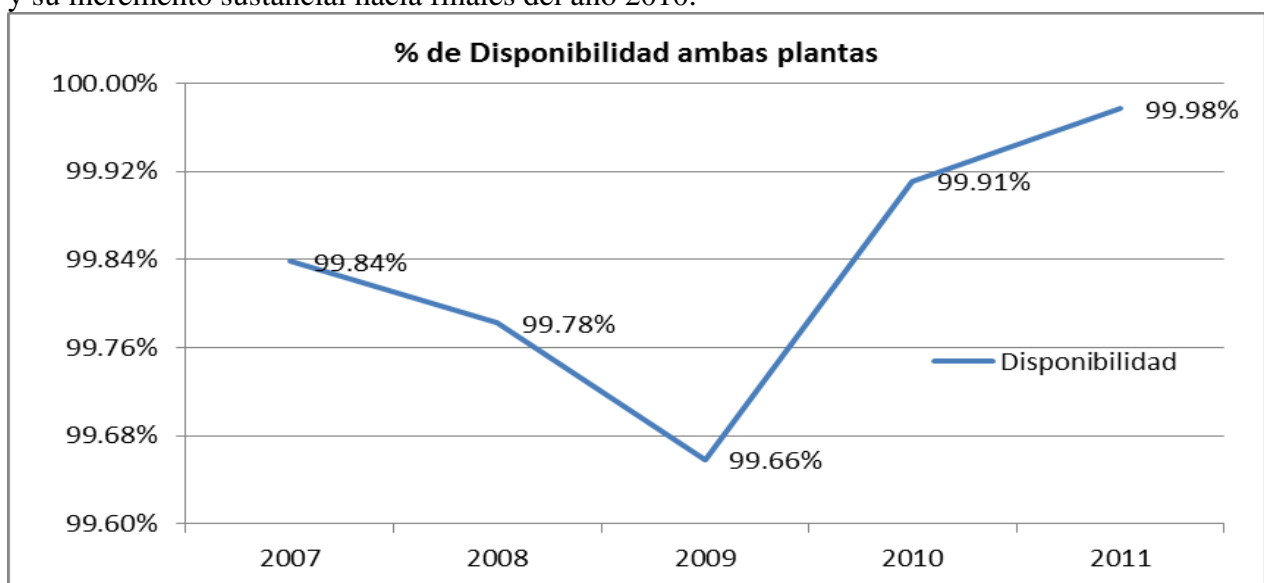


Fig. A8

## COSTOS EVITADOS POR TIEMPOS CAIDOS CAUSADOS POR FALLAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIA DE LA PRODUCCION Y EDIFICIO

Como sabemos, el costo por hora de tiempo caído de la producción es de \$16 Mil Dólares, lo cual se representa en las Figs. A9 y A10, donde podemos ver el impacto monetario creciente del 2007 al 2009 y su notable decremento a partir del año 2010.

Tomando como base la tendencia del 2009, se logró un costo evitado (ahorro) de **\$370 mil Dólares** solo para el 2010 y el primer trimestre del 2011.

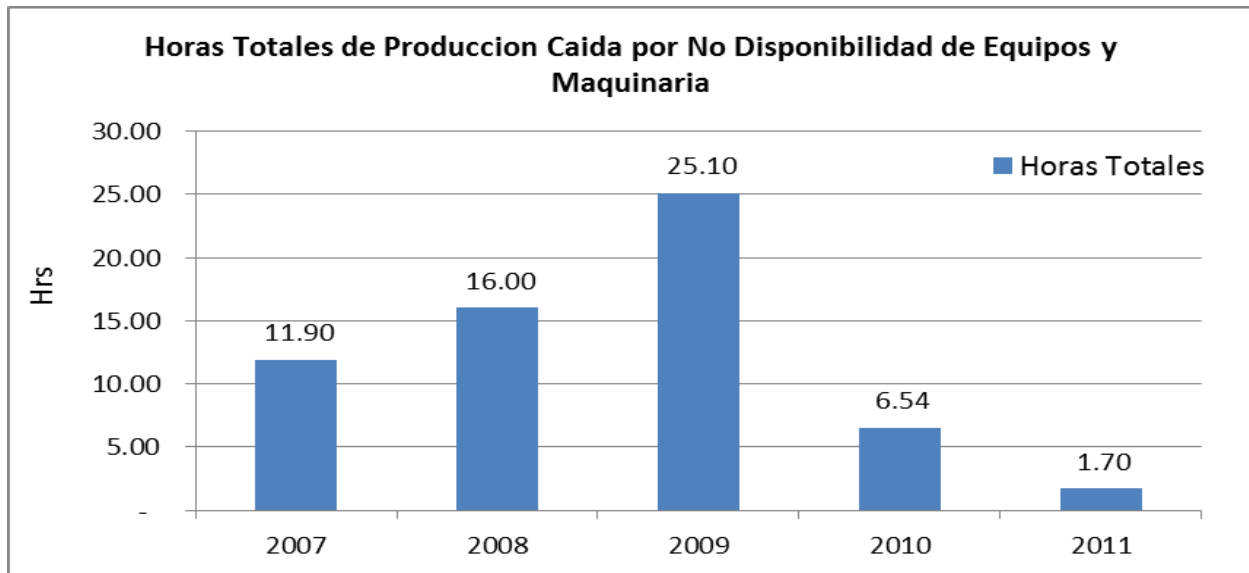


Fig. A9

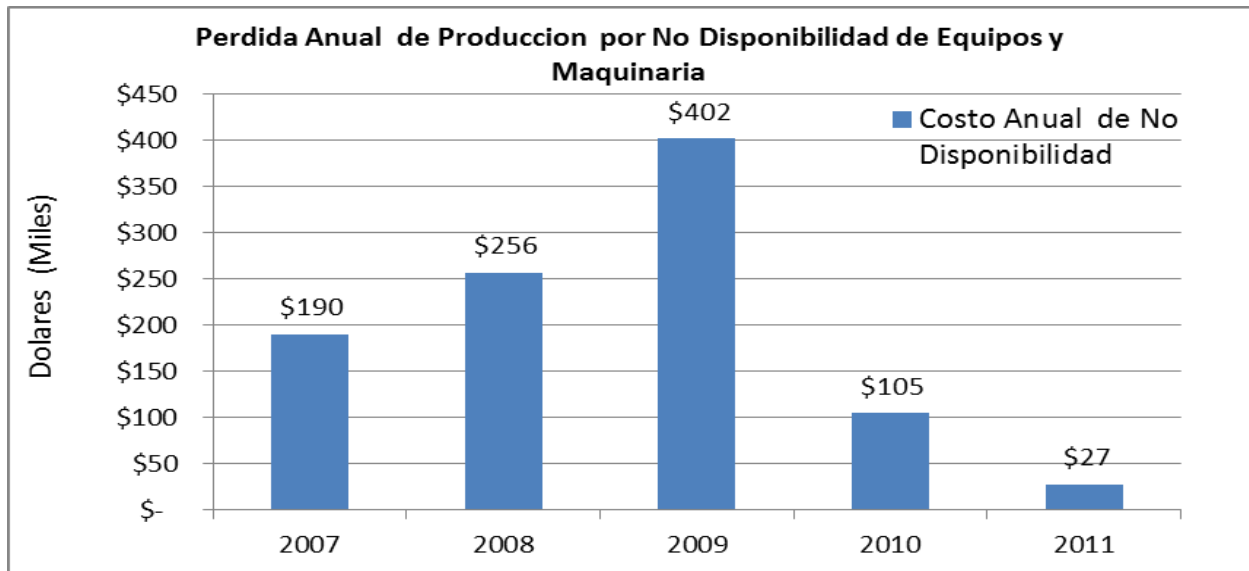


Fig. A10

## CUANTIFICACION TOTAL DE AHORROS

- a. Presupuesto de Mantenimiento
  - i. **\$1.037** Millones de dólares ahorrados - del 2009 al 2011
- b. Energía Eléctrica
  - i. 5.2 Millones de kWh ahorrados – del 2007 al 2011
  - ii. **\$633** Mil Dólares ahorrados
- c. Tiempo Caído promedio
  - i. 117 hrs evitadas de tiempo caído – del 2010 al 2011
  - ii. **\$370** Mil Dólares ahorrados
- d. Seguridad
  - i. De 2 (dos) accidentes registrables del 2005 al 2007
  - ii. Reducido a 0 (cero) accidentes registrables del 2008 al 2011

Gran Total ahorrado en Dólares americanos al tipo de cambio de 13 Pesos x 1 Dólar

**Ahorro total = \$2, 040,000 Dólares americanos**

(Dos millones cuarenta mil Dólares americanos) del 2007 al 2011.

Inversiones realizadas para la implementación del proyecto:

1. CMMS (Sistema computarizado de administración del mantenimiento) = \$8,000 Dólares
2. Cámara infrarroja para mantenimientos predictivos = \$15,000 Dólares
3. Mejora de Herramienta especializada para técnicos de mantenimiento (Megger, analizador de calidad de energía, multímetros, analizador de vibraciones, mejora y reemplazo de herramientas manuales, etc) = \$22,000 Dólares.
4. Entrenamientos totales fuera y dentro de las instalaciones en un lapso de 2 años = \$23,000 Dolares

**Inversión Total = \$68,000 Dólares americanos**

**El retorno de la inversión se logró en el primer mes del 2009, con un ahorro de 620,548 kWh = \$70,000 Dólares. 13 meses después de arrancar el proyecto.**



## CONCLUSIONES FINALES

La implementación de los procedimientos y procesos mejorados para lograr prácticas sostenibles en eficiencia energética, para incrementar la efectividad de los costos de mantenimiento y para reducir el tiempo caído de producción, ha sido efectiva y exitosa y ha superado las expectativas iniciales, con las cuales se esperaba lograr como mínimo entre un 10% a 12% de ahorro del presupuesto anual, y de un 20% a un 30% de mejora en la disponibilidad de equipos para la producción, logrando finalmente un contundente **74% de mejora** solo para el 2010 contra el 2009, y con una tendencia sustentable igual para el 2011 (ver Fig. A9)

En la tabla anexa se puede apreciar el porcentaje de presupuesto ahorrado en cada año, iniciando con el 2009 que es cuando comienza a dar resultados en rubro del control de gastos de mantenimiento. En el 2010 el ahorro fue arriba del 22% y la tendencia para el 2011 se mostraba favorable a mantenerse o superar la cota. Ver Tabla A2.

Año	2009	2010	2011 (Ene-Abr)
Presupuestado (miles de pesos)	\$64,002	\$67,618	\$17,791
Gasto Real (miles de Pesos)	\$60,390	\$52,392	\$14,918
Dif.	\$3,050	\$7,804	\$1,847
Ahorro Anual	<b>5.64%</b>	<b>22.52%</b>	<b>16.15%</b>
Ahorro promedio	<b>14.77%</b>		

Tabla A2

Necesitamos señalar que el tiempo de implementación del proyecto **Sistema de Mantenimiento Industrial Basado en Ingeniería de Confiabilidad**, requirió 12 meses (año 2008) de desarrollo y mejora de procedimientos, prueba y mejora, etc.

Se necesitaron 12 meses más (año 2009) en los que se trabajó siguiendo los procedimientos, realizando mejoras continuas, registros y análisis de resultados, monitoreo continuo de actividades etc., para dar por asentado la sustentabilidad de los cambios realizados.

A partir del mes 25 (Enero 2010), **el Sistema de Mantenimiento Industrial Basado en Ingeniería de Confiabilidad** se desempeña de manera eficiente, con mínimos esfuerzos de dirección gerencial y continuando con un estricto seguimiento de recopilación de datos que muestren y prueben la tendencia positiva y exitosa del proyecto.

Iniciando el mes 37 (Enero 2011), la alta gerencia ha difundido a nivel corporativo nuestro proyecto como Caso de Éxito, para que sea implementado como punto de referencia en sus plantas establecidas en los diferentes países de América Latina, Asia y Europa.