

DESARROLLO DEL MODELO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO A CINCO AÑOS PARA LA SECCIÓN "PLANTA DE SAL"  
DE REFISAL S.A.

VICTOR FERNANDO MELGAREJO MARTINEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2005

DESARROLLO DEL MODELO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO PROYECTADO A CINCO AÑOS PARA LA SECCIÓN  
"PLANTA DE SAL" DE REFISAL S.A.

VICTOR FERNANDO MELGAREJO MARTINEZ

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Amparo Quiñones Rincón  
Trabajadora Social

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2005

## **AGRADECIMIENTOS**

A Maria Camila, Laura Daniela y Amparo  
La base fundamental de mi vida

A mis padres: Flor y Victor Antonio

A mis hermanos: Alexander y Wilson

A Refisal S.A.

## TABLA DE CONTENIDO

	pag
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	2
1.2 PRODUCTOS Y MERCADO	3
1.3. MISIÓN Y VISION DE LA COMPAÑIA	4
1.3.1. Misión	4
1.3.2. Visión	4
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	5
1.4.1. Purificación salmuera	7
1.4.2. Refinerías de sal	7
1.4.3. Centrifugación	8
1.4.4. Secado	8
1.4.5. Silo de almacenamiento	8
1.5 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL	9
1.6 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA	10
1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.8 OBJETIVOS DE LA MONOGRAFÍA	13
1.8.1 Generales	13

1.8.2 Específicos	13
1.9 JUSTIFICACIÓN	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS APLICABLES AL CONTEXTO	15
2.2 MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EXISTENTES	16
2.2.1 Evolución histórica	16
2.2.2 Características de los principales modelos de gestión	16
2.3 MARCO DE REFERENCIA PARA EL ANALISIS DE LA FUNCIÓN MANTENIMIENTO	24
2.3.1. Descripción del modelo	24
2.3.2. Qué debo lograr?	25
2.3.3. Modelo de gestión de mantenimiento	25
2.3.4. Información	26
2.3.5. Estructura física	26
2.3.6 Actividades a ejecutar en el mantenimiento	27
2.3.7 Herramientas de análisis	27
2.3.8 Índices de mejoramiento	27
3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	28
3.1 EVALUACIÓN ACTUAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO A LA LUZ DEL MARCO DE REFERENCIA PLANTEADO	28
3.1.1 Que debo lograr	28
3.1.2 Gestión de mantenimiento	28

3.1.3 Información	30
3.1.4 Estructura física para el mantenimiento	31
3.1.5 Recurso humano	31
3.1.6 Actividades a ejecutar en el mantenimiento	32
3.1.7 Herramientas de análisis	32
3.1.8 Índices de medición actuales para el área de mantenimiento	32
3.2. VISIÓN Y EXPECTATIVAS DE CRECIMIENTO DE REFISAL S.A.	32
3.3 ALINEACIÓN DE LA VISION DE LA EMPRESA CON LOS OBJETIVOS DE LA FUNCION MANTENIMIENTO	33
4. DEFINICION DEL PLAN DE ACCION Y EL MODELO DE GESTION A SEGUIR	40
4.1 MODELO DE ANÁLISIS A UTILIZAR	40
4.2 DEFINICION DEL MODELO DE GESTION	40
4.3 PROGRAMA DE TRABAJO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO. INDICADORES DE EFECTIVIDAD.	43
5. CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57

## LISTA DE TABLAS

	pag
Tabla 1. Modelos de gestión de mantenimiento y su evolución en el tiempo	17
Tabla 2. Cambio de paradigmas en el contexto de RCM	22
Tabla 3. Expectativas de crecimiento de producción de sal en Refisal S.A., expresadas en porcentaje de incremento en toneladas de sal por año respecto al año anterior.	33
Tabla 4. Requerimientos de la función mantenimiento a partir de la visión empresarial	34
Tabla 5. Objetivos del área de mantenimiento	36
Tabla 6. Índices de medición de gestión sugeridos para las actividades planteadas	43
Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto	49

## LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1. Esquema proceso básico de producción de Refisal S.A	6
Figura 2. Proceso productivo en planta de sal	6
Figura 3. Organigrama de Refisal S.A	10
Figura 4. Modelo para análisis de la función mantenimiento	24
Figura 5. Proceso de análisis para selección de modelo de gestión	40

## RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DEL MODELO ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A CINCO AÑOS PARA LA SECCIÓN "PLANTA DE SAL" DE REFISAL S.A.

1

AUTOR: VICTOR FERNANDO MELGAREJO MARTINEZ

PALABRAS CLAVES: Modelo gestión mantenimiento sal Refisal S.A. análisis producción salmuera industria Zipaquira

CONTENIDO: El objeto del presente trabajo es aplicar un procedimiento coherente aplicado a la determinación de un modelo de gestión de mantenimiento, ligado, no a la moda o a la última tendencia del mercado, sino a la visión de la compañía, sus amenazas y oportunidades, sus expectativas y su situación actual. Para tal fin se desarrollaron tres pasos: 1. estudiar bibliografía existente sobre el tema y comprender como ha evolucionado el mantenimiento a través del tiempo en función de los cambios exigidos en los modelos de producción, 2. se evaluó a la luz de un modelo desarrollado por el autor para tal fin, la situación actual de la función de mantenimiento en Refisal S.A. buscando cubrir los aspectos relevantes que determinan su desempeño, 3. se tradujeron los elementos de la misión y la visión de Refisal S.A. en objetivos y actividades a desarrollar en el área de mantenimiento que hagan coherentes sus decisiones con los lineamientos de la compañía. Con base en estos tres elementos se define el modelo de gestión a seguir y un programa a cinco años con las actividades a desarrollar con el fin de alcanzar los lineamientos trazados en la visión, otorgándole una prioridad específica a cada acción, y definiendo indicadores de medición que permitan monitorear la evolución del proceso.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento,  
QUIÑÓNEZ RINCÓN Yarly Amparo

## SUMMARY

TITLE: DEVELOPMENT OF THE STRATEGIC MODEL OF MANAGEMENT OF MAINTENANCE TO FIVE YEARS FOR THE SECTION "SALT PLANT" OF REFISAL S.A.

AUTHOR: VICTOR FERNANDO MELGAREJO MARTINEZ

KEY WORDS: Model management maintenance salt Refisal S.A. analysis production brine chlorine Zipaquira industry

CONTENT: The object of the present work is to apply a coherent procedure applied to the determination of a model of management of maintenance, related, not in fashion or to the last tendency of the market, but to the vision of the company, their threats and opportunities, their expectations and their present situation. For such aim three steps were developed: 1. to study existing bibliography on the subject and to include/understand since the maintenance through the time based on the changes demanded in the production models has evolved, 2. it was evaluated to the light of a model developed by the author for such aim, the present situation of the function of maintenance in Refisal S.A. looking for to cover the excellent aspects that they determine his performance, 3. the elements of the mission and the vision of Refisal S.A. in objectives and activities were translated to develop in the maintenance area that make their decisions with the coherent politics of the company. With base in these three elements the management model is defined to follow and a program five years with the activities to develop with the purpose of reaching the politics drawn up in the vision, granting to him a specific priority to each action, and defining indicating of measurement that allows to review the evolution of the process.

---

<sup>2</sup> Research work

\*\* school of mechanical engineering. Specialization in management of maintenance, QUIÑÓNEZ RINCÓN Yarly Amparo.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente documento es entregar un plan de acción realizable para proyectar el área de mantenimiento de planta de sal de la empresa Refisal S.A. para un periodo de cinco años, con el fin de entregarle a sus administradores un marco de referencia que le permita orientar sus acciones en la búsqueda de un mejor desempeño, sin alejarse de la visión global trazada por la compañía.

En el capítulo 1 se muestra básicamente lo que es la compañía, su proceso productivo, su estructura administrativa, así como la justificación del tema planteado aquí. Todo esto con el objeto de ubicar al lector en el ámbito general donde se plantea el problema.

En el capítulo 2 se traza la información teórica que será soporte para análisis posteriores, la cual proviene de diversos autores especializados en el tema de mantenimiento. No pretende hacerse una profundización amplia en cada tema, sino solamente mostrar los conceptos básicos para la comprensión del texto subsiguiente.

En el capítulo 3 se entra ya en la información propia del problema que se pretende atacar definiendo el ámbito específico de mantenimiento en lo concerniente a su parte administrativa actual, la proyección de la compañía y, finalmente, la interrelación entre los dos para establecer un plan de acción para el área de mantenimiento.

En el capítulo 4 se estructura finalmente el objeto de este trabajo, plasmando dos productos específicos del análisis realizado:

- Un plan de trabajo emanado de la visión de la empresa que debe cumplirse para alcanzar los objetivos de mantenimiento, y
- Un modelo de gestión que debe acoger dichos objetivos y transformarlos en realidad de la forma mas efectiva (eficiente y eficaz) posible.

Se elabora un modelo que sea fácilmente trasladable a la acción con el objetivo de evitar que lo aquí descrito se convierta solamente en retórica, y el cual, sea guía a través del tiempo e indiferente a los cambios de personas que se produjesen durante su ejecución y desarrollo, mas sí adaptable a los cambios tecnológicos que se sobrevengan en el futuro.

## **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

### **1.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Refinadora de Sal, S.A. REFISAL es una compañía fundada en marzo de 1994 por un grupo de inversionistas, quienes compraron la antigua ALCALIS DE COLOMBIA LTDA. de propiedad del gobierno colombiano, por intermedio del Instituto de Fomento Industrial IFI, el cual era propietario de las plantas ubicadas en la región de Betania, municipio de Cajicá Cundinamarca y la planta de Mamonal en Cartagena, Bolívar. Esta planta inició actividades en el año de 1959

Estas plantas estaban dedicadas a la refinación de sal para consumo humano, además de la producción de derivados de la sal como el ácido clorhídrico, soda cáustica, hipoclorito de sodio, cloro gaseoso, carbonato de calcio denso y liviano, siendo estos productos materias primas básicas en gran parte de las industrias nacionales, atendiendo sectores como el textilero, papelero, metalmecánico, químico, farmacéutico, acueductos, petróleo, alimentos y cemento.

Por fallas en la administración del recurso en estas compañías, y en gran parte a la alta burocratización de la compañía acompañada de uno de los sindicatos más fuertes del país, la compañía entró en bancarrota en el año de 1991, llegando a su cierre declarado por el gobierno nacional en el año de 1992.

Es así como el gobierno ofertó la empresa al sector privado por cuanto a éste no le interesaba continuar con esta clase de negocios. La propuesta de los extrabajadores fue que la empresa cumpliera con la cancelación de sus obligaciones laborales por medio de la capitalización de los pasivos y les permitiera ser accionistas de la compañía. Sin embargo, estos pasivos laborales no alcanzaban a cubrir la totalidad del valor de la empresa, por lo que se hacía necesario la incorporación de un segundo socio que comprara cerca del 50% restante. Finalmente, un grupo de inversionistas antioqueños, decidieron adquirir la planta de Alcalis ubicada en Cajicá.

Arrancó operaciones como REFISAL S.A. en marzo de 1994 con la producción de sal yodada y fluorada para consumo humano, y en junio de 1995 puso en operación su planta de derivados de la sal (llamada planta de cloro-soda) iniciando de esta forma la producción de soda, ácido clorhídrico, cloro e hipoclorito de sodio. A la par se demolió la planta de producción de carbonato de sodio por ser una planta cuyo alto nivel de contaminación la

hacia muy onerosa en cuanto al impacto ambiental que pudiera ocasionar, siendo adicionalmente su reconversión más costosa que su reposición total. Igual suerte corrió la planta de Mamonal, la cual fue finalmente desmantelada.

## 1.2 PRODUCTOS Y MERCADO

En la actualidad Refisal S.A. se encuentra concentrada en los procesos de refinación de sal, además de dedicarse a la producción de derivados de la sal como el ácido clorhídrico, soda cáustica, hipoclorito de sodio (con su marca Blancox), cloro gaseoso y carbonato de calcio denso y liviano. De su variedad de productos, vale la pena resaltar:

- **SAL REFINADA YODADA Y FLUORADA:** Se obtiene mediante la evaporación de la salmuera proveniente de las minas de Zipaquirá y Nemocón, luego se le elimina el agua por centrifugado y se obtiene la sal húmeda en donde se le dosifican yoduro de potasio y fluoruro de potasio según especificaciones del Ministerio de Salud; luego es secada, almacenada, empacada y despachada en varias presentaciones. La sal yodada y fluorada es un bien para consumo masivo que afecta el costo de la canasta familiar, siendo de alguna manera restringida en sus precios de venta, así como vigiladas sus especificaciones en orden de preservar la calidad dental y eliminar el bocio en la población colombiana. La sal es considerada como un elemento de consumo básico, dirigida básicamente a tres grandes segmentos:
  - Consumo Humano con el 18%
  - Ganadero con el 17%
  - Industrial con el 64%
- **CLORO:** Se produce mediante una electrólisis de la salmuera en donde se desprende  $Cl_2$  -cloro, por otro lado  $H_2$  -hidrógeno y  $NaOH$  -soda cáustica. El cloro es un gas altamente tóxico el cual exige las más rigurosas medidas de seguridad tanto para la producción como para el almacenamiento, el envase y el transporte. El cloro se manipula de manera líquida a altas presiones, lo que lo hace altamente reactivo al contacto con el agua formando ácido clorhídrico, siendo este producto es altamente corrosivo.
- **HIPOCLORITO DE SODIO:** Se fabrica mediante el burbujeo de cloro sobre una solución de soda cáustica, obteniendo un producto ligeramente diluido. Este es utilizado como agente blanqueador, desinfectante y demás aplicaciones de asepsia, representado este producto en la marca líder del mercado Blancox.

### 1.3. MISIÓN Y VISION DE LA COMPAÑIA

1.3.1. Misión. “ Somos una empresa que participa en la producción y comercialización de sal, insumos químicos industriales y en el negocio de productos masivos populares de nuestro interés estratégico en los sectores de alimentos y aseo, orientada al consumidor, basada en una tecnología que permite mejorar la calidad del producto, los procesos y el servicio asociado, generando valor a los accionistas de manera sostenida en el tiempo, con la responsabilidad de mantener un ambiente de trabajo que satisfaga las necesidades de desarrollo personal y profesional de sus colaboradores, respondiendo ante la comunidad por sus productos, operaciones y su impacto en el medio ambiente

Nos enfocamos en los mercados de Colombia, Grupo Andino, Centroamérica, el Caribe y países donde sea económicamente factible realizar negocios”

1.3.2. Visión. Seremos reconocidos en el 2007 por las partes interesadas en

Refisal S.A. como una empresa:

- Líder en el mercado de la sal y sus derivados químicos en Colombia, con una presencia nacional relevante en las líneas de alimentos y aseo, con presencia creciente en los países determinados como objetivo.
- Cumplida, con servicios asociados que agreguen valor
- Poseedora de una tecnología que garantiza confiabilidad y calidad en sus productos, procesos y servicios
- Integrada verticalmente desde las fuentes de sal
- Con rentabilidad para accionistas mejor que la que obtendría en inversiones de riesgo similar
- Que aplica la filosofía de la calidad total como fundamento de su desempeño global excelente
- Modelo en el desarrollo del proceso de Responsabilidad Integral
- Que no ahorra esfuerzos para ser un miembro excelente de la comunidad
- Innovadora, dinámica y orientada al consumidor
- Integrada por personas de magnífica calidad humana, competentes, satisfechas y comprometidas, que se sientan responsables por su desempeño y los resultados del negocio.

## 1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Refisal S.A. es una empresa constituida básicamente por dos unidades de servicios y tres unidades de producción bien diferenciadas (ver Figura 1):

- Planta de agua: suministra el agua requerida por los diferentes procesos en las cantidades y calidades exigidas para cada una de ellas
- Central térmica: provee el vapor necesario para generación de energía a través de turbinas de vapor (capacidad instalada 4 MW) para el proceso de fabricación de cloro y soda, y suministra el vapor para los procesos de evaporación de planta de sal.
- Planta de sal: se encarga de purificar, evaporar y empacar la sal para consumo en los mercados nacionales e internacionales, y de suministrar la sal para el proceso de fabricación de cloro y soda
- Planta de Cloro Soda: tomando como materia prima la sal purificada, produce cloro, soda, cloruro de calcio e hipoclorito de sodio
- Planta de Blancox: partiendo del hipoclorito de sodio esta planta se dedica al empaque del producto Blancox en sus diversas presentaciones.

La capacidad de producción de sal de la planta está estimada en 300.000 toneladas de sal al año. Para efectos del presente documento se hará referencia exclusivamente a la planta de procesamiento de sal.

La planta de procesamiento de sal consta de tres subprocesos internos:

- Purificación salmuera: se recibe la salmuera procedente de la mina y se somete a un proceso de adición de reactivos que buscan eliminar la dureza de calcio y magnesio, así como los sulfatos procedentes de la explotación.
- Refinerías: son cuatro unidades de refinación; cada una de ellas toma la salmuera tratada de purificación y, a través de un proceso de evaporación al vacío, permite la cristalización de la sal; en la parte final de este proceso la sal pasa por un sistema de centrifugado, secado y adición de Yodo y Flúor.
- Empaque: la sal ya procesada se empaca en las diferentes presentaciones exigidas en el mercado: en bolsa, bulto, jumbo bags y saleros.

Este proceso se representa en la Figura 2.

Figura 1. Esquema proceso básico de producción de Refisal S.A

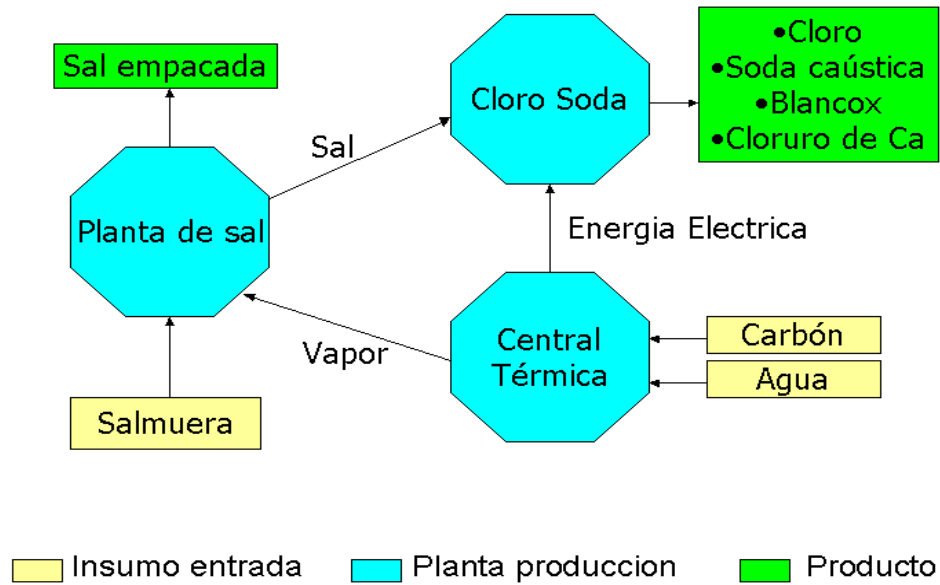
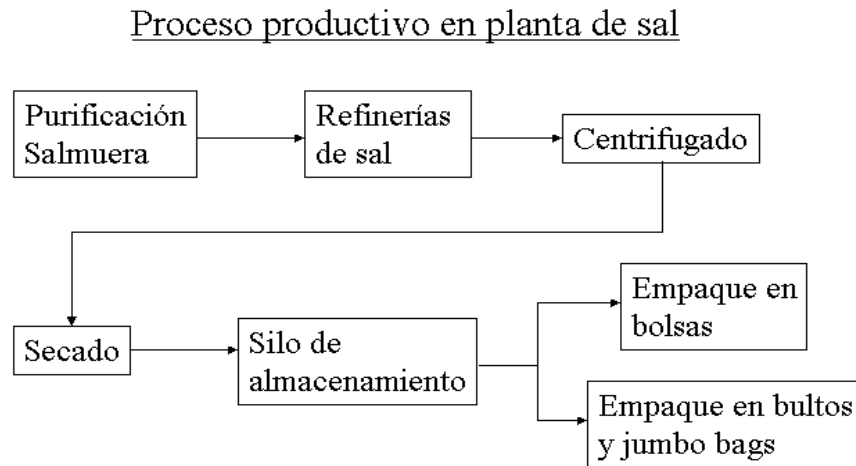


Figura 2. Proceso productivo en planta de sal



En este proceso se encuentran involucrados básicamente bombas centrífugas, líneas de conducción, evaporadores, válvulas, centrífugas, secadores, tanques, silos, máquinas empacadoras y bombas dosificadoras

**Por solicitud expresa de Refisal S.A. no se permite la publicación en el presente documento de fotos o diagramas de flujo detallados de equipos, procesos y/o instalaciones utilizados, en virtud de la protección de su conocimiento tecnológico, el cual, en concepto de sus representantes, se observa como una ventaja competitiva cuya divulgación no es posible.**

1.4.1. Purificación salmuera. En éste punto se inicia el proceso de producción recibiendo por tubería salmuera concentrada proveniente de la mina de Zipaquirá, siendo ésta la materia prima del proceso. La función de este subproceso consiste en retirar, a través de la adición de soda y carbonato a la salmuera, las impurezas que vienen en ella en forma de Magnesio y Calcio. Comprende tres acciones físico químicas secuenciales: reacción de salmuera con aditivos, floculación y filtrado. Su producto final es la salmuera tratada que se envía al subproceso de refinación.

Los principales equipos involucrados en este subproceso son:

- Tanques de recepción de salmuera cruda, tanques reactores y tanques de salmuera tratada: todos ellos en acero carbón en capacidades que varían entre 30, 90, 370 y 460 m<sup>3</sup>.
- Floculadores en concreto con estructura metálica de soporte para raspadores
- Bombas centrífugas, las cuales transportan la salmuera entre las diferentes fases del subproceso: todas en acero carbón.
- Tuberías en acero carbón, en diámetros típicos de 3", 4" y 6".
- Filtros del tipo de columna de arena, contenida en tanques de acero al carbón.

1.4.2. Refinerías de sal. Una vez tratada la salmuera está es bombeada al proceso de refinación. Este subproceso consiste básicamente en retirar el agua a la salmuera a través de un proceso de evaporación al vacío, efectuando paralelamente la formación de los cristales de sal; este proceso es patentado por la firma suiza Escher Wyss. Su producto final es masa salina, la cual básicamente consiste en cristales de sal mezclados con agua.

Los principales equipos involucrados en este subproceso son:

- Tanques de recepción de salmuera tratada y tanques de masa salina: todos ellos fabricados en mònol en capacidades que varían entre 8 y 12 m<sup>3</sup>.
- Evaporadores de tipo vertical con agitación, alimentados con vapor que proviene de la planta Central Térmica. Son fabricados en mònol y acero carbón.
- Bombas centrífugas, las cuales transportan la salmuera y la masa salina entre las diferentes fases del subproceso: todas en acero inoxidable.
- Tuberías en acero carbón, en diámetros típicos de 3", 4" y 6".
- Intercambiadores del tipo tubo – coraza, fabricados en acero al carbón.
- Eyectores de generación de vacío operados por vapor
- Columnas barométricas en acero carbón para efectos de generación de vacío e intercambio de calor.

1.4.3. Centrifugación. La masa salina proveniente del proceso de refinación se recibe en los equipos denominados centrífugas, los cuales se encargan de separar los cristales de sal del agua y entregar al secador sal con humedades entre el 2 y el 3%. Estas centrífugas son del tipo de canasta accionadas por motor eléctrico con sistema de impulsos manejado por sistema hidráulico, siendo sus partes en contacto con la sal en acero inoxidable.

1.4.4. Secado. La sal que proviene de las centrífugas llega a dos tipos de secadores: de tambores y de lecho fluidizado. Ambos equipos son fabricados en acero inoxidable, y tienen como objetivo entregar sal en condiciones de humedad de 0.05 a 0.1% y a temperaturas de 45-60 °C utilizando aire calentado previamente a través de radiadores que trabajan con vapor. En esta etapa del proceso se efectúa la adición del yodo y del flúor exigido por las leyes colombianas como vehículo de salud pública para la prevención de la caries y los problemas derivados de la falta de yodo en el cuerpo humano (coto, hipotiroidismo, etc).

1.4.5. Silo de almacenamiento. La sal una vez seca se almacena en diferentes silos fabricados en concreto y en acero inoxidable para posteriormente ser enviada hacia el proceso de empaque. Su función es básicamente servir como pulmón de almacenamiento entre los procesos de refinación y empaque.

1.4.6. Empaque. La sal seca proveniente del silo de almacenamiento es enviada a los equipos de empaque. Es aquí donde finalmente se empaca la sal en la presentación final que ha de llegar al consumidor.

Los principales equipos involucrados en este subproceso son:

- Transportadores de banda: tanto para sal a granel como sal empacada en presentaciones de kilogramo, libra y bulto. Se utilizan chacises típicamente en acero inoxidable con bandas atóxicas aptas para el manejo de alimentos
- Transportadores de tornillo: para transporte de sal a granel; típicamente fabricados en aceros inoxidables.
- Elevadores de cangilones: para transporte de sal a granel; típicamente fabricados en aceros inoxidables y cangilones en materiales plásticos.
- Máquinas empacadoras de kilogramo y libra: destinadas para empacar sal como producto de consumo masivo; son las máquinas que mayor desgaste tienen dentro del proceso y son fabricadas en aceros inoxidables.
- Máquinas empacadoras de bultos y jumbo bags: destinadas al empaque de sal para el sector industrial, en presentaciones de 50, 500 y 800 kilogramos; son fabricadas en aceros inoxidable.

## 1.5 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL

Tecnológicamente se identifican dos procesos bien diferenciados: el proceso de refinación de sal y el proceso de empaque.

Los equipos de refinación de sal de Refisal S.A. datan del año 1959 (en una primera fase) y del año 1982 (en una segunda fase). El proceso está ligado básicamente a procesos de transferencia de calor a través de intercambiadores de tubos, siendo el diseño original de la empresa suiza Escher Wyss. La tecnología utilizada en la producción de sal no ha avanzado sustancialmente en las últimas cinco décadas para las plantas con estos niveles de producción; los avances solamente se han dado en el campo de la automatización de procesos mas que en variantes del proceso en sí. Actualmente el 90% de las plantas de refinación operan manualmente.

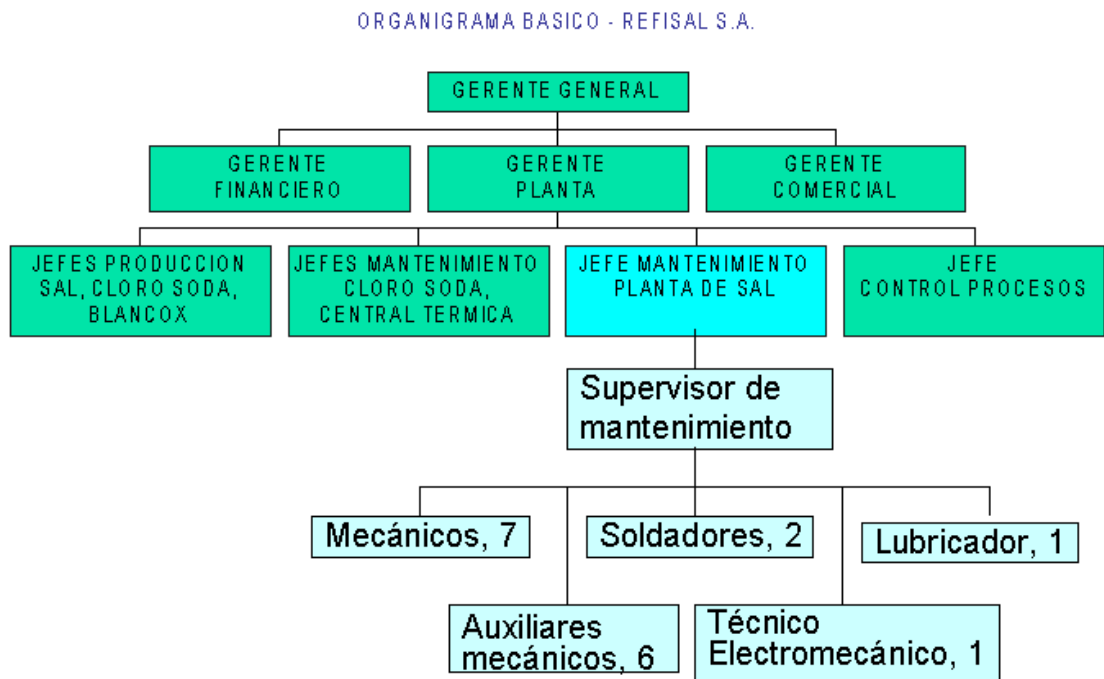
Para el área de empaque los equipos utilizados son en su mayoría de fabricación nacional que han sido adquiridos gradualmente a partir de 1994,

siendo las empacadoras los equipos con tecnología electrónica básica sin elementos automáticos especiales; por lo demás se utilizan elementos de transporte convencionales como transportadores de banda, tornillos sinfín, elevadores de cangilones y silos de almacenamiento.

## 1.6 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA

El organigrama de Refisal S.A. y la ubicación del departamento de mantenimiento en este contexto se muestra en el organigrama de la Figura 3, junto con la organización del departamento. Como se puede apreciar, Refisal S.A. se caracteriza por tener una estructura muy plana, con relaciones muy cercanas entre ejecutores y administración.

Figura 3. Organigrama de Refisal S.A



## 1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para lograr expresar en forma estructurada el problema que se pretende resolver en el desarrollo de la presente monografía, se estructuran tres cuestionamientos que lo sintetizan:

- Cuales son las características fundamentales que revelan la estructura de mantenimiento en planta de sal que opera actualmente?
- En el contexto de Refisal S.A., cuales son sus principales amenazas estratégicas que guardan relación directa con el desempeño de sus activos físicos?
- Con base en la información de las dos anteriores preguntas, qué problemas debo atacar en mantenimiento para, desde el punto de vista del desempeño de sus activos físicos, atenuar o eliminar si es posible las amenazas que se plantean ante Refisal S.A.?

Si bien es cierto que el desarrollo de las actividades que buscan dar orientación al departamento de mantenimiento de planta de sal, no aseguran de ninguna forma la supervivencia de la compañía, si es, en concepto del autor, el camino más lógico y procedente para orientar su modelo de gestión, dando un aporte claramente alineado con las necesidades de la empresa sin desconocer las falencias propias del departamento asociadas a la ejecución de su función.

### **Cuales son las características fundamentales que revelan la estructura de mantenimiento en planta de sal que opera actualmente?**

En términos generales el comportamiento actual del departamento de mantenimiento de planta de sal se puede resumir en los siguientes aspectos básicos:

- El 76% de sus actividades de mantenimiento es de tipo correctivo, mucho de esto sustentado por un diseño de planta basado en equipos de respaldo (stand-by).
- El personal de mantenimiento es altamente estable, con experiencia en los equipos mínima de ocho años. El 40% del personal trabajó en Álcalis de Colombia por periodos comprendidos entre 10 y 20 años.
- Se emplean contratistas para la ejecución de proyectos y fabricación de partes de repuesto. Refisal S.A. no cuenta con talleres propios para este tipo de trabajos.
- El nivel tecnológico de los equipos es bajo: son equipos típicos representados básicamente en intercambiadores de calor, bombas centrífugas, transportadores de banda, transportadores de tornillo y elevadores de cangilones, tanques, floculadores, etc.
- Se cuenta con un software para administrar la información de mantenimiento, la cual es alimentada directamente por el personal de base y está comunicada con el sistema general de administración de

información de la empresa lo que permite costear con datos actualizados y reales para efectos de análisis.

- El organigrama es plano (solamente tres niveles jerárquicos entre gerente de planta y personal de base).
- No se cuentan con planes detallados a mediano y largo plazo al interior del departamento alineados a la misión y a la visión de la compañía.
- Se tiene un bajo nivel de documentación y desarrollo de procedimientos, tanto de naturaleza técnica como administrativa.
- No tenemos una cultura organizativa estructurada en equipos de trabajo. Aun cuando se tienen canales de comunicación muy abiertos entre los diferentes niveles jerárquicos, no se tiene métodos estructurados para desarrollo de equipos de trabajo.
- Se tiene una clara disposición del departamento al desarrollo de actividades que permitan incrementar la capacidad de producción de las instalaciones; pero la posibilidad de crecimiento en este aspecto va disminuyendo gradualmente en la medida en que nos vamos aproximando a la capacidad de diseño, siendo cada vez mas complicado lograr alguna mejora, cobrando día a día mas importancia el conservar en el tiempo de una manera confiable los logros alcanzados en materia de productividad de nuestra planta.

**En el contexto de Refisal S.A., cuales son sus principales amenazas y oportunidades estratégicas que guardan relación directa con el desempeño de sus activos físicos?**

Las principales amenazas estratégicas que se plantean a Refisal S.A. y que pueden asociarse al desempeño de sus activos, son:

- El fenómeno de globalización de las economías, en especial el representado en el Tratado de Libre Comercio (TLC) con los Estados Unidos, que está obligando a revisar cuidadosamente los costos de operación, los niveles de calidad, la satisfacción total del cliente y una rápida respuesta a sus cambiantes y diversificadas demandas.
- Las presiones de la legislación ambiental que la está llevando a realizar importantes inversiones para el control de la contaminación.
- Una acelerada diversificación de sus productos dado en la medida de las necesidades del mercado.
- La entrada de nuevos competidores en el mercado de la sal

Dentro de las principales oportunidades que se plantean, están:

- Una creciente aceptación de los mercados internacionales de la sal procesada por Refisal S.A.

- Posibilidad de aprovechamiento de una capacidad de producción no explotada, respecto a la condición del diseño.

**Con base en la información anterior, qué problemas debo atacar en mantenimiento para, desde el punto de vista del desempeño de sus activos físicos, atenuar o eliminar si es posible las amenazas que se plantean ante Refisal S.A. y corregir las falencias apreciadas en el desempeño de la función?**

- Desarrollar un modelo integral de gestión de mantenimiento hacia el futuro buscando desde el punto de vista de sus activos, competitividad, alta confiabilidad y explotación al límite de diseño de su capacidad productiva.
- Concentrar su modelo de gestión en dos tópicos fundamentales: disminución de costos e incremento de su capacidad productiva.
- Establecer planes a mediano y largo plazo que sean fácilmente adaptables a los cambios; esto se logra documentando de manera metódica los razonamientos que llevan a la concepción del modelo base.
- Integrar al recurso humano del área de mantenimiento en los procesos de mejoramiento y decisión, con miras a aprovechar de él sus mejores posibilidades. Debe ser, indudablemente, uno de los ejes centrales en el modelo planteado.
- Aumentar los niveles de estandarización de los procesos internos de mantenimiento, mejorando su documentación y controlando efectivamente su veracidad.
- El modelo de gestión de mantenimiento debe estar supeditado a la misión y la visión de la compañía.

## 1.8 OBJETIVOS DE LA MONOGRAFÍA

1.8.1 Generales. Establecer un modelo de gestión de mantenimiento para la sección “Planta de Sal” de la empresa Refisal S.A. que se traduzca en beneficios económicos, cualitativos y técnicos mesurables y comprobables, con una proyección a cinco años.

### 1.8.2 Específicos

- Desarrollar una metodología de evaluación de modelos de gestión de mantenimiento que permita aplicarse a otras secciones de producción de la compañía. Establecer índices de medición que permitan controlar la implementación del modelo, así como sus efectos en

términos de beneficios económicos, cualitativos y técnicos a todo lo largo del proceso.

- Presentar un cronograma de implementación del modelo concluido que facilite el control.

## 1.9 JUSTIFICACIÓN

Dentro del marco empresarial es fundamental que el esfuerzo, los planes y las acciones que cada uno de sus departamentos y unidades estratégicas formulen, respondan coherentemente a las amenazas y oportunidades que se presentan a la empresa, a la misión y visión empresarial, y a las nuevas tendencias administrativas que se han desarrollado (especialmente aquellas asociadas al recurso humano). Estos principios deben regir los planes que se formulen y deben ser guía bajo los cuales se oriente cualquier trabajo que en tal sentido pretenda desarrollar el área de mantenimiento.

Como se puede concluir del análisis del planteamiento del problema el asunto es a todas luces una necesidad de supervivencia. Si no planteamos modelos de gestión consistentes con el entorno empresarial, planificados, estructurados y controlables en su ejecución, el futuro cercano puede presentar cambios drásticos que modifiquen la condición de una empresa rentable y en crecimiento, a una empresa con un alto potencial de colapso bajo situaciones adversas.

Como lo expresa Hutton<sup>3</sup>: “si usted está feliz en la situación presente alrededor, entonces usted no necesita hacer nada y potencialmente podrá vivir por largo tiempo sin mayor problema; el único inconveniente es que un gran problema puede estar esperándolo adelante en algún lugar del camino, sin advertencia, y puede no ser una agradable escena cuando a usted llegue”. Igualmente García Garrido<sup>4</sup> lo expresa en los siguientes términos: “podemos decidir entre gestionarlos (los aspectos de mantenimiento) o no gestionarlos, ..., mantenerlos controlados, ..., o que escapen a nuestro control, ..., no hacer nada y esperar que la casualidad no nos juegue una mala pasada, ..., decidir entre que sea el DIA a DIA y la improvisación quien marque la forma de actuación, o bien establecer políticas”

---

<sup>3</sup> HUTTON, Allan. “Maintenance to improvement – Where to start”. En: Maintenance Journal, No. 1 (enero – febrero, 2003); p. 38-41

<sup>4</sup> GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. 1 ed. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003, p.4-5

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS APLICABLES AL CONTEXTO

Con el fin de estandarizar los conceptos presentados a través del presente documento, a continuación se relacionan los principales términos asociados a la función de mantenimiento, para evitar confusiones o desviaciones del sentido planteado:

- **MANTENIMIENTO:** conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, garantizando la mas alta disponibilidad con la mayor confiabilidad posible, buscando maximizar la contribución del departamento a la rentabilidad de la empresa. El objetivo es conseguir un equilibrio entre los costes de indisponibilidad y los costes de los recursos de mantenimiento que se disponen para controlar esta indisponibilidad.
- **CONFIABILIDAD<sup>5</sup>:** Es la probabilidad de que una máquina o sistema cumpla con la función requerida bajo condiciones bien definidas, durante un cierto periodo de tiempo. Su medida se hace a través del Tiempo Medio entre Fallas (TMEF)
- **MANTENIBILIDAD<sup>2</sup>:** Es la propiedad de una máquina o sistema que indica la facilidad de ser mantenida bajo condiciones operacionales. Su medida directa es la Tasa Media de Reparación (TMR).
- **TMEF:** Tiempo Medio entre Fallas. Es el promedio de los intervalos entre fallas durante un cierto periodo de tiempo, si la falla puede resolverse por medio del mantenimiento.
- **TMR:** Tasa Media de Reparación. Es la duración promedio de todas las actividades de reparación durante un cierto periodo de tiempo.
- **DISPONIBILIDAD<sup>6</sup>:** es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo. En la filosofía del TPM incluye adicionalmente la capacidad de producción del equipo respecto a su condición de diseño, así como la tasa de productos fuera de especificación que produce; este concepto es el que se aplica en el contexto de este documento.

---

<sup>5</sup> BOTERO Ernesto. Mantenimiento Preventivo. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2003: Bogotá), p. 7

<sup>6</sup> GONZALEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2003: Bogotá) p. 94

- GESTION DE MANTENIMIENTO<sup>7</sup>: Se define como la dirección y organización de recursos para controlar la disponibilidad y el funcionamiento de la planta industrial a un nivel especificado.
- MEJORA: actividad de mantenimiento cuyo fin es modificar una condición buscando un mejor desempeño, ya sea en confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y/o costo de operación.

## 2.2 MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EXISTENTES

2.2.1 Evolución histórica. Para poder clarificar hacia donde queremos ir en la organización es imprescindible identificar como ha evolucionado el concepto de mantenimiento a través del tiempo y cual es la tendencia actual en el mundo. Esto nos arrojará indicios importantes sobre cual deberá ser el camino a elegir y permitir ubicarnos en el tiempo sobre la posición en la cual nos encontramos hoy respecto a la evolución de los modelos de gestión que se han desarrollado a través del tiempo. Este resumen se puede observar en la Tabla 1.

2.2.2 Características de los principales modelos de gestión. Para los efectos del presente trabajo el autor considera que los modelos de gestión mas relevantes dentro del campo de aplicación del mantenimiento, y que merecen atención en este contexto, son:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento productivo total
- Mantenimiento centrado en confiabilidad

2.2.2.1 TPM<sup>8</sup>: Mantenimiento Productivo Total. Tiene como concepto básico la reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración y mejora de las personas y de los equipos, con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y el cambio de la postura organizacional; se puede interpretar como conservación de los medios de producción por todos. Su filosofía se fundamenta en conciliar los intereses de los accionistas (rendimiento de capital), de los empleados (mejora de conocimientos, estímulos económicos y ambiente de trabajo saludable) y satisfacción del cliente (mejora en plazos de entrega, mejora de la calidad y reducción de los precios)..

---

<sup>7</sup> KELLY, A. y HARRIS, M. J. Gestión del mantenimiento industrial. 1 ed. Madrid, España: Fundación Repsol, 1997. p. 2.

<sup>8</sup> LOURIVAL, Tavares. Manual de mantenimiento. 2003. p. 99-112. Disponible desde internet <http://www.datastream.net/latinamerica/lourival/book>

Tabla 1. Modelos de gestión de mantenimiento y su evolución en el tiempo

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Etapas de la producción industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de producción</li> <li>Producir a bajo costo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Producir cantidad</li> </ul> </li> <li>La calidad no es prioritaria</li> <li>Los equipos de producción carecen de importancia</li> <li>La mano de obra debe producir</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de producción</li> <li>Técnicas de control de calidad                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Prioridad de la calidad</li> </ul> </li> <li>La calidad es tarea de todos</li> <li>Se determinan indicadores de seguimiento</li> <li>Los equipos de producción deben producir con calidad</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Mínimo costo y máxima calidad</li> <li>Obtener máxima disponibilidad en equipos de producción</li> <li>Gerenciamiento de equipos de producción                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Influencia de mantenimiento                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Productividad elevada</li> <li>Competitividad</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
Generaciones del mantenimiento	PRIMERA GENERACION		SEGUNDA GENERACION		TERCERA GENERACION		
Evolución de expectativas del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar en caso de avería</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor disponibilidad de la maquinaria</li> <li>Mayor duración de los equipos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Menores costos</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor disponibilidad y confiabilidad                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor seguridad</li> </ul> </li> <li>Mejor calidad del producto</li> <li>Mayor duración de los equipos</li> <li>Cuidado del medio ambiente                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Costos aun menores</li> </ul> </li> </ul>		
Evolución de las técnicas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de reparación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Computadores grandes y lentos</li> <li>Sistemas manuales de planeación y control</li> <li>Plan basado en tiempo o en número de operaciones</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan basado en la condición</li> <li>Proyectos enfocados hacia la confiabilidad                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de riesgo</li> </ul> </li> <li>Computadores pequeños y rápidos</li> <li>Software potente e integrado con otros procesos de la organización</li> <li>Análisis de modos y efectos de falla</li> <li>Grupos de trabajo multidisciplinarios</li> <li>Diversidad de técnicas predictivas</li> </ul>		
Modelos de Gestión de mantenimiento							

De acuerdo con el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), con la aplicación del TPM se pueden conseguir los siguientes beneficios tangibles:

- Mejora de la productividad: 1.5 a 2 veces
- Reducción de la proporción de defectos en el proceso: de 10 a 1
- Reducción en la proporción de reclamos de los clientes: de 4 a 1
- Reducción de los costos de producción: 30%
- Reducción de almacenamiento de productos: 50%
- Obtención de cero accidentes en el lugar de trabajo y cero contaminación.

En esencia el TPM busca:

- Alcanzar un proceso de Desarrollo Cultural que permita lograr la Máxima Eficiencia Corporativa de todo el Sistema de Producción y de la Administración.
- Lograr establecer un Sistema que permita prevenir las diferentes Pérdidas para alcanzar los Cero Accidentes, Cero Defectos, Cero Desperdicios, Cero Fallas, Cero Reclamos, Cero Reprocesos.
- Involucrar todos los departamentos de desarrollo, ventas, producción y administración.
- Participación de todos los colaboradores de la Compañía desde la Alta Gerencia hasta el personal operativo por el trabajo de grupos traslapados.
- Grupos de Mejoramiento para la solución de problemas.

En principio la filosofía TPM busca eliminar el desperdicio involucrado en un proceso de mejora continua. Para el caso de la eficiencia de producción busca eliminar las dieciséis grandes pérdidas<sup>9</sup>:

- Fallas de Equipos
- Cambios de producto
- Cambios de elementos
- Arranques
- Paradas Menores y ajustes
- Reducción de velocidad
- Defectos y reprocesos
- Paradas Imprevistas
- Administración
- Movimientos Operacionales
- Organización de la línea

---

<sup>9</sup> ARCINIEGAS, Carlos Alberto, Mantenimiento Productivo Total. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2004: Bogotá)

- Logística
- Medidas y ajustes
- Rendimientos
- Energía
- Herramientas

El TPM se basa en el desarrollo de ocho pilares que la sustentan:

- Mantenimiento preventivo
- Mejoras individuales en los equipos
- Proyectos mantenimiento preventivo / ciclo de costo de vida
- Educación y capacitación
- Mantenimiento de la calidad
- Control administrativo
- Medio ambiente, seguridad e higiene
- Mantenimiento autónomo

Su implementación requiere una aplicación rigurosa de un procedimiento resumido en los doce pasos:

- Compromiso de la alta gerencia
- Campaña de difusión del método
- Definición del comité de coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo
- Definición de política básica y metas
- Desarrollo de plan piloto
- Inicio de la implantación
- Desarrollo del levantamiento detallado de las necesidades de mejora de los equipos e instalaciones, para la obtención de la eficiencia
- Establecimiento del mantenimiento autónomo
- Garantizar la eficacia de los equipos por la ingeniería de producción
- Establecimiento del sistema para la obtención de la eficiencia global en las áreas de administración
- Establecimiento del sistema buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable en el trabajo
- Aplicación plena del TPM (ampliación a los demás equipos) e incremento de lo respectivos niveles.

Su implementación presenta ciertas condiciones que deben ser observadas al momento de tomar la decisión de su implantación:

- Es un trabajo de largo plazo. No entregará resultados inmediatos. No es para administraciones inmediatistas o corto placistas.
- Pretende un cambio en la cultura de la organización de cara a una mayor competitividad, mayor compromiso y satisfacción del trabajador y mayor satisfacción del cliente.
- Requiere el apoyo expreso de la alta gerencia: debe partir allí su implantación y su respaldo. De no ser así simplemente se llegarán a mejoras localizadas que no permitirán observar todo el potencial de esta filosofía.
- Se estima un tiempo de implantación de 3 a 5 años

2.2.2.2. Mantenimiento preventivo<sup>10</sup>: mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, encaminadas a descubrir posibles defectos (y corregirlos si es del caso) que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas. Se puede clasificar en:

- Mantenimiento preventivo por tiempo: servicios preventivos preestablecidos a través de una programación definidos en unidades calendario (días, meses, etc) o en unidades no calendario (kilómetros, horas de uso).
- Mantenimiento preventivo por estado: servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (por inspección, como resultado del predictivo).

Los objetivos fundamentales del programa de mantenimiento preventivo son<sup>11</sup>:

- Inspeccionar los equipos antes de que su operación defectuosa interfiera con la producción en términos de calidad, cantidad o precio
- Tomar acción antes de que los costos de reparación sean demasiado altos.
- Eliminar o limitar riesgos de daños posibles a la maquinaria estratégica con altos costos de parada
- Permitir que las reparaciones se efectúen en las mejores condiciones posibles
- Evitar consumos excesivos de energía
- Eliminar las causas de graves accidentes
- Reducir la carga de trabajo de mantenimiento por una mejor preparación del trabajo y reducción de paradas imprevistas.

---

<sup>10</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Op. Cit., p. 38

<sup>11</sup> BOTERO, Ernesto. Op. cit. p. 25-26

- Lograr una actitud positiva del personal hacia el manejo de los activos físicos, al observar maquinaria en mejor estado.

El mantenimiento preventivo hace énfasis en las siguientes mantenimiento:

- Mantenimientos rutinarios como engrase, limpieza, ajustes, etc
- Inspección de la maquinaria en operación con un programa preestablecido para verificar condiciones de trabajo.
- Reparaciones mayores, para realizarse durante paradas o periodos de baja producción.
- Servicio sistemático después de la inspección de la maquinaria reparada y del reemplazo programado de partes.

Entre los inconvenientes observados al modelo clásico de aplicación del mantenimiento preventivo, es decir, sin asociarse a otros modelos de gestión, tenemos<sup>12</sup>:

- Introducción de falla prematura de los equipos una vez entren en operación posteriormente a la intervención preventiva (recuperación de la etapa de mortalidad infantil después de la puesta en marcha)
- Daño potencial del equipo por negligencia o procedimientos incorrectos aplicados en la reparación
- Alto costo, al reemplazar partes que potencialmente se encontraban en operación satisfactoria o que no habían cumplido su ciclo de vida.
- Dificultad en la disposición de los equipos para poder efectuar las intervenciones, debido a que, generalmente, implican alto tiempo de paro.

2.2.2.3. Mantenimiento correctivo<sup>13</sup>: mantenimiento que se ejecuta cuando hay presencia de falla en los equipos, o cuando decrece su actividad por debajo de un nivel aceptable estando en operación.

Entre las desventajas típicas de este modelo de gestión se encuentra:

- Cuando no es planificado es, probablemente, el tipo de gestión mas costoso.
- Requiere mas personal para las actividades de mantenimiento
- Amenazas continuas al cumplimiento de la producción por paros imprevistos.
- Presenta un alto costo por lucro cesante

---

<sup>12</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón, Op. cit, p. 40-46

<sup>13</sup> KELLY, A. y HARRIS, M. J. Op. cit. p. 4

- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos humanos
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables
- En maquinaria compleja, los tiempos de diagnóstico suelen ser altos.

2.2.2.4. Mantenimiento predictivo: servicios de seguimiento del desgaste de una o mas piezas o componentes de un equipo, ya sea a través del análisis de los valores de algunas variables que puedan indicar manifestaciones de problemas en el equipo, o bien a través de la estimativa hecha por evaluación estadística , con el objetivo de predecir el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto probable de cambio o reparación.

2.2.2.5. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)<sup>14</sup>: Metodología utilizada para definir sistemáticamente que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente. En síntesis, es una herramienta de gestión que busca maximizar la confiabilidad operacional a partir de la determinación de los requerimientos reales de mantenimiento. Su fundamento de aplicación parte de la fundamentación de nuevos paradigmas asociados al mantenimiento, abriendo otra perspectiva de entendimiento. Estos paradigmas se muestran en la Tabla 2

Tabla 2. Cambio de paradigmas en el contexto de RCM

<b>ANTES</b>	<b>AHORA</b>
El mantenimiento es para preservar el activo	El mantenimiento es para preservar la <u>función</u> de los activos
El mantenimiento rutinario es para prevenir fallos	El mantenimiento rutinario es para evitar, reducir o eliminar las consecuencias de los fallos
El objetivo primario de la función mantenimiento es optimizar la disponibilidad de la planta al mínimo coste	El mantenimiento afecta todos los aspectos del negocio: riesgo, seguridad, integridad ambiental, eficiencia energética, calidad del producto y servicio al cliente. No solo la disponibilidad y los costes
Las políticas de mantenimiento deben ser formuladas por los gerentes y los programas deben ser desarrollados por especialistas calificados, contratados o consultores externos	Las políticas de mantenimiento deben ser formuladas por las personas mas cercanas e involucradas con los activos. El rol gerencial es proveer las herramientas.
La organización de mantenimiento por si misma puede desarrollar un exitoso y duradero programa de mantenimiento	Un exitoso y duradero programa de mantenimiento solo puede ser desarrollado por mantenedores y usuarios trabajando

<sup>14</sup> ALMÉNDOLA, Luis. Modelos mixtos de confiabilidad. 2003. Disponible desde internet <http://www.datastream.net/latinamerica/libro/Almendola>

	juntos
Los fabricantes de equipos son los que están en mejor posición de recomendar un plan de mantenimiento a nuevos activos	Los fabricantes de equipos pueden jugar un importante pero limitado papel en el desarrollo de un programa de mantenimiento para nuevos activos
Siempre es posible encontrar una rápida solución a todos los problemas de efectividad del mantenimiento	Los problemas del mantenimiento son mejor resueltos en dos fases: cambio de la manera de pensar de la gente y lograr que ellos apliquen sus nuevos conceptos técnicos y de procesos, un paso a la vez
Políticas genéricas de mantenimiento pueden desarrollarse para todos los activos físicos	Políticas genéricas de mantenimiento pueden desarrollarse solo para aquellos tipos de activos físicos cuyo contexto operacional, funciones y estándares de desempeño deseado sean idénticos
Data completa sobre rata de fallos debe estar disponible para hacer posible el desarrollo de un programa de mantenimiento exitoso	Las decisiones sobre gerencia de los activos y su fallo casi siempre deberán ser hechas con una inadecuada data sobre rata de fallo
Existen tres tipos básicos de mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo	Existen cuatro tipos básicos de mantenimiento: predictivo, preventivo, correctivo y detectivo
La mayoría de los equipos aumenta su probabilidad de fallo a medida que envejece	La probabilidad de fallo de la mayoría de los equipos no aumenta en función de su envejecimiento
Si ambos son técnicamente posibles y apropiados, el mantenimiento mayor (overhaul/reemplazo general) será mas económico (barato) y efectivo que el mantenimiento basado en el monitoreo de condiciones	Si ambos son técnicamente posibles y apropiados, el mantenimiento basado en el monitoreo de condiciones será mas económico (barato) y efectivo que el mantenimiento mayor (overhaul / reemplazo general) a lo largo de la vida del activo
La forma más rápida y segura de mejorar el desempeño de un equipo de baja confiabilidad es actualizar el diseño	Usualmente es mas coste efectivo mejorar el desempeño de un equipo de baja confiabilidad mejorando la forma como es operado y mantenido, antes de modificar el diseño
Los incidentes serios o accidentes catastróficos que involucran fallos múltiples son usualmente producto de la mala suerte o "acto de Dios" y esto los hace no gerenciabiles.	Por lo general, en su gran mayoría los fallos múltiples son una variable manejable, especialmente en sistemas de protección

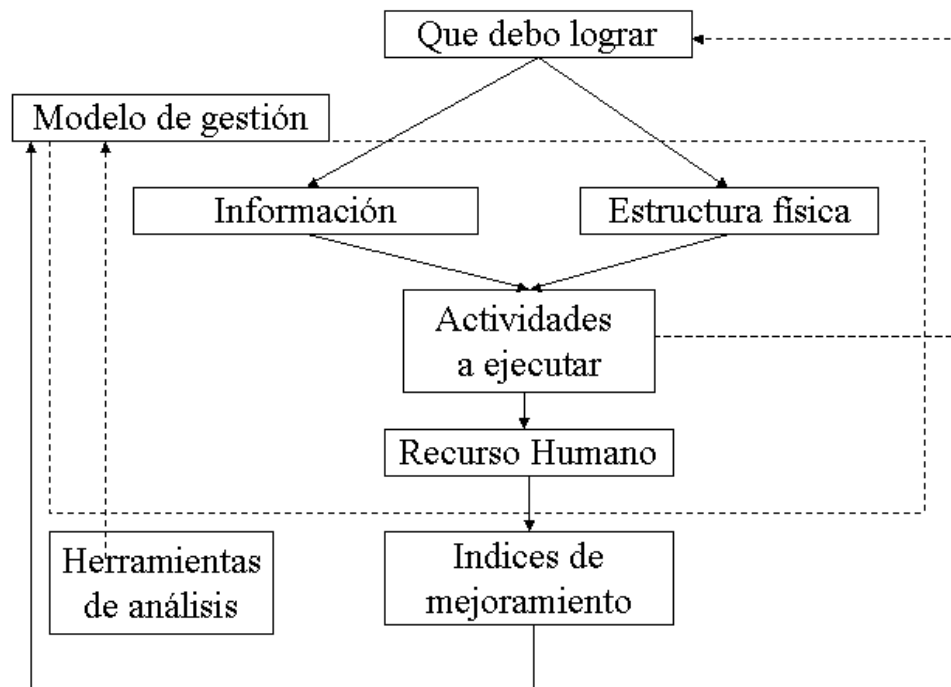
Se cuentan en el RCM básicamente dos fortalezas:

- Parte de la base de un involucramiento directo en el proceso de las personas que intervienen (operadores y mantenedores)
- Es un procedimiento lógico (no aleatorio) que establece cuales son las actividades de mantenimiento a ejecutar con base en el contexto operacional de cada equipo.

## 2.3 MARCO DE REFERENCIA PARA EL ANALISIS DE LA FUNCIÓN MANTENIMIENTO

Para el desarrollo del presente documento, el autor ha desarrollado un modelo que le permite ubicar los diferentes elementos que intervienen en el área de mantenimiento con el fin de facilitar la comprensión de los análisis realizados. La base de dicho modelo se muestra en la Figura 4

Figura 4. Modelo para análisis de la función mantenimiento



### 2.3.1. Descripción del modelo. Teniendo como base unos objetivos fundamentales

del mantenimiento (qué debo lograr) parte de dos elementos básicos que son, por una parte, la información (que podemos considerarla como la parte “soft” del proceso) y por otra parte la estructura física del área (que podemos considerarla como la parte “hard” del proceso). Estos elementos interactúan teniendo como referencia el modelo de gestión adoptado para definir las actividades que han de desarrollarse (el qué debe hacerse) y los planes y programas para desarrollarlos (el como debe hacerse).

Pero es en este punto donde aparece un elemento muy importante en el contexto y es el recurso humano: TODA ACCION GENERADA DESDE EL ANÁLISIS TÉCNICO INVARIABLEMENTE PASA POR EL RECURSO HUMANO PARA SU EJECUCIÓN. La información que hace posible que las actividades generadas desde el modelo técnico se ejecuten correctamente, ingresa al recurso humano a través de la capacitación

Ejecutadas las actividades, se genera información que va directamente a evaluar si los resultados son los esperados (comparación con lo que debo lograr) y mediciones a través de índices de mejoramiento que establezcan como se comporta el modelo de gestión.

Adicionalmente se observa que en el manejo de información intervienen una serie de herramientas de análisis de uso cotidiano en los sistemas de calidad que buscan estructuradamente dar respuestas a problemas propios del proceso de mantenimiento.

A continuación se describirán que aspectos son considerados en cada uno de los elementos del diagrama.

2.3.2. Qué debo lograr?. A criterio del autor, la función mantenimiento tiene cuatro

objetivos fundamentales:

- Máxima confiabilidad >> TMEF
- Mínima mantenibilidad >>TMR
- Máxima disponibilidad >> EGP
- Mínimo costo de mantenimiento por unidad producida

2.3.3. Modelo de gestión de mantenimiento. Como se expresaba en el párrafo

2.1, el término gestión hace inferencia directa a la forma de hacer las cosas. Bajo éste término, se han desarrollado diversas respuestas a lo largo del tiempo acorde con las exigencias de los procesos productivos. Dentro de estos modelos podemos encontrar

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Proactivo
- Mejoramiento continuo – TPM
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad - MCC
- Mantenimiento basado en condición
- Mantenimiento reactivo
- Mantenimiento orientado al cliente
- Mantenimiento centrado en el riesgo
- Mantenimiento integral logístico, etc.

Es de suma importancia entender que ningún modelo ha reemplazado a otro; básicamente se han constituidos en aportes que conjugados han buscado dar respuestas a aplicaciones específicas.

Independientemente del modelo de gestión que se siga, todos deben acogerse a ciertas “condiciones” o reglas, que normalmente son dadas por cada organización. Entre estas tenemos:

- Normativas
  - BPM
  - ISO 9002 – ISO 18000 – ISO 14000
- Genéricas
  - Niveles de rentabilidad
  - Visión a largo plazo
  - Seguridad industrial
  - Seguridad ambiental
  - Presupuestos corporativos
  - Metas corporativas (Misión, visión, etc.) Modelos de producción

Del modelo de gestión elegido, se desprenden:

- Programas de mantenimiento
- Programas de lubricación
- Planes de mejoramiento
- Presupuestos de mantenimiento
- Volúmenes de contratación, etc.

2.3.4. Información. El componente de información, hace relación básicamente,

entre otros, a los siguientes elementos:

- Información de proceso
- Catálogos y manuales de equipos
- Normas técnicas externas e internas
- Procedimientos
- Procedimientos de reparación
- Instructivos de seguridad
- Normas y procedimientos corporativos
- Sistema de manejo de información (software genérico y especializado), etc.

2.3.5. Estructura física. El componente de estructura física analizado, hace

referencia a elementos como:

- Herramientas

- Talleres (internos y externos)
- Contratistas
- Repuestos
- Personal (cantidad y calidad)
- Computadores, etc.

Dentro de este análisis, el elemento más importante es el asociado al recurso humano el cual es piedra angular para el desarrollo de cualquier actividad.

2.3.6 Actividades a ejecutar en el mantenimiento. Independientemente de cual sea

el sistema de gestión utilizado, las actividades de análisis que de él se derivan, partiendo de la información y la estructura física disponible por la función mantenimiento, pueden agruparse en cuatro tipos:

- Preventivas
- Correctivas
- Predictivas
- Mejoras

Las definiciones de cada uno de ellos se pueden revisar en los apartados 2.1 y 2.2.

2.3.7 Herramientas de análisis. Existen innumerables técnicas de análisis

aplicables al tratamiento de la información que interviene en el proceso de mantenimiento, cada una de ellas con aplicación en diferentes niveles de su contexto. Entre estas herramientas podemos enumerar:

- Análisis del ciclo de costo de vida - LCC
- Análisis de modos y efectos de falla - AMEF
- Desarrollo de la función calidad - QFD
- Análisis de espina de pescado - Ishikawa
- Técnicas de priorización de tareas
- Técnicas de análisis de criticidad de equipos
- 5W-1H
- Análisis de los 5 por qué?
- Análisis de Causa raíz – ACR, etc.

2.3.8 Índices de mejoramiento. Los índices de mejoramiento son relaciones

matemáticas que permiten evaluar el comportamiento del modelo de gestión a través del tiempo. Por esta razón invariablemente deben estar relacionados con los índices fundamentales de mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad y costo, de tal forma que permitan advertir posibles desviaciones del modelo respecto a los objetivos últimos.

### 3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN ACTUAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO A LA LUZ DEL MARCO DE REFERENCIA PLANTEADO

##### 3.1.1 Que debo lograr

ASPECTO	SITUACION
Confiabilidad	Se dispone de medición de TMEF solamente para unos pocos equipos. La metodología empleada para la medición no se encuentra procedimentada.
Mantenibilidad	No existe medición de la mantenibilidad
Disponibilidad	No existe medición formal de la disponibilidad contemplando los elementos indicados por la definición de TPM. Solamente se controlan tiempos perdidos de producción por problemas de mantenimiento.
Costo	Se controla el costo de mantenimiento por unidad producida como medida de eficiencia en el control de los recursos. Cuando se superan los históricos se revisan las causas y se adoptan los correctivos para controlar la evolución en el siguiente periodo.

##### 3.1.2 Gestión de mantenimiento

ASPECTO	SITUACION
Modelo actual	<ul style="list-style-type: none"><li>• El modelo de gestión de mantenimiento predominante es el correctivo. Se aplican en menor medida modelos preventivos y predictivos. No existe un modelo explícitamente definido; éste se ha formado con el paso de los años y ha sido bajo el cual se ha trabajado sin mayor cuestionamiento.</li><li>• Se tiene un programa de mantenimiento preventivo sistemático (por fechas) para equipos definidos como prioritarios en el proceso.</li><li>• No se tiene programa de limpieza para equipos e instalaciones. Se realizan según necesidad.</li><li>• Se cuenta con un programa de lubricación generado a través del software MP2.</li><li>• Se cuenta con un programa de rutinas de inspección predictiva (vibraciones y termografía) para algunos equipos que fueron designados como de alto riesgo para</li></ul>

	el proceso, especialmente dirigidos al mantenimiento eléctrico.
Modelo actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con un programa de inspecciones por parte de los mecánicos, cuyos efectos son relativamente modestos respecto al control de paradas intempestivas.</li> </ul>
Planificación de trabajos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe una estructura formal de planificación dentro del grupo para las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Existe una planificación básica en la cual se estiman repuestos a utilizar, se hace trámite de compra, se espera llegada de repuestos y se programa con producción cuando se realiza el trabajo. Se da prioridad a los trabajos urgentes de acuerdo con la solicitud de producción.</li> <li>• La asignación de trabajos se hace a través del software MP2 a los mecánicos y la priorización, verbalmente.</li> <li>• Actualmente se programa el día a día con base en los requerimientos y disponibilidades de producción, a excepción de aquellos involucrados en los programas de mantenimiento preventivo. Y predictivo</li> </ul>
Relación con producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción reporta a través del software MP2 sus necesidades de mantenimiento.</li> <li>• Producción no participa ni ejecuta actividad alguna de mantenimiento.</li> <li>• Producción realiza básicamente actividades de limpieza, pero sin relación formal con inspección.</li> </ul>
Condiciones existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refisal S.A. es una empresa certificada ISO 9000 versión 2000. allí están contemplados la misión, visión y política de calidad de la compañía.</li> <li>• Sigue los lineamientos del movimiento Responsabilidad Integral, el cual busca generar condiciones y procedimientos seguros para la operación de plantas químicas.</li> <li>• Se genera un presupuesto macro para cada área, el cual se conforma anualmente de las necesidades y los programas existentes en el área de mantenimiento.</li> <li>• Dentro del contexto de la ISO 9000 mantenimiento está involucrado en el plan de aseguramiento de calidad básicamente en el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo para equipos críticos.</li> <li>• No se han desarrollado procedimientos de mantenimiento aplicables en BPM</li> <li>• Para el área de mantenimiento no se tiene como marco de operación ninguna norma técnica externa o interna que la regule o guíe.</li> </ul>

Continúa

Continuación

<b>ASPECTO</b>	<b>SITUACION</b>
Condiciones existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sigue procedimiento de generación de permisos de trabajo para la ejecución de actividades especiales que impliquen riesgo para el operador de mantenimiento.</li> </ul>
Misión, visión y valores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó divulgación de la misión y la visión de la empresa a nivel general pero se ha diluido en el tiempo su presencia en el día a día</li> <li>• No se cuenta con una visión, misión y valores enunciados para el personal de mantenimiento.</li> </ul>

3.1.3 Información

<b>ASPECTO</b>	<b>SITUACIÓN</b>
Información de proceso	En general se dispone de la información básica del proceso. Gran parte del conocimiento del mismo ha sido derivado de la experiencia en la operación. Por ser esta una planta recibida del proceso liquidatorio de Álcalis de Colombia S.A. no se ha recibido durante la operación como Refisal S.A. información directa del fabricante de los equipos, y es relativamente poca la información transferida del mismo.
Catálogos y manuales de equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se disponen de planos de un 60% de los equipos.</li> <li>• Se dispone de un 20% de manuales detallados de equipos.</li> </ul>
Procedimientos de reparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se dispone de ningún procedimiento de reparación escrito. La mayor parte de estos procedimientos están bajo la subordinación de los mecánicos que ejecutan las actividades.</li> <li>• No existen hojas de ajuste o calibración para reparación de los equipos</li> </ul>
Instructivos de seguridad	No se disponen de instructivos de seguridad para actividades de mantenimiento
Sistema de manejo de información (software genérico y especializado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con el software MP2 para la administración de la información manejada en mantenimiento. Este software está atado a compras y costos, manejando información real de costos de artículos y elementos utilizados en los trabajos de mantenimiento.</li> <li>• La información en MP2 es directamente ingresada desde la base (supervisores de producción y de mantenimiento, operadores de mantenimiento)</li> <li>• En la actualidad la información ingresada es sub-</li> </ul>

	utilizada y no se ha enfocado para el desarrollo de procesos de mejoramiento del área.
--	--

### 3.1.4 Estructura física para el mantenimiento

ASPECTO	SITUACIÓN
Herramientas	Se disponen de herramientas de mano y el equipo necesario para efectuar reparaciones. Los elementos de metrología son pocos, básicamente porque no se ha procedimentado que es lo que se debe medir.
Talleres (internos y externos)	No se cuenta con talleres internos de fabricación de repuestos o estructuras. Toda esta actividad se realiza en talleres externos por proceso de compra
Repuestos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se maneja stock de repuestos para equipos críticos, una parte en el almacén general (el cual solo trabaja de lunes a viernes en horario administrativo) y un almacén en el taller, el cual sule las necesidades cuando el almacén general no está disponible. Al estar trabajando la mayor parte del tiempo en actividades correctivas, muchos de los problemas de demora en la ejecución de los trabajos están asociados a la no tenencia de repuestos.</li> <li>• No se tiene una política de cálculo ni selección de repuestos que deben mantenerse en stock.</li> </ul>
Computadores	El departamento cuenta con tres computadores interconectados por red. Su utilización actual está básicamente relacionado con el manejo de repuestos y el reporte de actividades ejecutadas por el personal.

### 3.1.5 Recurso humano

ASPECTO	SITUACIÓN
Personal (cantidad y calidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la actualidad el grupo de mantenimiento está conformado por siete mecánicos, cuatro auxiliares, dos soldadores, un técnico electromecánico, un supervisor de mantenimiento, un lubricador y un ingeniero jefe de división.</li> <li>• Todo el personal técnico es egresado del SENA.</li> <li>• El nivel de rotación es muy bajo. La mayoría del personal tiene entre 7 y 12 años de pertenecer a Refisal S.A. El 40% de ellos perteneció a Álcalis de Colombia S.A. por periodos que están entre los 15 y 20 años.</li> <li>• Se tienen programas de capacitación orientados en buena parte a la formación humana y técnica del personal, pero no está asociado a una estrategia específica de mantenimiento. Se fundamenta</li> </ul>

	básicamente en lo que se “cree” debe saber el personal de mantenimiento.
Contratistas	Se maneja continuamente contratistas para montajes de tuberías y equipos, así como para servicios generales (obra civil, limpieza, etc.)

3.1.6 Actividades a ejecutar en el mantenimiento. Con base en el número de actividades totales ejecutadas por el departamento de mantenimiento, el promedio de ellas se distribuye así:

- Preventivas sistemáticas (por fecha): 12%
- Correctivas: 76%
- Predictivas: 3%
- Mejoras: 9%

3.1.7 Herramientas de análisis. En la actualidad el área de mantenimiento no está utilizando ningún tipo de herramienta para análisis, ya sea de actividades propias de la función, para resolución de problemas o para orientar la gestión del mantenimiento.

3.1.8 Índices de medición actuales para el área de mantenimiento. Se tienen solamente unos pocos índices de gestión para medir el comportamiento de mantenimiento:

- Costo de mantenimiento por unidad producida
- Tiempo medio entre fallas global para refinerías de sal
- Horas de parada de planta por mantenimiento.

De éstos, solamente el primero se utiliza como herramienta de gestión que se traduce en decisiones efectivas. Los otros dos sirven como guía de desempeño pero, por ciertas limitaciones que se tienen en la captura de la información y en el método de cálculo, son de poca utilidad en la toma de decisiones.

## 3.2. VISIÓN Y EXPECTATIVAS DE CRECIMIENTO DE REFISAL S.A.

Refisal S.A. se ha caracterizado por ser una empresa que ha sido consecuente entre sus acciones y su visión. El panorama específico que

Refisal S.A. plantea para el área de planta de sal en su parte productiva en un panorama de cinco años, y que afecta directamente a la función de mantenimiento, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Expectativas de crecimiento de producción de sal en Refisal S.A., expresadas en porcentaje de incremento en toneladas de sal por año respecto al año anterior.

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009
% CRECIMIENTO PRODUCCIÓN, TON/AÑO	3%	5%	4%	4%	3%
ACCIONES PREVISTAS	Incremento en un 20% de su capacidad de refinación actual con base en mejoras al proceso				
	Incremento de la automatización de los procesos en búsqueda de una mayor calidad del producto.				
	Entrada de diversos tipos de maquinaria que diversifiquen los tipos de empaque ofrecidos a los mercados, especialmente, de exportación.				
	Expansión de la capacidad de empaque en sus líneas de bolsa, bulto y jumbo-bags, que cubran el incremento en la capacidad de producción del área de refinación				
	Incremento de penetración de la sal en los mercados industriales.				
	Adaptación de los procesos a las normas ambientales emitidas por los organismos gubernamentales encargados				
				Búsqueda de un fuerte descenso en los costos del producto empacado para mejorar su penetración en los mercados internacionales y soportar la competencia global que se avecina con base en inversiones tecnológicas en el proceso	

### 3.3 ALINEACIÓN DE LA VISION DE LA EMPRESA CON LOS OBJETIVOS DE LA FUNCION MANTENIMIENTO

Como punto de partida para alinear las acciones a emprender en el área de mantenimiento con los objetivos empresariales, se parte del análisis de la visión corporativa. Se identifican básicamente los elementos que componen la visión de la empresa y se proyectan los requerimientos que ésta tiene desde la función mantenimiento. Estas relaciones se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos de la función mantenimiento a partir de la visión empresarial

ELEMENTOS DE LA VISION	QUE REQUIERE LA VISION DE LA EMPRESA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO
Líder en el mercado de la sal y sus derivados químicos en Colombia, con una participación nacional relevante en las líneas de alimentos y aseo, con presencia creciente en los países determinados como objetivo.	Investigación continua de alternativas tecnológicas que permitan mejorar su capacidad de producción con miras a cubrir la demanda creciente del mercado
Cumplida, con servicios asociados que agreguen valor	Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad Procedimientos administrativos simples, alta utilización de la informática
Poseedora de una tecnología que garantiza confiabilidad y competitividad en sus productos, procesos y servicios	Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad Niveles de producción de los equipos a su capacidad de diseño Costos óptimos de mantenimiento Cumplir con los lineamientos de la norma ISO 9000 versión 2000 y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
Poseedora de una tecnología que garantiza confiabilidad y competitividad en sus productos, procesos y servicios	Desarrollar tecnológicamente los procesos de mantenimiento, buscando asegurar un mejor desempeño, manejando indicadores de gestión que permitan controlar la evolución de su desempeño
Integrada verticalmente desde las fuentes de sal (integrar explotación de sal y carbón)	No aplica
Con rentabilidad para accionistas mejor que la que obtendría en inversiones de riesgo similar	Costos óptimos de mantenimiento Niveles de producción de los equipos a su capacidad de diseño Procedimientos administrativos simples, alta utilización de la informática Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad; aplicar metodologías orientadas hacia la eliminación del desperdicio (de recursos, tiempo, etc)
Que aplica la filosofía de la calidad total como fundamento de su desempeño global excelente	Actividades del personal de mantenimiento que afectan la calidad del producto se encuentren normalizadas y procedimentadas El personal de mantenimiento entiende y comparte la filosofía de la calidad total y los procesos de mejoramiento continuo

Continúa

Tabla 4. Requerimientos de la función mantenimiento a partir de la visión empresarial (Continuación)

ELEMENTOS DE LA VISION	QUE REQUIERE LA VISION DE LA EMPRESA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO
Modelo en el desarrollo del proceso de Responsabilidad Integral	Desarrolla sus actividades y procedimientos teniendo en cuenta sus efectos con el medio ambiente
	El personal de mantenimiento entiende que sus acciones pueden trascender los límites físicos de la empresa afectando a la comunidad que nos rodea
Que no ahorra esfuerzos para ser un miembro excelente de la comunidad	El personal de mantenimiento entiende que sus acciones pueden trascender los límites físicos de la empresa afectando a la comunidad que nos rodea
Innovadora, dinámica y orientada al consumidor	Asimilar rápidamente la llegada de nuevos equipos, con nuevas tecnologías para facilitar la entrada en operación de nuevos procesos productivos
	Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad
	Facilitar la entrada en producción de nuevos productos, específicamente en el área de empaque
Integrada por personas de magnífica calidad humana, competentes, satisfechas y comprometidas, que se sientan responsables por su desempeño y los resultados del negocio	Personal de mantenimiento motivado
	Personal de mantenimiento capacitado
	Personal de mantenimiento involucrado en los procesos de toma de decisiones
	Personal formado, no solo técnicamente sino humanísticamente
	Direccionamiento hacia seguridad industrial para garantizar la integridad del personal
	Personal adecuadamente informado del desempeño y los resultados, tanto de cada uno de los integrantes como de la propia empresa
Integrada por personas de magnífica calidad humana, competentes, satisfechas y comprometidas, que se sientan responsables por su desempeño y los resultados del negocio	Desarrollar modelos de compensación con base en resultados

Identificados los objetivos que ligan a mantenimiento con la visión de la compañía, es necesario identificar que actividades deben desarrollarse para alcanzar dichos objetivos, los cuales se convierten en la base primaria de actividades que conformarán el cronograma de actividades. Este análisis se registra en la Tabla 5

Tabla 5. Objetivos del área de mantenimiento

Costos óptimos de mantenimiento	Establecer analíticamente cuales son las tareas de mantenimiento que garantizan la operación confiable de cada equipo de acuerdo con su contexto operativo, para estimar su costo. Involucrar activamente al personal de producción tanto en su desarrollo como en su aplicación. Establecer planes de actividades para producción que faciliten el diagnóstico y la percepción temprana de problemas en los equipos.
	Establecer los índices de desempeño actual de la función mantenimiento en términos de su efecto en producción. Proyectar su alcance para medir el desempeño del personal en los procesos de inspección y ejecución de actividades de mantenimiento. Tener como premisa el utilizar el mínimo número posible de ellos y que tengan un efecto directo en la planeación y ejecución de actividades.
	Desarrollar un modelo de análisis de fallas para aquellos problemas crónicos o catastróficos que generen pérdidas de producción, materiales, equipos y/o materias primas, con el fin de resolver problemas de raíz de una forma técnicamente confiable.
	Establecer los costos actuales de mantenimiento por unidad de producto y su composición, definiendo puntos prioritarios de mejora. El objeto es revisar la afectación de los costos de mantenimiento en cada uno de los productos con el fin de trabajar primero en aquellas áreas donde su incidencia afectan de manera importante los márgenes de rentabilidad de la compañía. Para ello se debe tomar el sistema de información empresarial existente, atado al sistema de información de mantenimiento
Cumplir con los lineamientos de la norma ISO 9000 versión 2000 y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	Revaluar el alcance y las implicaciones de mantenimiento dentro del contexto de la aplicación de la norma ISO 9000 y BPM, y actualizarlo en los procedimientos existentes. Establecer puntos que no se encuentren considerados haciendo especialmente énfasis a los nuevos equipos que ingresan al proceso productivo.
Desarrolla sus actividades y procedimientos teniendo en cuenta sus efectos con el medio ambiente	Establecer que fallas de equipos implican afectación del medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación. Tener especial atención en aquellos que afecten los elementos agua (p. Ej. Incremento de cloruros) y aire (p. Ej. emisiones de polvillo de sal a la atmósfera)
	Establecer que procedimientos de mantenimiento pueden afectar el medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación

Continúa

Tabla 5. Objetivos del área de mantenimiento (Continuación)

QUE REQUIERE LA VISION DE LA EMPRESA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO	QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO
Desarrollar modelos de compensación con base en resultados	<p>Definir índices de mejoramiento que aten el desempeño del personal de mantenimiento (como grupo) con los resultados de la compañía, en términos de rentabilidad real (por la vía disminución de costos, aumento de producción, eliminación de desperdicios, etc)</p> <p>Definir procedimientos claros para la medición de los índices de mejoramiento que afecten el ingreso económico del personal de mantenimiento; se pretenden desarrollar metodologías y reglas sobre los índices de desempeño que no den pie a interpretaciones diversas que en lugar de mejorar la remuneración del trabajador generen conflictos.</p>
Desarrollar tecnológicamente los procesos de mantenimiento, buscando asegurar un mejor desempeño	<p>Desarrollar plan de formación del personal de mantenimiento sobre nuevas tecnologías y modelos administrativos y técnicos que puedan aplicarse, p. Ej. , técnicas de trabajo en equipo, filosofía TPM, metodologías de planificación de trabajo por ordenador, Mantenimiento Centrado en confiabilidad. El objetivo es mantener abierta la mente del personal hacia nuevos cambios.</p> <p>Investigar y probar nuevas tecnologías y equipos que mejoren la calidad del producto a través del mejoramiento de los procesos de mantenimiento, p. Ej. sistemas automáticos de medición de depósitos en calandrias de evaporadores, aplicación de nuevos materiales inmunes a corrosión, aplicación de materiales plásticos en usos hasta ahora reservados a los metales y que disminuirían el efecto que actualmente tienen sobre el producto final, etc.</p>
Direccinamiento hacia seguridad industrial para garantizar la integridad del personal	<p>Identificar tareas específicas de mantenimiento que impliquen riesgo de accidente. Elaborar procedimientos que garanticen la seguridad del personal. P. Ej. aquellos relacionados con trabajos en espacios confinados y presencia de vapores en evaporadores, aquellos que impliquen manejo de tuberías con salmuera caliente, aquellos donde se manipulen químicos especializados (soda cáustica, ácido clorhídrico, flúor, yodo, etc)</p> <p>Desarrollar procedimientos de seguridad para actividades típicas de mantenimiento (p. Ej. manejo de herramientas, trabajo en alturas, etc.)</p>
Facilitar la entrada en producción de nuevos productos, específicamente en el área de empaque	<p>Desarrollar modelos flexibles de programación de actividades de mantenimiento de acuerdo a las posibilidades de producción.</p> <p>Definir planes de actividades básicas de mantenimiento a cargo de producción que faciliten los cambios de referencias</p>

Continúa

Tabla 5. Objetivos del área de mantenimiento (Continuación)

QUE REQUIERE LA VISION DE LA EMPRESA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO	QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO
El personal de mantenimiento entiende que sus acciones pueden trascender los límites físicos de la empresa afectando a la comunidad que nos rodea	Establecer que fallas de equipos implican afectación a la comunidad, diferentes a los que pueden vincularlos a través de la afectación al medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación
	Establecer que procedimientos de mantenimiento pueden afectar a la comunidad, diferentes a los que pueden vincularlos a través de la afectación al medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación
El personal de mantenimiento entiende y comparte la filosofía de la calidad total y los procesos de mejoramiento continuo	Definir los valores de grupo que, como filosofía, soportan los preceptos de la calidad total y difundirlos en su cultura organizacional
Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad	Establecer procedimientos técnicos para intervenciones de mantenimiento
	Definir planes de actividades básicas de mantenimiento a cargo de producción
	Suministrar al personal de mantenimiento todas las condiciones técnicas de herramientas e instalaciones para poder ejecutar sus actividades
Garantizar confiabilidad operacional, mínima mantenibilidad	Evaluar equipos actuales que por su baja confiabilidad y/o alto costo de mantenimiento requieran de una decisión gerencial: sustitución, rediseño o reparación total, tomando como base la información recopilada a través del sistema de información definir, p. Ej en bombas, montacargas, reductores, transportadores, etc
	Planificar las actividades de mantenimiento para garantizar los repuestos y recursos necesarios para ejecutarlas en el momento oportuno en el menor tiempo posible
	Asegurar la calificación técnica del personal que realiza las intervenciones en los equipos, a través de procesos continuos de capacitación
	Partiendo de un estudio de criticidad de equipos, establecer un modelo de definición de prioridades para ejecución de trabajos, compartido con el área de producción
	Garantizar la información técnica correcta y actualizada, necesaria para hacer las intervenciones correspondientes y permita al técnico resolver problemas de manera efectiva, utilizando el sistema informático existente en la actualidad.
	Garantizar la información técnica en el momento oportuno y de la forma más ágil posible para poder efectuar las actividades de mantenimiento correspondientes, utilizando el sistema informático existente en la actualidad.

Continúa

Tabla 5. Objetivos del área de mantenimiento (Continuación)

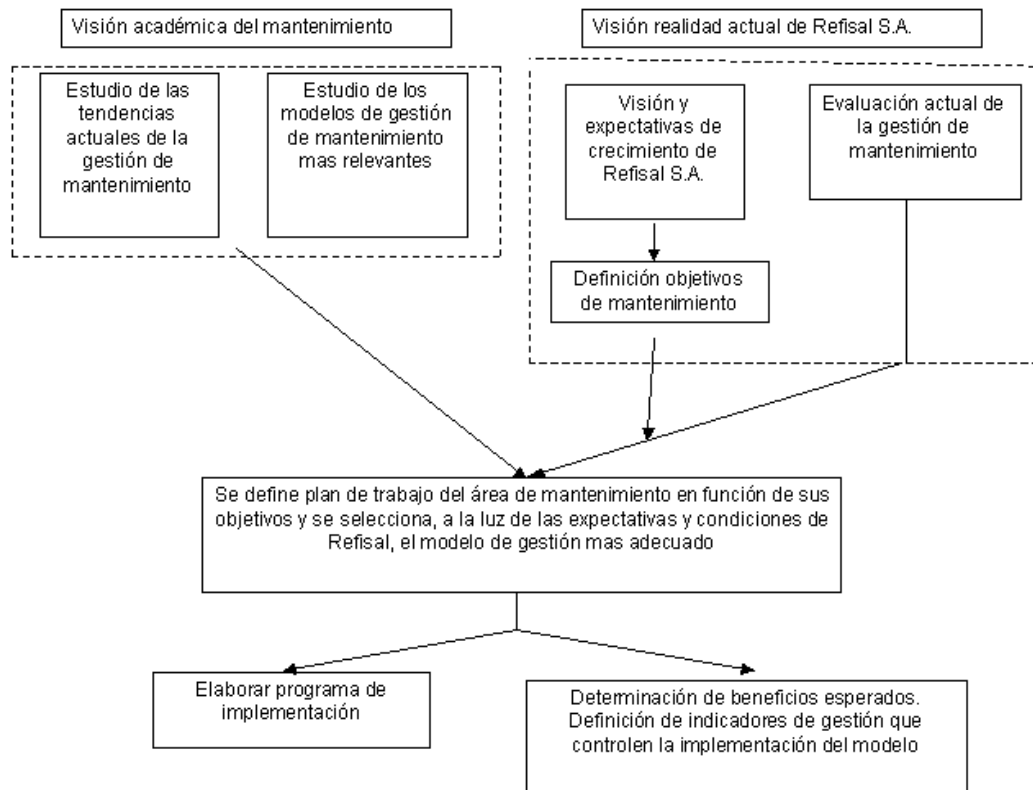
QUE REQUIERE LA VISION DE LA EMPRESA DE LA FUNCION MANTENIMIENTO	QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO
Asimilar rápidamente la llegada de nuevos equipos, con nuevas tecnologías para facilitar la entrada en operación de nuevos procesos productivos	Garantizar la adquisición de equipos confiables desde su diseño
	Obtener la información técnica adecuada que garantice la calidad de los trabajos efectuados a los nuevos equipos
Personal adecuadamente informado del desempeño y los resultados, tanto de cada uno de los integrantes como de la propia empresa	Definir índices de medición partiendo de la información suministrada por el personal de mantenimiento a través del software de administración de mantenimiento. Canalizar toda la información a través del software evitando al máximo la utilización de procesos o sistemas paralelos de administración y manejo de la información.
	Garantizar la toma de decisiones con base en los índices de mejoramiento planteados
Personal de mantenimiento capacitado	Definir y ejecutar un plan de capacitación a largo plazo (tres años), tomando como base las necesidades generadas en el análisis de las tareas de mantenimiento requeridas y las proyecciones hechas sobre uso de nuevas tecnologías
Personal de mantenimiento involucrado en los procesos de toma de decisiones	Desarrollar un modelo de trabajo basado en equipos, permitiendo al personal participar en los procesos de decisión en su nivel de competencia
Personal de mantenimiento motivado	Garantizar que todos los planes asociados al recurso humano se cumplan en una forma seria y ordenada
Personal formado, no solo técnica sino humanísticamente	Desarrollar plan de formación del personal de mantenimiento en áreas de desarrollo personal (p. Ej. Relaciones humanas, relaciones familiares, autoconocimiento, etc.) que apoyen los procesos y objetivos de la compañía
Procedimientos administrativos simples, alta utilización de la informática	Desarrollar procedimientos administrativos basados en el manejo digital de la información, buscando el mínimo desplazamiento de las personas, el mínimo papeleo y el mínimo número de personas involucradas
Niveles de producción de sus equipos a su capacidad de diseño	Establecer y corregir las condiciones de los equipos que impiden llegar a su capacidad productiva de diseño.
	Definir técnicamente los estándares de operación de los equipos asignados a mantenimiento

## 4. DEFINICION DEL PLAN DE ACCION Y EL MODELO DE GESTION A SEGUIR

### 4.1 MODELO DE ANÁLISIS A UTILIZAR

Con el fin de definir los pasos a seguir, se desarrolló el modelo mostrado en la Figura 5.

Figura 5. Proceso de análisis para selección de modelo de gestión



### 4.2 DEFINICION DEL MODELO DE GESTION

Con base en toda la información recopilada y consignada en este documento en los capítulos precedentes, y siguiendo los lineamientos de la Figura 5, se

establecen las siguiente sinopsis que servirá de base para aproximar el modelo de gestión que quiere definirse:

- Modelos de gestión de mantenimiento existentes: de acuerdo con lo expresado en el parágrafo 2.2 de este documento, es importante resaltar:
  - Todos los modelos de gestión son aplicables dentro de la función mantenimiento. De hecho la mayoría de las veces se combinan en la búsqueda del mejor resultado posible, siendo esta conclusión la que sustenta el modelo de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Lo que sí está claro, es que cada compañía desarrolla un modelo de gestión predominante que guía su accionar diario.
  - Se percibe una diferencia enorme entre el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y los demás modelos. Mientras que los últimos tienen una marcada concepción técnica al definir modelos racionales de la forma como se deben integrar los elementos que intervienen en la función mantenimiento haciendo referencia a la importancia de la intervención del recurso humano, el TPM centra su desarrollo en él y desarrolla su ingrediente técnico a partir de él.
  - Uno de los inconvenientes de la implantación del TPM en la cultura occidental es que requiere de toda una decisión empresarial de alto nivel y exige tiempos de implementación de años (tres a cinco años).
  - Tal como se deduce de la Figura 4, toda racionalización técnica debe pasar por un recurso humano para poder ejecutarse físicamente. Esto se traduce en que por mas bien diseñado cualquier proceso, modelo, procedimiento, etc. mientras no se garantice un recurso humano adecuadamente preparado y motivado los resultados no son garantizables. No son pocos los planes perfectos que se observan en la historia de la ejecución de la gestión de mantenimiento que no producen resultados efectivos a las organizaciones, o que, cuando funcionan, no son sostenibles en el mediano y largo plazo.
- Situación actual de Refisal S.A.
  - El modelo de gestión predominante en Refisal S.A. es el correctivo.
  - Se observan falencias importantes en muy diversos tópicos de la estructura de mantenimiento que deben ser corregidos con miras a fortalecer su efectividad dentro del contexto empresa.
  - A la fecha, este modelo correctivo ha sido sostenible en razón de la efectividad que ha demostrado el área en incrementar gradualmente la capacidad productiva de sus equipos, pero a medida que se acerca a los límites de diseño, la confiabilidad

operacional se hará exigible y el modelo correctivo dejará de ser viable.

- Se han realizado esfuerzos importantes en la implantación del modelo preventivo pero con resultados limitados y no cuantificados.
- Existe una fuerte debilidad al no aprovechar toda la información disponible a través del software MP2 para utilizarla como elemento efectivo de gestión.
- Observando la Tabla 1 es fácil concluir que Refisal S.A. se encuentra anclado en un modelo de gestión de 1960 con algunas adaptaciones de otros modelos mas recientes (como preventivo o predictivo) que hasta hoy, ante la baja competencia, no han requerido cambios importantes pero que ante panoramas de fuerte competencia (como los que se observan con la globalización) pueden cambiar drásticamente el panorama.
- Necesidades de mantenimiento provenientes del análisis de la visión de Refisal S.A.
  - Es notorio el énfasis de la compañía en el desarrollo de nuevos productos, el logro de rentabilidad, el compromiso social y la responsabilidad con el medio ambiente.
  - Se aprecia del análisis de las actividades necesarias para cubrir la visión planteada por Refisal S.A. que las asociadas al desarrollo del recurso humano tienen una participación relevante dentro del contexto.
  - El desarrollo de índices, sistemas de medición de la evolución de la gestión y procedimientos, intervienen preponderantemente en los objetivos resultantes para el área de mantenimiento, buscando un desarrollo continuo y a largo plazo de la función.

Con base en esta visión global extractada del contexto del documento, y después de un análisis conceptual de las diferentes variables, el autor considera que el modelo de gestión que mejor se puede ajustar a las necesidades de Refisal S.A. es el TPM, básicamente por las siguientes razones:

- Propende por una visión a largo plazo, buscando un ajuste cultural de la organización.
- Dadas las condiciones positivas de la situación financiera de Refisal S.A. resulta posible adoptar modelos que buscan resultados a largo plazo, con la fortaleza de una cultura organizacional sana para afrontar las cambiantes condiciones externas.

- Los objetivos asociados de mantenimiento a la visión, exigen una alta preocupación de la función en el desarrollo del recurso humano, condición ésta fundamental dentro del desarrollo del TPM.

Es importante aclarar que esta conclusión está sujeta a una decisión de alto nivel gerencial dentro de Refisal S.A. pues su éxito depende de su compromiso y apoyo. De no adoptarse tal decisión, igualmente los pasos planteados sirven de base para mejorar el desempeño del área de mantenimiento en su afán por incrementar los resultados positivos de la empresa, y por tanto continúan siendo un modelo a desarrollar y llevar a la práctica.

#### 4.3 PROGRAMA DE TRABAJO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO. INDICADORES DE EFECTIVIDAD.

Queda claro pues, que como consecuencia de los análisis precedentes se obtuvieron dos resultados no excluyentes:

- Un plan de trabajo emanado de la visión de la empresa que debe cumplirse para alcanzar los objetivos de mantenimiento, y
- Un modelo de gestión que debe acoger dichos objetivos y transformarlos en realidad de la forma mas efectiva (eficiente y eficaz) posible.

De esta aclaración se infiere que son dos procesos paralelos e integrados que poseen planes de trabajo de implantación relativamente independientes. Por esta razón, el cronograma propuesto independiza dichas actividades. Para el caso del TPM, el modelo de gestión trae claramente definido un proceso de implantación de doce pasos<sup>15</sup> el cual es la carta maestra de implantación y cuyas adaptaciones (a criterio de las personas que han hecho uso de ellas) son pocas. Por esta razón no se incluye referencia a este proceso en el cronograma presentado. Los índices de gestión sugeridos para cada actividad se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Índices de medición de gestión sugeridos para las actividades planteadas

---

<sup>15</sup> ARCINIEGAS, Carlos Alberto. Op. cit.. p. 36

QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO	COMO EVALUA EFECTIVIDAD	PRINCIPAL APOORTE A RENTABILIDAD
Definir que actividades de mantenimiento afectan directamente la calidad del producto y normalizarlas a través de procedimientos	Porcentaje de rechazos de productos por problemas de máquinas o procedimientos de trabajo de mantenimiento	Disminución de producto rechazado o reprocesado
Establecer analíticamente cuales son las tareas de mantenimiento que garantizan la operación confiable de cada equipo de acuerdo con su contexto operativo, para estimar su costo.	Tiempo medio entre fallas	Disminución horas de trabajo y recursos invertidos en actividades que no aportan valor
Establecer los índices de desempeño actual de la función mantenimiento en términos de su efecto en producción	No aplica	No aplica
Desarrollar un modelo de análisis de fallas para aquellos problemas crónicos o catastróficos que generen pérdidas de recursos, con el fin de resolver problemas de raíz de una forma técnicamente confiable	Tiempo medio entre fallas	Aumento en la producción
Establecer los costos actuales de mantenimiento por unidad de producto y su composición y definir puntos prioritarios de mejora	Costo de mantenimiento por unidad producida	Disminución del costo directo de mantener
Definir claramente el alcance y las implicaciones de mantenimiento dentro del contexto de la aplicación de la norma ISO 9000 y BPM, y registrarlos en procedimientos	Porcentaje de rechazos de productos por problemas de máquinas o procedimientos de trabajo de mantenimiento Número de acciones correctivas	Disminución de producto rechazado o reprocesado
Establecer que fallas de equipos implican afectación del medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación	Número de incidentes ambientales por fallas en mantenimiento	Incremento del "good will" de la empresa
Establecer que procedimientos de mantenimiento pueden afectar el medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación	Número de incidentes ambientales por fallas en mantenimiento	Incremento del "good will" de la empresa
Definir índices de mejoramiento que atenen el desempeño del personal con los resultados de la compañía.	Rentabilidad generada por efecto del mejoramiento de los índices definidos	Rentabilidad

Definir procedimientos claros para la medición de los índices de mejoramiento que afecten el ingreso económico del personal de mantenimiento	Encuesta de satisfacción del personal	Mayor productividad del personal
Desarrollar plan de formación del personal de mantenimiento sobre nuevas tecnologías y modelos administrativos y técnicos que puedan aplicarse	Horas de capacitación al mes	Aumento en la producción
Investigar y probar nuevas tecnologías y equipos que mejoren la calidad del producto a través del mejoramiento de los procesos de mantenimiento	Tiempo medio de reparación	Mayor productividad del personal

Continúa

Tabla 6. Índices de medición de gestión sugeridos para las actividades planteadas (Continuación)

QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO	COMO EVALUA EFECTIVIDAD	PRINCIPAL APOORTE A RENTABILIDAD
Identificar tareas específicas de mantenimiento que impliquen riesgo de accidente. Elaborar procedimientos que garanticen la seguridad del personal.	Índice de frecuencia de accidentes Índice de severidad de accidentes	Mayor productividad del personal
Desarrollar procedimientos de seguridad para actividades típicas de mantenimiento (p. Ej.. manejo de herramientas, trabajo en alturas, etc.)	Índice de frecuencia de accidentes Índice de severidad de accidentes	Mayor productividad del personal
Desarrollar modelos flexibles de programación de actividades de mantenimiento de acuerdo a las posibilidades de producción.	Número de ordenes de trabajo cerradas mes	Aumento en la producción
Definir planes de actividades básicas de mantenimiento a cargo de producción que faciliten los cambios de referencias	Tiempo de cambio de referencia de producto	Aumento en la producción
Establecer que fallas de equipos implican afectación a la comunidad, diferentes a los que pueden vincularlos a través de la afectación al medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación	Número de incidentes a la comunidad por fallas en mantenimiento	Incremento del "good will" de la empresa
Establecer que procedimientos de mantenimiento pueden afectar a la comunidad, diferentes a los que pueden vincularlos a través de la afectación al medio ambiente. Definir procedimientos o actividades que mitiguen o eliminen dicha afectación	Número de incidentes a la comunidad por fallas en mantenimiento	Incremento del "good will" de la empresa
Definir los valores de grupo que, como filosofía, soportan los preceptos de la calidad total y difundirlos en su cultura organizacional	Cuestionario semestral para valorar nivel de retención de preceptos en el personal de mantenimiento	Mayor productividad del personal
Establecer procedimientos técnicos para intervenciones de mantenimiento	Número de intervenciones mes ejecutadas sin procedimiento previo a la ejecución	Aumento en la producción
Definir planes de actividades básicas de mantenimiento a cargo de producción	Porcentaje de actividades de mantenimiento ejecutadas por producción respecto a programa	Aumento en la producción

Continúa

Tabla 6. Índices de medición de gestión sugeridos para las actividades planteadas (Continuación)

QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO	COMO EVALUA EFECTIVIDAD	PRINCIPAL APOORTE A RENTABILIDAD
Suministrar al personal de mantenimiento todas las condiciones técnicas de herramientas e instalaciones para poder ejecutar sus actividades	Número de ordenes de trabajo retrasadas por fallas en la planificación	Aumento en la producción
Evaluar equipos actuales que por su baja confiabilidad operacional deben ser remplazados para tomar acción gerencial sobre ellos	Tiempo medio entre fallas Tiempo medio de reparación Disponibilidad	Aumento en la producción
Planificar las actividades de mantenimiento para garantizar los repuestos y recursos necesarios para ejecutarlas en el momento oportuno en el menor tiempo posible	Número de ordenes de trabajo retrasadas por fallas en la planificación	Aumento en la producción
Asegurar la calificación técnica del personal que realiza las intervenciones en los equipos, a través de procesos continuos de capacitación	Número de horas de capacitación técnica al mes	Aumento en la producción
Establecer un modelo de definición de prioridades para ejecución de trabajos, compartido con el área de producción	Encuesta de nivel de satisfacción del cliente interno	Aumento en la producción
Garantizar la información técnica correcta y actualizada, necesaria para hacer las intervenciones correspondientes y permita al técnico resolver problemas de manera efectiva	Número de ordenes de trabajo retrasadas por fallas en la planificación	Mayor productividad del personal
Garantizar la información técnica en el momento oportuno y de la forma más ágil posible para poder efectuar las actividades de mantenimiento correspondientes	Tiempo medio de reparación	Mayor productividad del personal
Garantizar la adquisición de equipos confiables desde su diseño	Tiempo medio entre fallas Tiempo medio de reparación Disponibilidad	Aumento en la producción
Obtener la información técnica adecuada que garantice la calidad de los trabajos efectuados a los nuevos equipos	Número de ordenes de trabajo retrasadas por fallas en la planificación	Aumento en la producción
Garantizar la toma de decisiones con base en los índices de mejoramiento planteados	No aplica	Aumento en la producción

Continúa

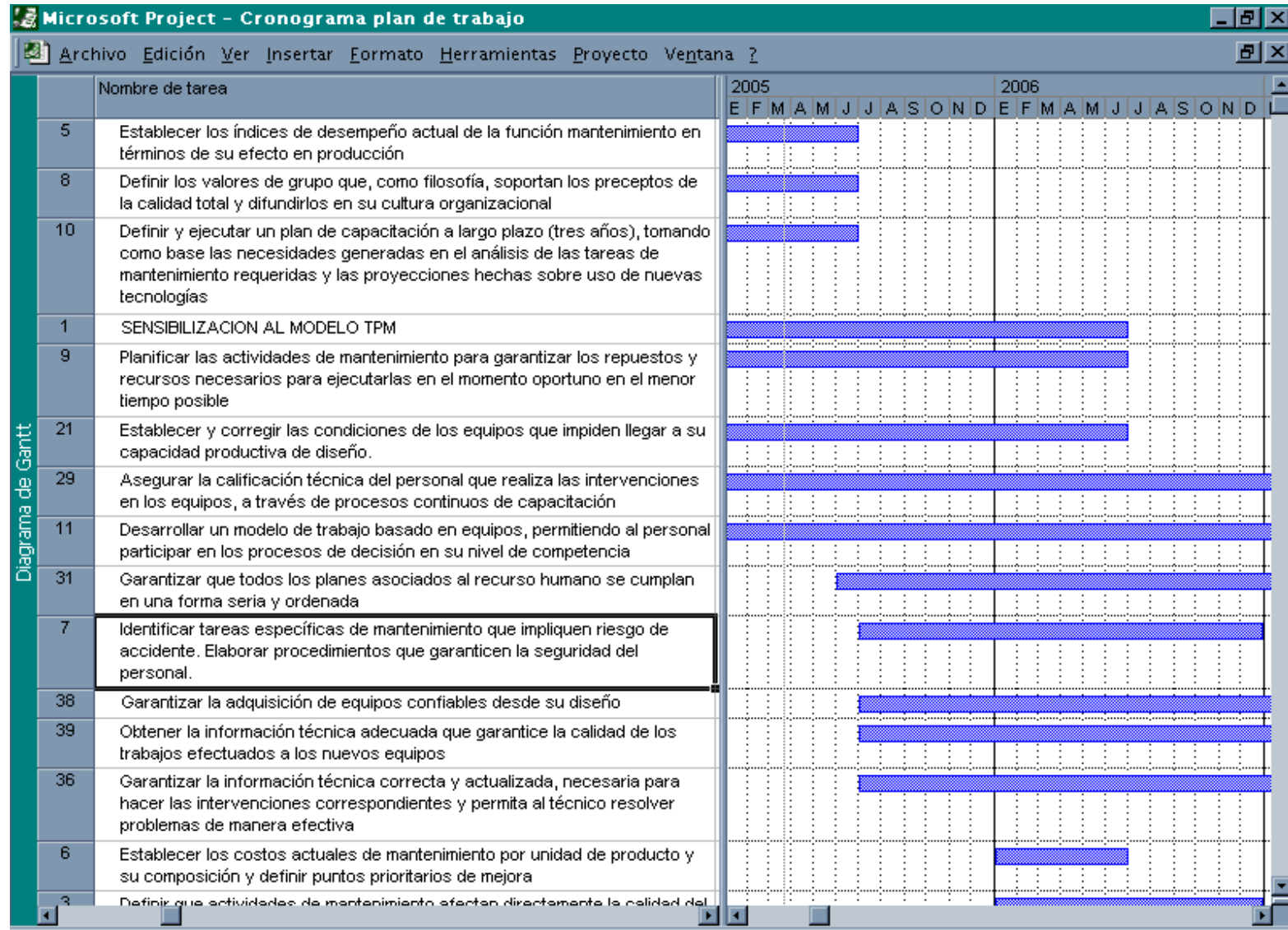
Tabla 6. Índices de medición de gestión sugeridos para las actividades planteadas (Continuación)

QUE IMPLICA EN MANTENIMIENTO COMO OBJETIVO	COMO EVALUA EFECTIVIDAD	PRINCIPAL APOORTE A RENTABILIDAD
Definir y ejecutar un plan de capacitación a largo plazo (tres años), tomando como base las necesidades generadas en el análisis de las tareas de mantenimiento requeridas y las proyecciones hechas sobre uso de nuevas tecnologías	Número de horas de capacitación técnica al mes	Mayor productividad del personal
Desarrollar un modelo de trabajo basado en equipos, permitiendo al personal participar en los procesos de decisión en su nivel de competencia	Tiempo medio entre fallas Tiempo medio de reparación Disponibilidad	Mayor productividad del personal
Garantizar que todos los planes asociados al recurso humano se cumplan en una forma seria y ordenada	Encuesta de nivel de satisfacción del personal de mantenimiento	Mayor productividad del personal
Desarrollar plan de formación del personal de mantenimiento en áreas de desarrollo personal (p. Ej. Relaciones humanas, relaciones familiares, autoconocimiento, etc.) que apoyen los procesos y objetivos de la compañía	Número de horas de capacitación en formación personal al mes	Mayor productividad del personal
Desarrollar procedimientos administrativos basados en el manejo digital de la información, buscando el mínimo desplazamiento de las personas, el mínimo papeleo y el mínimo número de personas involucradas	Tiempo de respuesta a solicitudes de los clientes internos	Mayor productividad del personal
Establecer y corregir las condiciones de los equipos que impiden llegar a su capacidad productiva de diseño.	Toneladas de sal producida al mes Toneladas de sal empacada al mes	Aumento en la producción
Definir técnicamente los estándares de operación de los equipos de producción asignados a mantenimiento	Tiempo medio de reparación	Aumento en la producción

En vista que la cantidad de actividades es alta, se requiere distribuir en el tiempo priorizando de la mejor forma posible; esto no implica que hasta que no se llegue a un determinado año no se pueda hacer algo: el modelo sugiere es que para esos periodos establecidos en el tiempo se haga un especial énfasis sobre el tema a trabajar. En la Tabla 7 se muestra el cronograma planteado.

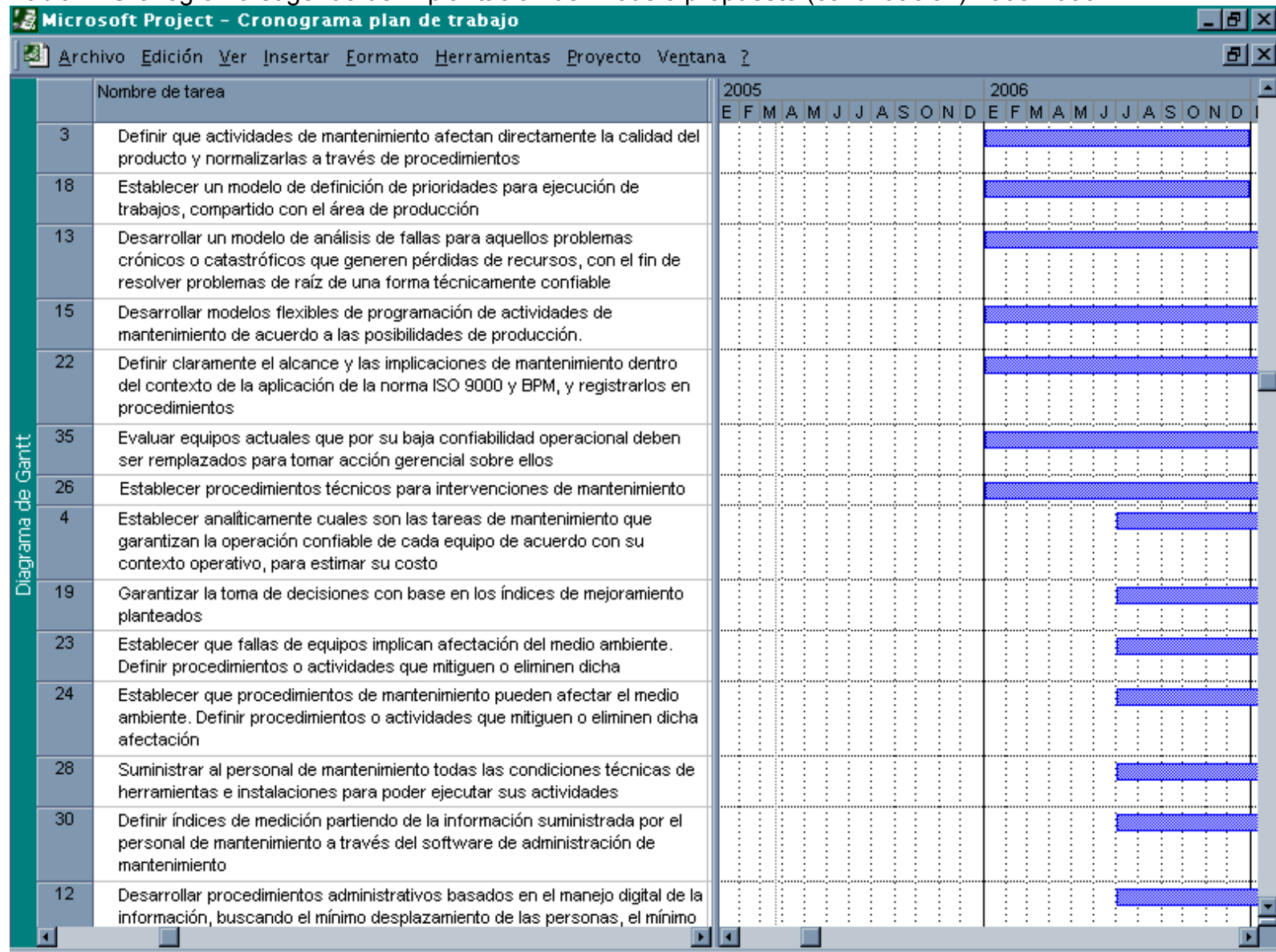
Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto

2005-2006



Continúa

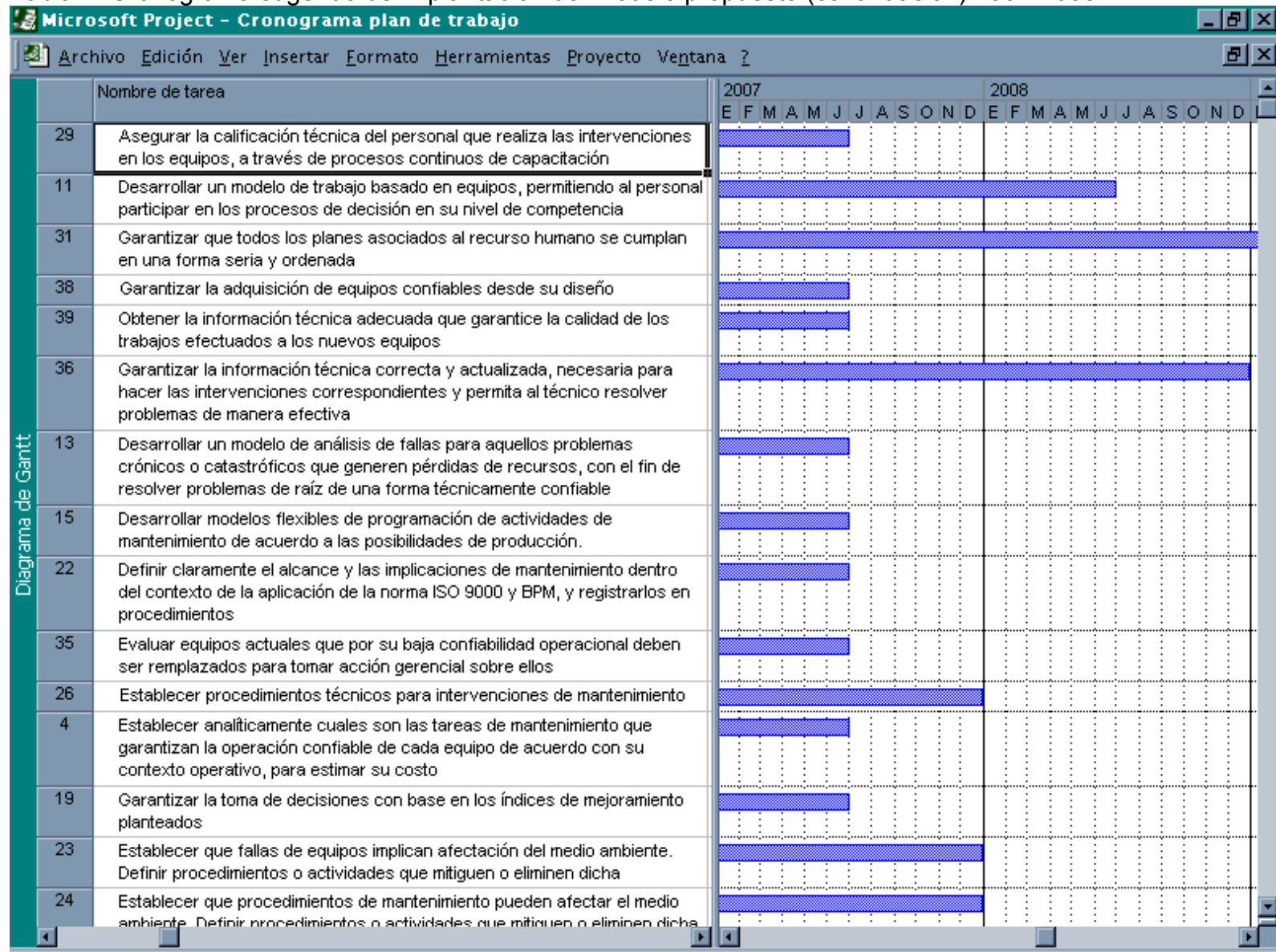
Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto (continuación) 2005-2006



Continúa

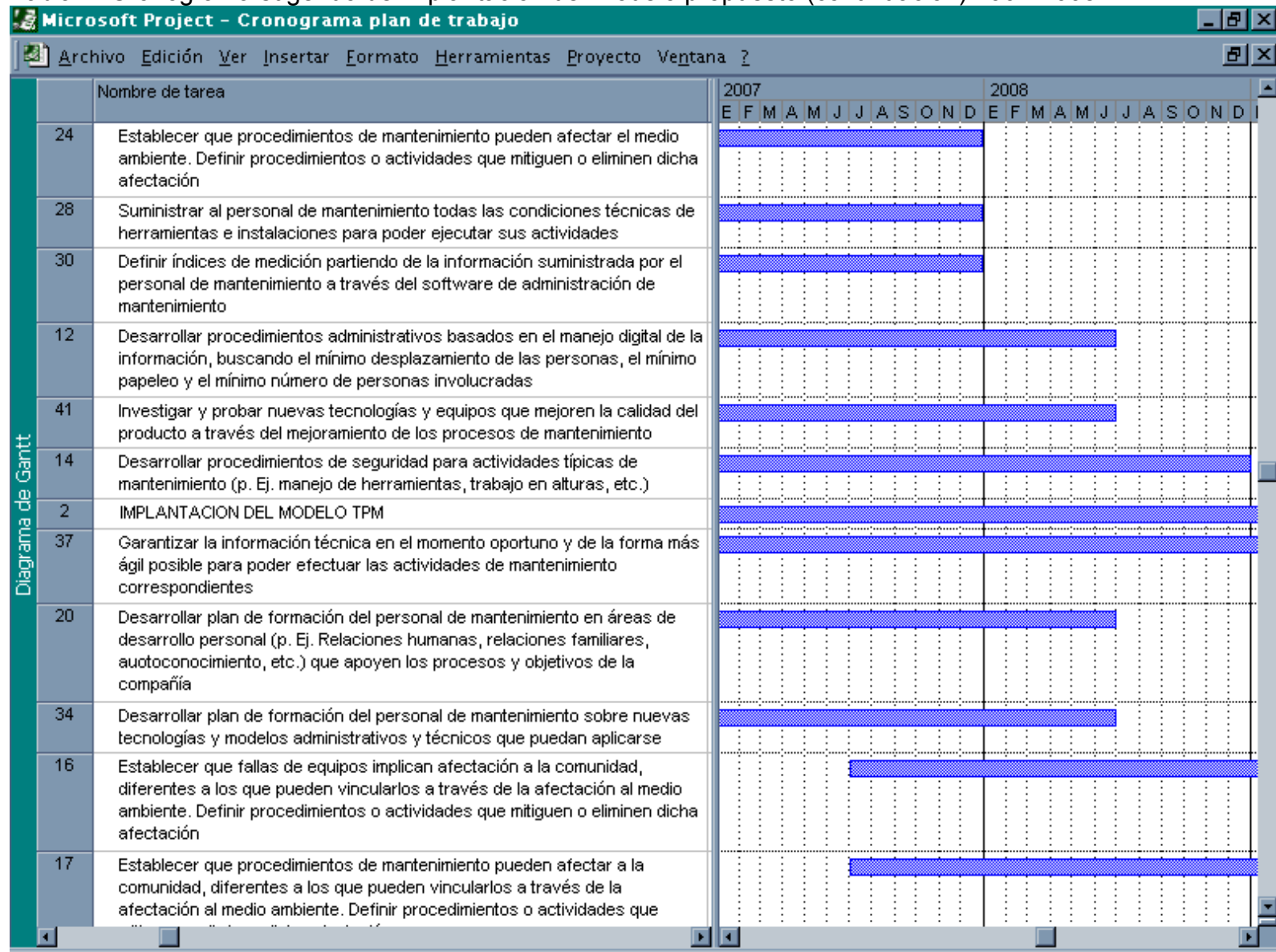


Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto (continuación) 2007-2008



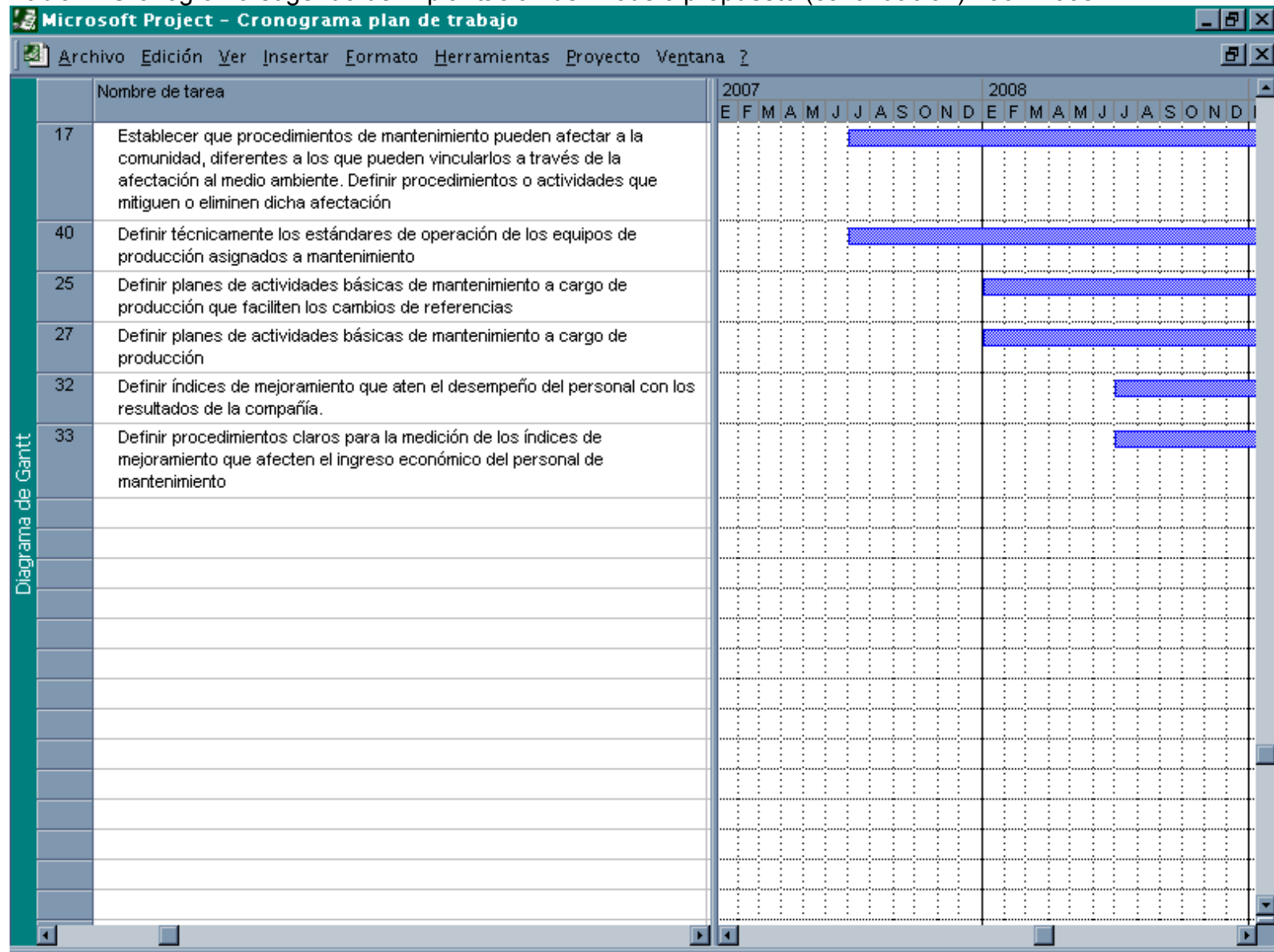
Continúa

Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto (continuación) 2007-2008



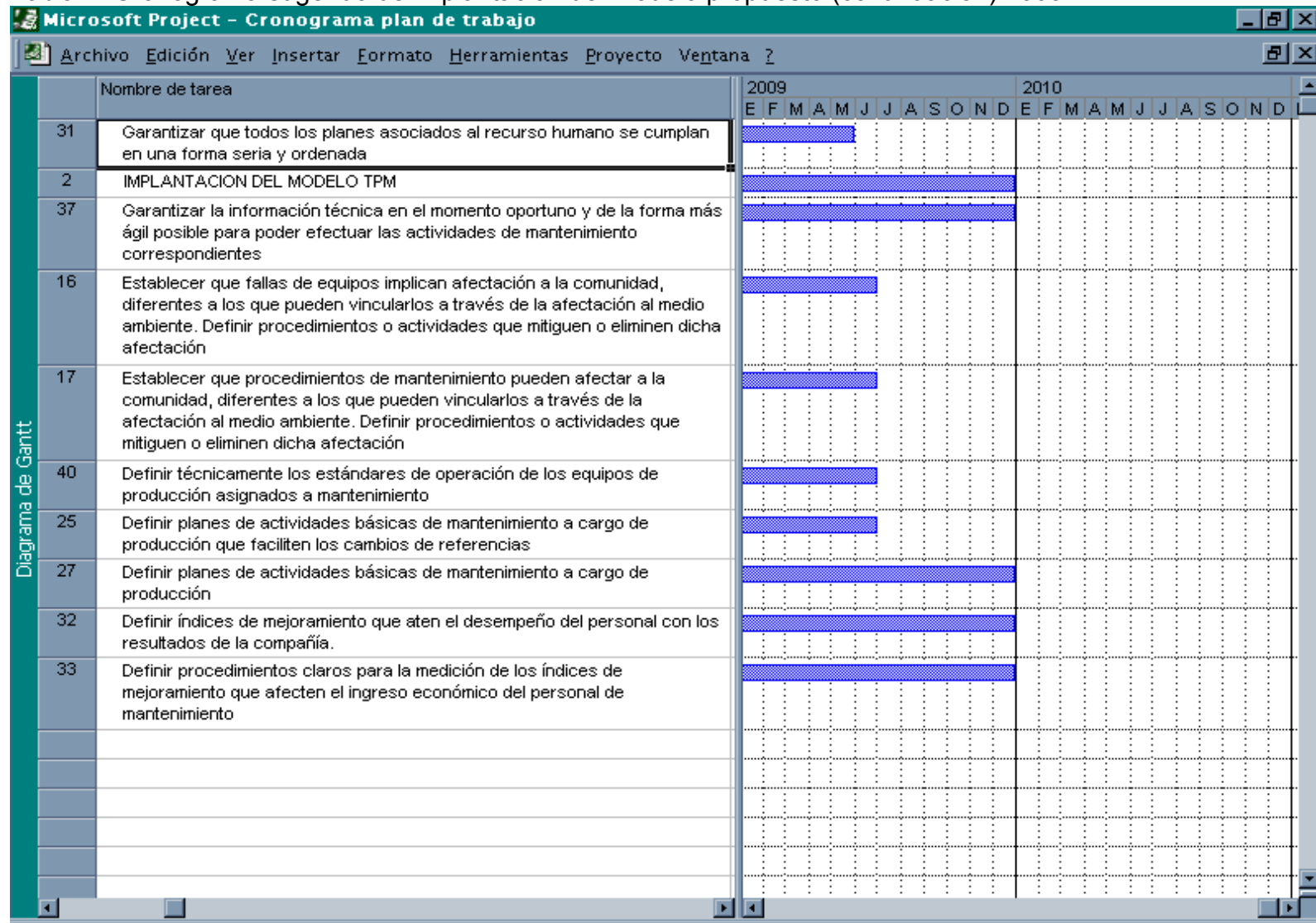
Continúa

Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto (continuación) 2007-2008



Continúa

Tabla 7. Cronograma sugerido de implantación del modelo propuesto (continuación) 2009



## 5. CONCLUSIONES

- Se plantea el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como modelo de gestión de mantenimiento a seguir, posterior a la corrección de una serie de falencias en la estructura del área, observadas a través del proceso de diagnóstico, para dar una base firme al proceso. Indudablemente la implantación de este modelo de gestión exige un compromiso abierto y real de la alta gerencia, quien deberá de dar los pasos que le corresponden en tal sentido.
- Del análisis del modelo de diagnóstico es importante resaltar la relevancia en el proceso del factor humano. No son pocos los planes perfectos que podemos diseñar en el papel y que van al traste al momento de ejecutarlos o se diluyen en el tiempo y quedan a la vigencia del líder de turno: todo lo que hacemos en el papel pasa por un ser humano al tratar de convertirse en realidad. Es tal vez esta premisa la que da mas pie a la selección del TPM como modelo: no se trata de un diseño de un proceso, se trata de una CULTURA de trabajo. El pasar por alto esta condición es, quizás, uno de los problemas mas arraigados en el personal técnico y de ingeniería.
- Utilizando la metodología propuesta en el plan de proyecto fue posible encontrar una respuesta coherente a la pregunta planteada acerca del modelo de gestión a seguir y las acciones a emprender conducentes a desarrollar una función de mantenimiento alineada con la visión, considerando las amenazas y oportunidades de Refisal S.A., y considerando los nuevos esquemas administrativos que sobre la gestión de mantenimiento se han desarrollado a través del tiempo y las expectativas de los sistemas productivos.
- Establecida la metodología para el análisis de la gestión de mantenimiento, su proyección para aplicarla en las otras secciones de mantenimiento es completamente viable, simplificada por el hecho de que el entorno empresarial es el mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMÉNDOLA, Luis. Modelos mixtos de confiabilidad. 2003. Disponible desde internet <http://www.datastream.net/latinamerica/libro/Almendola>

ARCINIEGAS, Carlos Alberto, Mantenimiento Productivo Total. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2004: Bogotá)

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2003: Bogotá).

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. 1 ed. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003, p.4-5

GONZALEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. En: ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS. (2003: Bogotá) p. 94

HUTTON, Allan. “Maintenance to improvement – Where to start”. En: Maintenance Journal, No. 1 (enero – febrero, 2003)

KELLY, A. y HARRIS, M. j. Gestión del mantenimiento industrial. 1 ed. Madrid, España: Fundación Repsol, 1997.

LOURIVAL, Tavares. Manual de mantenimiento. 2003. p. 99-112. Disponible desde internet <http://www.datastream.net/latinamerica/lourival/book>





