

**ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA, FINANCIERA Y COMERCIAL PARA UNA  
EMPRESA DE MANTENIMIENTO TIPO OUTSOURCING ENFOCADA AL AREA  
DE VACÍO EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS**

**DIEGO ANDRES AGUILAR**

**JORGE ARTURO CARREÑO DIAZ**

**DANIEL ENRIQUE PRIETO NAVARRERA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA**

**ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BUCARAMANGA**

**2013**

**ESTRUCTURACION TECNICA, FINANCIERA Y COMERCIAL PARA UNA  
EMPRESA DE MANTENIMIENTO TIPO OUTSOURCING ENFOCADA AL AREA  
DE VACIO EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS**

**DIEGO ANDRES AGUILAR**

**JORGE ARTURO CARREÑO DIAZ**

**DANIEL ENRIQUE PRIETO NAVARRERA**

**Monografía De Grado presentada como requisito para optar al título de  
Especialista En Gerencia De Mantenimiento**

**Director: Carlos Mario Tamayo**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA**

**ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**BUCARAMANGA**

**2013**

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. OUTSOURCING .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 CONCEPTOS GENERALES DE OUTSOURCING.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 BENEFICIOS POTENCIALES DEL OUTSOURCING.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 PRINCIPALES RAZONES TÁCTICAS DEL OUTSOURCING.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 RIESGOS POTENCIALES DEL OUTSOURCING.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 ERRORES COMUNES EN PROYECTOS DE OUTSOURCING.....</b>	<b>17</b>
<b>1.6 LOS OBJETIVOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO POR OUTSOURCING. ....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.1 EL CORE BUSINESS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.2 LA CONVERSIÓN DE COSTOS. ....</b>	<b>19</b>
<b>1.6.3 LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.....</b>	<b>20</b>
<b>1.7 TIPOS DE EMPRESAS DE MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.1 SERVICIO TÉCNICO DE UN FABRICANTE O SUMINISTRADOR.....</b>	<b>23</b>
<b>1.7.2 EMPRESAS FILIALES DE UNA INGENIERÍA O UN CONSTRUCTOR..</b>	<b>24</b>

1.7.3	EMPRESAS ESPECIALIZADAS EN UNA MÁQUINA O INSTALACIÓN. 25	
1.7.4	GRANDES EMPRESAS GENERALISTAS. ....	27
1.8	EL CONTRATO DEL MANTENIMIENTO .....	29
1.8.1	SERVICIO DE TIEMPO Y MATERIALES PARA TRABAJOS PUNTUALES. ....	29
1.8.2	CONTRATO CON PRECIO CERRADO. ....	29
1.8.3	CONTRATOS DE MANTENIMIENTO A PRECIO VARIABLE POR RESULTADOS. ....	30
1.8.4	CONTRATOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. ....	30
1.9	INDICADORES DE MANTENIMIENTO - MEDIDAS DE CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD CDM.....	30
1.9.1	CONFIABILIDAD (R).....	31
1.9.1.1	PROBABILIDAD.....	32
1.9.1.2	DESEMPEÑO SATISFACTORIO.....	32
1.9.1.3	PERÍODO.....	33
1.9.1.4	CÁLCULO DE CONFIABILIDAD.....	33
1.9.2	MANTENIBILIDAD (M).....	34
1.9.3	DISPONIBILIDAD (A).....	35
2.	GESTIÓN DE REPUESTOS.....	36
2.1	MODELO PARA EL ANÁLISIS DE INVENTARIOS.....	40
2.1.1	PARTES DEL PROCESO DE GESTIÓN DE REPUESTOS.....	41

<b>3.</b>	<b>CONTRATACION DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>TIPOS DE CONTRATO PARA MANTENIMIENTO.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.1</b>	<b>SERVICIO DE TIEMPO Y MATERIALES PARA TRABAJOS PUNTUALES.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.2</b>	<b>CONTRATO CON PRECIO CERRADO .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.3</b>	<b>CONTRATOS DE MANTENIMIENTO A PRECIO VARIABLE POR RESULTADOS. ....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.4</b>	<b>CONTRATOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>48</b>
<b>3.2</b>	<b>ESTRUCTURA ESTÁNDAR DE CONTRATACIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1</b>	<b>CLÁUSULAS DEL CONTRATO.....</b>	<b>49</b>
<b>4.5.2</b>	<b>PANORAMA DE RIESGOS.....</b>	<b>68</b>
<b>6.</b>	<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>79</b>
<b>6.1</b>	<b>MANEJO DE LA INFORMACIÓN: .....</b>	<b>79</b>
<b>6.2</b>	<b>BENEFICIOS ESPERADOS:.....</b>	<b>80</b>
<b>6.2.1</b>	<b>PARA LOS PROCESOS DE LOS CLIENTES: .....</b>	<b>80</b>
<b>6.2.2</b>	<b>PARA LA GERENCIA: .....</b>	<b>80</b>
<b>6.3</b>	<b>ESTRUCTURA TÉCNICA DEL AM:.....</b>	<b>81</b>
<b>6.3.1</b>	<b>INFRAESTRUCTURA [IE]:.....</b>	<b>82</b>
<b>6.3.1.1</b>	<b>ASPECTOS IMPORTANTES: .....</b>	<b>82</b>
<b>6.3.2</b>	<b>EQUIPOS O ACTIVOS [EQ]: .....</b>	<b>84</b>
<b>6.3.2.1</b>	<b>ASPECTOS IMPORTANTES: .....</b>	<b>84</b>

<b>6.3.3</b>	<b>REPUESTOS [RP]:.....</b>	<b>85</b>
<b>6.3.3.1</b>	<b>ASPECTOS IMPORTANTES: .....</b>	<b>85</b>
<b>6.3.4</b>	<b>PEDIDOS [PD]: .....</b>	<b>87</b>
<b>6.3.5</b>	<b>KÁRDEX DE REPUESTOS [KX]:.....</b>	<b>87</b>
<b>6.3.6</b>	<b>COMBUSTIBLES [CB]:.....</b>	<b>87</b>
<b>6.3.7</b>	<b>PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO [PM]: .....</b>	<b>88</b>
<b>6.3.7.3</b>	<b>PRESUPUESTO:.....</b>	<b>90</b>
<b>6.3.8</b>	<b>SOLICITUDES DE SERVICIO [SS]:.....</b>	<b>95</b>
<b>6.3.10</b>	<b>ÓRDENES DE TRABAJO [OT]:.....</b>	<b>95</b>
<b>6.3.11</b>	<b>HISTORIA DE MANTENIMIENTO [HI]:.....</b>	<b>98</b>
<b>6.3.12</b>	<b>ADMINISTRACIÓN [AD]:.....</b>	<b>98</b>
<b>6.4</b>	<b>COMPLEMENTOS PARA EL AREA COMERCIAL: .....</b>	<b>98</b>
<b>7.</b>	<b>MEDICIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>99</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>111</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Ejemplo de encuesta para personal técnico basado en equipos de tipo campana.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 2 Análisis de criticidad de repuestos por equipo.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3 Formato de registro de averías. ....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 4 Orden de trabajo correctivo (OTC).....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 5 Orden de trabajo preventivo (OTP). ....</b>	<b>78</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Evolución natural de los procesos de outsourcing en la mayoría de las empresas. ....	21
Ilustración 2. Diagrama de flujo para gestión de repuestos. ....	40
Ilustración 3 Diagrama del ciclo de vida de un contrato de mantenimiento...44	
Ilustración 4 Ventana Principal AM-Winsoft. ....	82
Ilustración 5 Ventana Equipos y parámetros. ....	84
Ilustración 6 Ventana Repuestos.....	87
Ilustración 7 Ventana Programas parámetros iniciales.....	89
Ilustración 8 Ventana Programas Criterios de programación.....	89
Ilustración 9 Ventana Programas Presupuestos.....	90
Ilustración 10 Ventana Programas Asignación \$ Mano de Obra .....	91
Ilustración 11 Ventana Programas Asignación \$ Repuestos a utilizar. ....	91
Ilustración 12 Ventana Programas Asignación \$ Repuestos a utilizar. ....	92
Ilustración 13 Ventana Programas Proyección 1. ....	93
Ilustración 14 Ventana Programas Proyección 2 .....	94
Ilustración 15 Ordenes de trabajo. ....	97
Ilustración 16 Estado porcentual orden de trabajo.....	97
Ilustración 17 Listado mensual de oficios. ....	100
Ilustración 18 Actividades por equipo y pm. ....	101
Ilustración 19 Listado de oficios (mes - cc - equipo - día).....	102
Ilustración 20 Actividades por mes y día.....	102
Ilustración 21 Actividades por mes y día.....	103
Ilustración 22 Listado mensual de repuestos .....	104
Ilustración 23 Presupuesto programado mensual (c.c. - mes - equipo). ....	105
Ilustración 24 Listado de repuestos por mes, equipo y pm .....	105
Ilustración 25 Detalle de orden de trabajo. ....	106
Ilustración 26 Necesidades de mano de obra. ....	108

<b>Ilustración 27 Resumen del número de órdenes de trabajo. ....</b>	<b>109</b>
<b>Ilustración 28 Resumen del número de órdenes de trabajo. ....</b>	<b>109</b>
<b>Ilustración 29 Trabajos pendientes por rangos mensuales. ....</b>	<b>110</b>

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA, FINANCIERA Y COMERCIAL PARA UNA EMPRESA DE MANTENIMIENTO TIPO OUTSOURCING ENFOCADA AL AREA DE VACÍO EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS\*

**AUTOR:** DIEGO ANDRES AGUILAR

JORGE ARTURO CARREÑO DIAZ

DANIEL ENRIQUE PRIETO NAVARRERA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Outsourcing, Gestión, inventarios, repuestos, Costos, Software.

El presente trabajo muestra de manera metódica, los lineamientos, principios operativos y filosóficos de una empresa de mantenimiento de tipo outsourcing, generando el enfoque de una empresa nueva; encaminada a la mejora continua y el bienestar de los clientes; centrando sus esfuerzos en la orientación y el debido acompañamiento a los usuarios; tomando como referencia la experiencia de los integrantes en procesos y equipos de sector de alimentos y radicando los objetivos en:

- La aclaración de los tipos de contratación, pensado en exigencias o procesos de las empresas, reflejado en los clientes teniendo en cuenta las condiciones y alcance de cada una, esta labor orientada por el estudio de paradigmas que se tengan. Aclaración de posibles alcances de cada uno de los componentes en contratos con el ánimo de clarificar todos los puntos posibles, dejando claridad en oportunidades y responsabilidades de ambas partes.
- Mediante un análisis básico, se plantea la organización y planeación de inventarios de repuestos y la disposición correspondiente teniendo en cuenta el uso y los costos, maximizando disponibilidad y disminuyendo los costos de almacenaje y los costos por paros.
- Además de la generación de utilidad, el objetivo principal de toda compañía es la atención de una necesidad, donde la concentración de esfuerzos en el acercamiento al cliente y la retroalimentación de las necesidades e inquietudes de los mismos, hace del proyecto de empresa una propuesta viable y diferenciadora en el mercado, presentando alternativas en filosofía de mantenimiento al alcance de todos.
- Todos los procesos consignados en los parámetros de atención y gestión para el servicio se ven reflejados en la disposición de información de forma rápida y válida Software mediante el software para administración, herramienta que simplifica la gestión y optimiza los tiempos de respuesta para la mayoría de las situaciones que se presentan en las industrias.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad: Ingenierías físico-mecánicas. Escuela: Ingeniería Mecánica.

Director: Carlos Mario Tamayo

## SUMARY

**TÍTULO:** TECHNICAL, FINANCIAL AND COMMERCIAL STRUCTURE FOR MAINTENANCE OUTSOURCING COMPANY FOCUSED ON THE AREA OF VACUUM FOOD INDUSTRIES \*

**AUTOR:** DIEGO ANDRES AGUILAR

JORGE ARTURO CARREÑO DIAZ

DANIEL ENRIQUE PRIETO NAVARRERA\*\*

**KEYWORDS:** Outsourcing, Management, Downtime Costs, Software, Maintenance.

The present paper shows of methodical guideline of the lineaments, operative and philosophical principles of a maintenance outsourcing company, generating a vision of a new business approach with an continuous improvement and the welfare of the customers, centering all the efforts on the orientation and on the support to the users, taking like reference the experience of the employ of the company for way the objectives in:

- The clarification of the types of contraction, thinking on the requirements or process of the companies checking the conditions and north of every one, this work focused for the study of paradigms have.
- With a basic analyze, raises the organization and planning of inventories of spare parts and the corresponding provision in view of the use and costs, maximizing availability and reducing storage costs and downtime costs.
- Besides generating utility, the main objective of any company is the care of a need, is where the concentration of efforts on customer approach and feedback from the needs and concerns of its stakeholders, the project company makes a proposal differentiating viable market, presenting alternatives in maintenance philosophy to all.

All the processes set forth in the care and management parameters for the service, are reflected in the arrangement of information quickly and validate Software by management software tool that simplifies the management and optimize the response times for most situations which arise in industry

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad: Ingenierías físico-mecánicas. Escuela: Ingeniería Mecánica.

Director: Carlos Mario Tamayo

## INTRODUCCIÓN

El Outsourcing o Tercerización (también llamada subcontratación) es una técnica innovadora de administración, que consiste en la transferencia a terceros de ciertos procesos complementarios que no forman parte del giro principal del negocio, permitiendo la concentración de los esfuerzos en las actividades esenciales a fin de obtener competitividad y resultados tangibles

Con la obligación de ser más productivos, reducir al máximo los sobre costos, tener plantas más flexibles, ser globales, crecer sin usar más capital, responder a las amenazas y oportunidades de la economía, no padecer ante el envejecimiento de la fuerza laboral y batallar por el pensar del consumidor, las organizaciones se están enfocando en potenciar el eje central del negocio, en el que se tienen ventajas competitivas con respecto a la competencia fortaleciendo y transfiriendo a terceros procesos que no generen valor agregado o no sean determinantes para los productos finales.

Dadas estas circunstancias en que se encuentra el país, se abre una brecha económica para las PYMES que tengan personal competente y capacitado para prestar servicios de mantenimiento y transferir así los riesgos a un tercero que pueda dar garantías de experiencia y seriedad en el área. En cierto sentido este prestador pasa a ser parte de la empresa, pero sin incorporarse formalmente.

## **1. OUTSOURCING**

### **1.1 CONCEPTOS GENERALES DE OUTSOURCING.**

El termino outsourcing se refiere a una alianza pensada a largo plazo, en la cual el cliente y el proveedor combinan conocimientos para hacer frente a las demandas del mercado, puesto que ambos comprenden que su beneficio dependen directamente del éxito de su socio. Generalmente una estrategia de outsourcing se refiere a dejar en manos del proveedor toda una función y no solo ciertos trabajos.

En la actualidad el outsourcing de servicios representa una oportunidad para potenciar los recursos de una empresa permitiendo que los concentre en desarrollar y afianzar sus ventajas competitivas, pasando de un enfoque de corto plazo a una decisión estratégica.

Inicialmente una empresa recurriría a la tercerización como una manera de disminuir los costos operativos, transformando aquellos costos fijos en variables. Sin embargo esta alternativa ha evolucionado con el correr de los años, convirtiéndose en una herramienta cada vez más utilizada por gerentes y directores que buscan soluciones a las constantes fluctuaciones de los mercados<sup>1</sup>.

### **1.2 BENEFICIOS POTENCIALES DEL OUTSOURCING.**

Existen dos categorías generales para los cuales el outsourcing puede generar beneficios a la organización.

Principales razones tácticas para el outsourcing

---

<sup>1</sup> CAM COMITÉ ARGENTINO DE MANTENIMIENTO, Tercerización Ing. Marco Paolini Meza de tercerización integral.

Reducir costos operativos: Las empresas buscan convertir sus costos fijos en variables. De esta forma ligan mejor sus fuentes de ingreso a sus costos.

Abastecer excesos de demanda: Si la empresa disminuye su actividad en determinado sector, no carga con unos costos fijos independientes de su producción. Sus ingresos y sus costos se ligan de forma directa.

- Evitar inversiones: En algunas ocasiones, la empresa principal no cuenta con los conocimientos o medios técnicos necesarios para acometer el mantenimiento de un equipo concreto, de una parte de la instalación o incluso de una planta completa.
- Ayudar a una situación de un mantenimiento rápido: Para muchas empresas es más complejo exigir unos resultados a una cuadrilla propia que a una empresa contratista. A nivel contractual puede ligarse la facturación del contratista con los resultados obtenidos<sup>2</sup>

### **1.3 PRINCIPALES RAZONES TÁCTICAS DEL OUTSOURCING.**

- Adquirir nuevas habilidades: La posibilidad de enfocarse en el corazón del negocio abre la posibilidad de dar valor agregado, reingeniería, optimización de procesos y recursos.
- Adquirir mejores niveles de management: El desgaste del manejo del recurso humano, impide a la dirección de una compañía desarrollar mejores habilidades en la gestión del negocio, planificación de producción, disponer de recursos especializados en cualquier momento.

### **1.4 RIESGOS POTENCIALES DEL OUTSOURCING.**

---

<sup>2</sup> García, Santiago. La contratación del mantenimiento industrial, Díaz de Santos, 2010.P.7.

Si bien el objetivo del outsourcing persigue objetivos en beneficio mutuo entre cliente y proveedor, existen algunos riesgos asociados con esta decisión.

- No se trata el proyecto de outsourcing con seriedad: un proyecto de esta naturaleza debe, por definición, involucrar a todos los niveles de la empresa, para garantizar el compromiso de todos sus participantes. La decisión de llevar a cabo un outsourcing debe surgir de la decisión de la organización, y difundirse en el momento oportuno a todos sus miembros.
- No tener parámetros de comparación firme y confiable: Un buen diagnóstico interno es lo que permitirá a la organización cuantificar algunos aspectos del proyecto, para de esta forma tener bases sólidas a la hora de comparar las propuestas del principal proveedor con sus propios resultados.
- No realizar una buena selección de proveedores: Por además de un buen nivel tecnológico, capacidad técnica y experiencia, otros aspectos, como la solidez financiera, el respaldo y trayectoria, pueden garantizar el éxito del proyecto.

### **1.5 ERRORES COMUNES EN PROYECTOS DE OUTSOURCING.**

Algunas empresas en el proceso de outsourcing incurren en los siguientes errores:

- Esconder información: un proceso exitoso supone una planificación integral y conjunta de todas las etapas del mismo. Toda la información relevante debe ser puesta de manifiesto en un marco de confidencialidad y compromiso.
- Creer que más barato es más económico: Lo que a primera vista puede resultar financieramente más atractivo, no siempre es la mejor opción a largo plazo. El componente económico no es el único factor a tener en cuenta en estos proyectos.

- Contratar un proveedor cuando sólo se quiere un subordinado: Algunas empresas solo desean que un proveedor acepte las condiciones de definidas de antemano, y por el contrario, al contratar un agente externo especializado en su actividad, se debe estar preparado para la posibilidad de que sugiera ideas distintas a las concebidas por el cliente.

## **1.6 LOS OBJETIVOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO POR OUTSOURCING.**

Algunos objetivos que nos llevan a tercerizar la función de mantenimiento:

### **1.6.1 El Core Business**

Una tendencia generada por la gran industria, liderada en esa actitud por la industria del automóvil y sus auxiliares, es la externalización de todos los servicios que queden fuera del corazón del negocio.

Así, las grandes empresas han tercerizado en su totalidad, la vigilancia, el transporte el almacenamiento y los servicios logísticos, la limpieza, los servicios jurídicos, en algunos casos determinados servicios administrativos y, como no, sus necesidades de mantenimiento de las instalaciones y máquinas. No se plantean si esta forma de actuar es más cara o más barata, simplemente ven más ventajas que inconvenientes en esta forma de actuar. Y entre las ventajas la que más peso tiene, es la posibilidad de centrarse en el corazón del negocio, en la parte que más valor genera, en la que son auténticos expertos. La parte que se reservan suele ser la etapa productiva central, e incluso esa, poco a poco va perdiendo algunas fases: aspectos que antes se consideraban dentro del negocio central un tiempo después también se tercerizarán, en un proceso que no parece no tiene un límite claro.

El mantenimiento de las instalaciones entra dentro de esta política. Requiere de conocimientos técnicos muy especializados ajenos al producto o servicio principal: análisis de vibraciones, termografías, reparación de bombas centrifugas, reparación de robots de montaje, programación de autómatas, lubricación... Todo ello requiere de un conocimiento técnico elevado, pero que para el caso de una refinería, empresa de eléctrica o de ensamble de automóviles se aparta del conocimiento y desarrollo de su fuente de ingreso; requiere la dedicación de recursos valiosos de la empresa a una actividad que fácilmente puede contratarse externamente en el mercado; requiere de políticas de formación, de contratación, de adquisición de medios técnicos que suponen distraer la atención de lo que consideran lo verdaderamente importante<sup>3</sup>.

### **1.6.2 La conversión de costos.**

Desde un punto de vista netamente financiero es lógico pensar basándose en la ley de la oferta y la demanda en tener menores gastos fijos y poder ser flexibles en los momentos o situaciones que lo ameriten. Así, si la empresa disminuye su actividad en determinado sector, no se carga con unos gastos fijos independientes de su producción. Sus costos y sus ingresos se ligan de una forma directa. No cabe duda que la externalización del mantenimiento basado en un contrato adecuado ayuda a la consecución de este objetivo.

Puede ocurrir en primer lugar que la empresa quiera primar y fomentar el trabajo bien hecho, el trabajo de calidad. De esta forma, permite al contratista que se beneficie de un trabajo bien hecho que reporta beneficios al cliente, a la vez que le penaliza directamente si el cliente se ve afectado por una gestión inadecuada del

---

<sup>3</sup> García, Santiago, op. cit, p 17.

contrato. Son los contratos llamados *win-win*, que ligan la producción con la facturación del contratista, es decir, los resultados económicos de uno y otro.

Puede ocurrir que la producción sea variable porque el mercado también lo sea, le cliente en estos caos prefiere huir de una plantilla propia que tendría que mantener en momentos de baja demanda, y prefiere ponerlo en manos de un contratista que le pueda ofrecer una flexibilidad que por sí mismo tiene dificultades para afrontar, sobre todo en la gestión de la mano de obra de mantenimiento<sup>4</sup>.

### **1.6.3 La mejora de la productividad.**

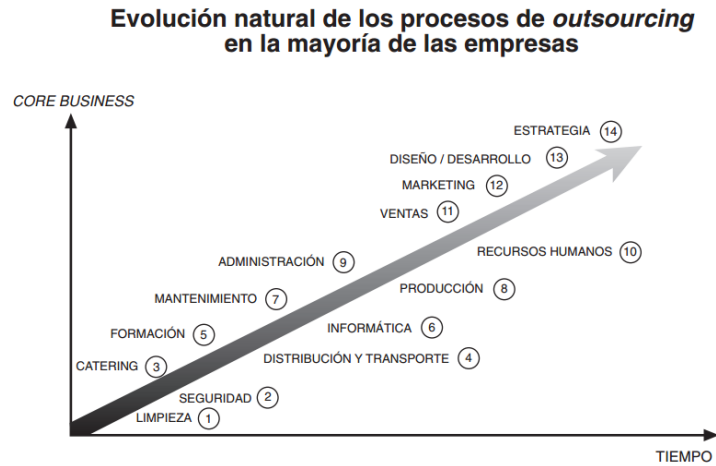
Aunque desde un punto de vista casi filosófico la evolución temporal de las razones y visiones anteriores es la teoría que diversos autores defienden, la realidad es que la necesidad imperiosa de mejorar la productividad de las empresas es la base que motiva a los empresarios a plantearse la contratación externa como la fuente de mejora competitiva.

Esta realidad es la que ha animado a profundizar en el outsourcing en la mayoría de las empresas, que han comenzado por externalizar aquellas facetas más alejadas de su propia actividad (limpieza, seguridad, catering, etc.) pero que han ido profundizando en la externalización de actividades que hasta hace unas décadas parecían imposibles de llevar a cabo mediante empresas externas. El mantenimiento es una de estas actividades, tal como se observa en la figura 1, de la que se desprende que sólo actividades muy relacionadas con la estrategia empresarial, con el diseño, el desarrollo o marketing son las que se encuentran más alejadas en el ranking de la externalización.

---

<sup>4</sup> García, Santiago, op. cit, p 7.

**Ilustración 1. Evolución natural de los procesos de outsourcing en la mayoría de las empresas.**



Fuente. Contratación Avanzada del Mantenimiento. Francisco Gonzales.

A medida que se van agotando las potenciales mejoras a obtener de los departamentos de producción, que la mayoría de las empresas- sobre todo las febriles- han estado sujetas a intensivos procesos de optimización reiteradamente en las últimas décadas, producción aligerada, etc., los directivos se plantean el mantenimiento como un nicho de mejora, pues la percepción generalizada es que solemos hacer excesivos sobre mantenimientos que, más que prevenir fallos, a veces hasta los inducen y siempre implican un elevado costo. Además el mantenimiento se presenta como una fuente de mejora organizativa y de rendimiento y saturación de jornadas de sus trabajadores, aunque difícil de abordar, por el enorme desconocimiento que hay sobre esta materia y, por tanto, sobre los métodos para incorporar mejoras sustanciales a su funcionamiento.

La evolución conceptual de mantenimiento, tal como se presenta en la siguiente figura, suele ser un handicap para avanzar en el mantenimiento con medios propios, en ciertas empresas que no disponen de los recursos técnicos especializados para abordar nuevas técnicas organizativas (RCM,TPM, etc.), ni

para implantar mantenimientos avanzados tecnológicamente fundamentados sobre todo en técnicas predictivas.

Nuevamente la externalización del mantenimiento, buscando en el proceso una empresa con tecnología y know how suficiente para ayudarnos en el proceso, se presenta como una solución muy interesante. A la postre, volvemos a encontrarnos con una mejora de la productividad como objetivo primordial, aunque en este caso auxiliándonos tecnológicamente para conseguir el mismo objetivo. El éxito, por tanto, lo deberíamos focalizar en buscar una empresa que nos aporte tecnología, experiencia y recursos humanos bien capacitados; que nos ayude a mejorar y a hacer reingeniería. Pero, por otra parte, debemos compatibilizarlo con la mejora de productividad y de ahorro de costes perseguida, lo que es fácil, como cualquiera puede adivinar. A mayor cualificación, experiencia y estructura de la empresa seleccionada mayores costes, obviamente. Quizás una solución pase por conseguir de estas mejores empresas unos compromisos en ahorros conjuntos, al mejorar la fiabilidad y la disponibilidad, al reducir intervenciones de forma rigurosa y muy analizada, que reduzcan los costes asociados sin merma de la seguridad ni calidad. Aquí encontramos realmente la solución, pero también un importante reto: pasar de contratar la rutina (que es fácil administrativamente) a contratar la beligerancia y la reingeniería rigurosa, en la que, sin duda, nos tenemos que implicar a fondo<sup>5</sup>.

## **1.7 TIPOS DE EMPRESAS DE MANTENIMIENTO.**

En general todas las empresas pueden agruparse en uno de estos cuatro grupos.

---

<sup>5</sup> González, Francisco. Contratación Avanzada del Mantenimiento, Díaz de Santos, 2007.P.16.

### **1.7.1 Servicio técnico de un fabricante o suministrador.**

La empresa fabricante es la que, en principio, está en mejor disposición de poder ofrecer un servicio de mantenimiento de sus equipos, sobre todo si se trata de equipos de cierta tecnología. Dispone de los conocimientos que se requieren, los valores de ajuste, sus tolerancias y las implicaciones de su variación, dispone de las herramientas necesarias, de los programas implementados en los dispositivos programables (PLC, tarjetas, unidades de control, micro controladores, etc.), tiene a su disposición técnicos formados muy especializados y sobretodo, es el proveedor de los repuestos. Con todas esas ventajas, suele ser la opción más cara, pues el fabricante es conocedor de que su servicio no compite con otras empresas en igualdad de condiciones, ya que tiene una gran ventaja técnica indiscutible y es la empresa que mejores garantías puede ofrecer en el mantenimiento de sus equipos.

Un inconveniente importante de contratar los servicios del fabricante es que rara vez ofrece un servicio completo. Suele ceñir sus responsabilidades a su equipo, olvidándose de lo que le rodea. Sus contratos excluyen específicamente otros equipos e instalaciones conectados a él, todo tipo de elementos auxiliares y rara vez está en disposición de hacerse cargo de la operación del equipo. En caso de avería, falta de rendimiento o de capacidad productiva, habrá que dirimir si se trata de un problema del equipo principal, de los elementos auxiliares de los que el fabricante no es responsable, de otros elementos conectados a éste o se trata de un fallo de operación. El propietario puede verse afectado por un conflicto de intereses entre el fabricante, la ingeniería y el personal de producción, en aquellas ocasiones en las que no quede suficientemente claro de quién es la responsabilidad, pues todas las partes tratarán de eludirla. En resumen: el fabricante está en disposición de ofrecer un buen servicio, pero al no ser este servicio completo (no incluye el diseño de la planta, no incluye otros equipos ajenos al suyo aunque estén conectados a éste; tampoco suele incluir montaje completo, rara vez se hará cargo de equipos auxiliares y mucho menos de la

operación), el propietario tendrá varios interlocutores y pueden surgir conflictos entre las diferentes partes para dirimir sus responsabilidades en caso de avería o falta de prestaciones.

Por tanto, en la elección del fabricante como contratista de mantenimiento de un equipo determinado es una opción excelente cuando se trata de equipos de cierto nivel tecnológico y cuando se tiene además una buena estructura propia de mantenimiento que permite hacer frente al resto de los equipos de la planta. En cambio, con tratar directamente los servicios del fabricante es una mala opción para empresas con clara tendencia externalizadora. Una empresa así no puede enredarse en una maraña de contratistas y fabricantes, porque la gestión de muchos contratistas se vuelve muy compleja, sobre todo en los límites de responsabilidad. Sería mejor optar en ese caso por una sola empresa o un pequeño grupo de empresas capaces de asumir grandes responsabilidades, y que sean ellas en todo caso las que tengan como subcontratistas a los servicios técnicos de los fabricantes de los equipos.

### **1.7.2 Empresas filiales de una ingeniería o un constructor.**

En general, la ingeniería encargada de diseñar y construir la planta o una filial de ésta puede tener los conocimientos y medios necesarios para afrontar el mantenimiento de la planta e incluso la operación de esta. Es, además, una buena opción económica para garantizar la viabilidad de esas empresas de ingeniería o construcción, que ven cómo las además de los ingresos obtenidos por el diseño y construcción de la planta pueden continuar facturando durante todo el ciclo de vida de la planta. Además, la ingeniería puede utilizar ese servicio para que el contrato de construcción y/o ingeniería le sea adjudicado, ya que muchos clientes quieren tener al atado previamente el contrato de operación y mantenimiento y conocer

sus costos previamente con el fin de asegurar el plan de negocio. Es decir, la actividad de mantenimiento puede convertirse no solo en una fuente de actividad de ingresos, sino que además puede ser un argumento comercial para adjudicarse el contrato.

La principal ventaja de contratar el mantenimiento con la ingeniería responsable del diseño y construcción es que está muy clara su responsabilidad en caso de averías, falta de prestaciones, etc. Suele tener los conocimientos necesarios, y mucho más si se apoya en los diferentes fabricantes de equipos instalados.

Muchos de los proyectos industriales actuales contemplan no solo el mantenimiento, sino también la operación de la planta como elementos a externalizar. En este caso, la ingeniería responsable del proyecto resulta una opción realmente inteligente.

### **1.7.3 Empresas especializadas en una máquina o instalación.**

Estas empresas están especializadas en unos tipos de máquina o instalación, o en una tecnología determinada, pero no son el servicio técnico de un fabricante. Es habitual que este tipo de empresas tengan su origen en un técnico o un grupo de técnicos que han trabajado para un servicio oficial, y que han decidido independizarse. Su profundo conocimiento de una tecnología concreta hace que la empresa que fundan ofrezca servicios para la marca que conocen y para cualquier otra parecida, ya que las diferencias entre fabricantes a veces no son muy grandes. Suelen comenzar su actividad como competencia de la empresa en la que se han formado, y pueden crecer hasta convertirse en una mediana o gran empresa, o desaparecer después de un tiempo. También es habitual que se trate de empresas de mantenimiento que nacieron con la intención de ser generalistas, es decir, realizar cualquier trabajo de mantenimiento, pero que han ido especializándose poco a poco en un tipo de trabajo y una tecnología determinada.

Es interesante contar con ese tipo de empresas especializadas en un tipo de máquina o instalación para hacerlas competir en precios, en condiciones contractuales y en calidad de servicio con las empresas fabricantes de equipos y con las ingenierías. Si no existieran empresas especialistas capaces de hacer la competencia al fabricante, éstos se convertirían en suministrador único y dueños, por lo tanto, de un mercado. Podrían imponer sus precios y sus condiciones sin alternativa para el cliente. Por lo tanto, investigar el mercado en busca de empresas especializadas es casi una obligación para los responsables de la adjudicación de contratos de mantenimiento.

Ejemplos concretos de empresas especializadas en una tecnología son los siguientes:

- Empresas de mantenimiento de turbinas de vapor, independientemente de la marca de turbina que tenga instalado el cliente.
- Empresas de mantenimiento de aire acondicionado. Son capaces de reparar y realizar mantenimiento preventivo en casi cualquier instalación, sea cual sea la marca y modelo de los equipos instalados.
- Talleres de automotrices no vinculados a una marca concreta.
- Empresas de reparación y mantenimiento de puentes grúa. Etc.

Son una excelente opción cuando se quiere contratar el mantenimiento de una tecnología muy específica, y no es posible contratar el servicio con el fabricante o con la ingeniería responsable del proyecto por diversas razones:

- La relación con el fabricante o con la ingeniería no es buena.
- La ingeniería y el constructor de la planta no está en condiciones de prestar el servicio de mantenimiento.
- Los precios de ambos son excesivos, o las condiciones de contratación son abusivas.

En ese caso, las empresas especializadas en ofrecer el servicio de mantenimiento en una gama de equipos o una tecnología específica se convierten en cuenta diversos puntos, para no caer en errores habituales. En primer lugar, habrá que comprobar si tiene los conocimientos técnicos necesarios para afrontar sus responsabilidades (si se dispone de los valores de holguras, reglajes y ajustes, y si tiene alguna experiencia con el mantenimiento de los mismos equipos instalados en la planta). En segundo lugar, habrá que comprobar si dispone de las herramientas necesarias, tanto mecánicas como de instrumentación, de programación (casi la mayor parte de equipos modernos incluyen elementos programables) y de diagnóstico. Y por último, hay que conocer cuál es la relación con los fabricantes de los equipos principales, y en caso de que no sea fluida, cómo va a realizar el suministro de piezas de repuesto.

#### **1.7.4 Grandes empresas generalistas.**

Son empresas generalistas las que ofrecen servicios de mantenimiento en cualquier tipo de instalación, sin que se estén especializadas en un único tipo de equipos o de tecnología. Ofrecen servicios de mantenimiento para cualquier tipo de empresa, y para cualquier sector. Pueden intervenir en todo un país, y en muchos casos, se expanden hacia otros.

Estas empresas suelen provenir de la evolución de una empresa de mediano tamaño, que por aumento de facturación o por haber sufrido procesos de fusión o adquisición, se han convertido en grandes empresas generalistas.

Ese proceso de crecimiento, en general, les ha pasado factura. Las empresas medianas que se han convertido en grandes por aumento de facturación adolecen de estructuras inadecuadas, muchas veces realizadas a medida del personal y de los directivos existentes, y no a la medida de las necesidades reales de la

empresa; en los casos de crecimiento por fusión o adquisición, suelen ser empresas muy tensionadas a nivel directivo por la dificultad para fusionar dos estructuras directivas y organizativas diferentes, la dificultad para acomodar a todos los directivos y la duplicidad de responsabilidades y departamentos. Pocas empresas de mantenimiento han resuelto bien el problema del crecimiento.

Dentro de las empresas generalistas hay algunas que incluyen todas las especialidades de mantenimiento: mantenimiento, mecánico, eléctrico, etc. Se trata de empresas con volumen de facturación muy importante y que pueden permitirse tener personal muy especializado y con aprovechamiento muy alto. El departamento técnico de estas empresas es muy numeroso, con profesionales capaces de dar respuesta especializada en una amplia gama de problemas y servicios.

Cuando se enfrenta equipos muy complejos de cierta tecnología deben contar con la ayuda del fabricante o de empresas especializadas en este tipo de equipos, pues lo que ya no es posible es tener expertos en cada equipo industrial existente en el mercado o incluso en cada marca. Por ello, en muchas ocasiones establecen alianzas estratégicas y acuerdos con otras empresas de mantenimiento más especializadas, de forma que pueden seguir ofreciendo una amplia gama de servicios contando con sub contratistas.

Por otro lado, existen empresas generalistas (pueden trabajar en cualquier empresa, sea cual sea el producto, o su tecnología) pero con una especialización en el tipo de servicio ofrecido. Así, es posible encontrar en el mercado empresas generalistas pero fuertemente orientadas en una especialidad:

- Empresas especializadas en mantenimiento industrial.
- Empresas especializadas en mantenimiento eléctrico.
- Empresas especializadas en mantenimiento de instrumentación.
- Empresas especializadas en servicios de mantenimiento predictivo.
- Empresas especializadas en montajes y paradas.

- Etc.

## **1.8 EL CONTRATO DEL MANTENIMIENTO**

Para el proceso de contratación de un servicio de mantenimiento se debe tener presente los tipos de contrato que se pueden presentar como opción al cliente

### **1.8.1 Servicio de tiempo y materiales para trabajos puntuales.**

Este tipo de contratación el contratista realiza los trabajos encomendados por el cliente siendo estos trabajos específicos. La facturación está dada por el tiempo de las intervenciones y los materiales requeridos para dicho fin, para este tipo de contratación el cliente no adquiere ningún tipo de compromiso estable con el contratista y de ellos hay varios tipos

- Contratación de una intervención puntual sin presupuesto previo. Se emplea generalmente cuando los costos de la intervención son menores que los de la parada de producción, se ve en paradas críticas.
- Contratación de una intervención con presupuesto previo. Utilizadas en rutinas preventivas o intervenciones correctivas en las que la urgencia no es muy elevada.
- Contratación por asistencia técnica negociada. Son contrataciones donde el cliente cuenta con un precio pactado y con el cual hace un estimado de lo que podría costar la intervención que se requiere.

### **1.8.2 Contrato con precio cerrado.**

Son contratos donde se fija un valor de los procedimientos en un tiempo determinado, generalmente es para los mantenimientos de tipo preventivo que incluye los materiales y los consumibles. El cliente adquiere un compromiso con el

contratista sin importar a veces si el trabajo lo desarrolla la empresa contratista primaria o por subcontratación, su intención es transformar un costo variable en uno fijo.

### **1.8.3 Contratos de mantenimiento a precio variable por resultados.**

Tiene un componente variable y uno fijo, abarca las intervenciones de tipo preventivo y correctivo, el objetivo de este tipo de acuerdo es ligar este a la productividad y los ingresos, no incluye los costos de operación.

### **1.8.4 Contratos de operación y mantenimiento.**

Para esta modalidad de contrato se ligan directamente los resultados de la empresa con la operación del contratista, se ve como un acuerdo gana – gana en donde los resultados de la operación se ven reflejados tanto en el cliente como en el contratista.

## **1.9 INDICADORES DE MANTENIMIENTO - MEDIDAS DE CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD CDM.**

Los indicadores de mantenimiento se han convertido en herramienta fundamental para tener un control total sobre el sistema de mantenimiento y se convierten en información clave para la planeación de producción. Así mismo, estos indicadores ayudan a las dos partes (cliente – contratista) para evaluar la gestión del mantenimiento, adquirir ventajas competitivas (MIL-STD-721C).

El objetivo de la medición es cuantificar una situación para comprender los efectos de las cosas que se observan. La medición del desempeño es esencial en

cualquier negocio y el inicio en los procesos de mejora continua. La mejora continua es el proceso de no aceptar el status quo<sup>6</sup> (estado del momento actual).

### **1.9.1 Confiabilidad (R).**

La confiabilidad es la convergencia la tecnología, mantenimiento, producción, control y evaluación, enfocada a la continua reducción de fallas en los equipos. Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno<sup>7</sup>.

Se debe resaltar la importancia de este indicador y los beneficios que trae para el cliente la información que se desprende de él, ya que en ocasiones lo que se tiene es una gran cantidad de datos pero ninguna información. La confiabilidad tiene un gran impacto sobre el negocio, se ve reflejada en los costos de producción y en los miembros de la organización: cuando en una planta se cuenta con un equipo poco fiable se puede ver que la gente está ocupada "haciendo" la reparación de fallas una y otra vez. Esto nunca se termina, y se van a casa cada día sabiendo que habrá más problemas mañana. El responsable del mantenimiento, debe manejar entonces, la presión de aumentar la disponibilidad, disminuir costos y mejorar los procesos ya que el negocio probablemente no tiene buenas ganancias y no se tiene una operación controlada a un estrecho rango conocido. El costo unitario de producción es un medio para mostrar el efecto de la confiabilidad en dinero y la producción real. Mayor fiabilidad reduce el costo unitario de tres maneras - se obtiene más tiempo para hacer el producto, se obtiene más producto fuera. Como mejora la fiabilidad hay, más tiempo de producción, el rendimiento y

---

<sup>6</sup> U. Kumar, D. Galar, A. Parida, C. Stenström, L. Berges, Maintenance Performance Metrics: A State of the Art Review, 2010. P. 6.

<sup>7</sup> . P, Gopalakrishnan, A. K. Banerji, Maintenance And Spare Parts Management, 2006. P. 248

el valor agregado aumentan per se. Es por eso que cada empresa quiere un equipo más fiable, hay una gran cantidad de dinero que se hará por la mejora de la fiabilidad de la planta<sup>8</sup>.

#### **1.9.1.1 Probabilidad.**

Las mediciones de confiabilidad se hacen en términos de probabilidad, la cual se define en forma clásica, como el resultado de dividir el número de veces de los casos estudiados (intentos o eventos, favorables o no) entre el número total posible de casos (intentos o eventos); en la medida que la cantidad de intentos o casos posibles sea mayor la probabilidad se vuelve más exacta y cercana al valor real. Por ejemplo, la probabilidad de un desempeño eficaz durante 80 horas de 0.75 (o 75%), indica que el equipo funciona satisfactoriamente 75 veces de cada 100 ensayos, durante al menos 80.

#### **1.9.1.2 Desempeño satisfactorio.**

Este indica que se deben establecer criterios específicos para describir lo que se considera, como una operación satisfactoria. Una combinación de factores cualitativos y cuantitativos definen las funciones que el sistema (equipo) debe lograr, usualmente son las especificaciones del sistema. Implica además conocer cuándo el equipo falla y ya no se desempeña satisfactoriamente. Para un automóvil, por ejemplo, un adecuado nivel de satisfacción es que se pueda desplazar, si es así, el auto se desempeña satisfactoriamente, aún si su radio se daña o ciertas luces no funcionan.

---

<sup>8</sup> Mike Sondalini and Howard Witt, What is Equipment Reliability and How Do You Get It?.

### 1.9.1.3 Período.

Es la variable aleatoria de la definición de confiabilidad y se refiere a la duración del funcionamiento o longitud de vida; no necesariamente tiene que ser dado en horas, días, meses o años; de acuerdo con el sistema, el tiempo se puede medir con un reloj, el tiempo exacto de operación, el número de ciclos de operación o incluso en otras medidas como kilómetros recorridos, como es el caso de las llantas de un. El análisis de dicha variable aleatoria implica el uso de las distribuciones de probabilidad, que deben ser modelos razonables de la dispersión de los tiempos de vida<sup>9</sup>.

### 1.9.1.4 Cálculo de confiabilidad.

Dado esto, la confiabilidad (R) es usualmente medido por el MTBF (Mean Time Between failure- tiempo medio entre falla) y calculado por medio del cociente entre el tiempo de operación por el número de fallas<sup>10</sup>.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Numero de fallas}}$$

Sin embargo existen formas de realizar estos cálculos de forma gráfica por medio de la curva de confiabilidad.

La curva de confiabilidad es la representación gráfica del funcionamiento después de que transcurre un tiempo t en un período T total. Se puede entender de dos maneras: la primera consiste en la representación de la probabilidad de

---

<sup>9</sup> Mora Gutiérrez. Mantenimiento Industrial Efectivo, 2012. P. 80.

<sup>10</sup> Frederick Rudolph, Handbook Reliability, Availability, Maintainability and safety in engineering design, 2009. P. 133.

confiabilidad o supervivencia que tiene un elemento, máquina o sistema después de que transcurre un determinado tiempo  $t$ ; la otra forma de interpretarla es cuando se analizan varios o múltiples elementos (no reparables, normalmente) similares que tienen la misma distribución de vida útil, en este caso expresa el porcentaje de ellos que aún funcionan después de un tiempo  $t$ <sup>11</sup>.

### **1.9.2 Mantenibilidad (M).**

La mantenibilidad se define como la facilidad con que un elemento o dispositivo se puede restaurar a sus condiciones de funcionalidad establecidas después de ocurrida una falla. Es decir que la mantenibilidad está más ligada a la gestión del mantenimiento y a la operación del mismo: calificación y experiencia (how know) del personal, tiempo en obtener repuestos, procedimientos de reparación, disponibilidad de herramientas, Tiempos de desplazamiento, experiencia y documentación de históricos de fallas.

Para el caso de la mantenibilidad como indicador, el cliente no obtiene una herramienta cuantitativa en sí, pero si se genera un grado de confianza o incertidumbre para los momentos de crisis ya que lo que se espera en una eventual parada de un equipo, es restablecerlo en el menor tiempo posible. Sin embargo existen otros factores que llegan a afectar el indicador que no hacen parte de las actividades de restauración de las condiciones ni se le asignan tiempos y se deben contemplar: estrategias de mantenimiento bien estructuradas, la correcta planeación de mantenimientos y soportadas con actividades básicas de

---

<sup>11</sup> Mora Gutiérrez. Mantenimiento Industrial Efectivo, 2012. P. 81.

limpieza, lubricación y rutinas de inspección operacionales y funcionales. Estos factores ajenos al cálculo del indicador terminan siendo determinantes y son de vital importancia para el caso contractual, ya que se deben delimitar las responsabilidades del cliente y descifrar el mejor método de medición y cuál va a ser las condiciones de entrega y manejo de los equipos.

Generalmente la mantenibilidad (M) esta expresada en horas por el tiempo medio para reparar (MTTR- Mean Time To Repair), o en algunos casos por tiempo medio de parada (MDT –Mean downtime). El MTTR es el tiempo promedio para reparar un activo, en algunos casos es llamado tiempo puro de reparación, que contrasta con el MDT que es el tiempo total que el equipo está parado, es decir el tiempo de reparación tiempo por demoras, repuestos personal, arranque, etc.

En términos más simples, la mantenibilidad se refiere a aquellas características de activos, componentes o la totalidad del sistema que contribuyen a la facilidad con la que se repara. Un menor MTTR generalmente indica mayor facilidad para el mantenimiento y reparación<sup>12</sup>.

### **1.9.3 Disponibilidad (A).**

El concepto de disponibilidad pretende significar la capacidad de algo para ser utilizado cuando se necesita. Esto es, en definitiva, el motivo central del mantenimiento, por lo que se encuéntrala forma de medir la disponibilidad de los distintos elementos (dispositivos, equipos, sistemas, etc.) que componen la instalación del estudio, se tendrá una medida del rendimiento del mantenimiento realizado. Sin embargo de poco sirve efectuar un buen mantenimiento, si los equipos se averían constantemente, es decir, si la confiabilidad de los equipos es

---

<sup>12</sup> Gulati Ramesh, Maintenance and reliability best practices, 2009. P. 134.

baja. Por lo que ambos factores confiabilidad y mantenibilidad, serán determinantes en la valoración de la disponibilidad<sup>13</sup>.

La expresión matemática para el cálculo de la disponibilidad viene dado por la suma de la probabilidad de dos sucesos siguientes: Que esté disponible en un momento de tiempo  $t$  y que no falle en durante un intervalo de tiempo subsiguiente y que no esté disponible en un instante de tiempo  $t$  y se repare en el intervalo subsiguiente.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

## **2. GESTIÓN DE REPUESTOS.**

Es claro que para todos los departamentos de mantenimiento es muy crítico el control de inventarios de repuestos, el dimensionamiento de un stock necesario para mantener la disponibilidad de los equipos en los niveles óptimos hace que se genere un conflicto entre la parte técnica y la económica.

Por el lado de la parte técnica, se podría decir que en cuanto más grande sea la cantidad de repuestos que se tienen en bodega, la disponibilidad de los equipos incrementaría, pero el aspecto económico ve este aprovisionamiento como excesivo y un capital estancado.

Para las empresas como GFA Ingeniería, que busca aumentar en sus clientes la disponibilidad de los equipos, entre otros indicadores en gestión de mantenimiento, se debe proceder a varios modelos de cálculo de inventarios

---

<sup>13</sup> Cesáreo Gómez Félix de León Tecnología Del Mantenimiento Industrial, 1998. P. 70.

avalados dentro de los parámetros tanto técnicos como financieros de cada compañía.

Al tener un enfoque especializado en equipos en procesos de alimentos que trabajen por vacío, se puede hacer una clasificación más exacta sobre un grupo de elementos y sus repuestos según se clasifiquen.

Para la clasificación de los repuestos se toma como referencia dos características particulares para cada elemento (Función en el equipo y necesidad de stock), cabe anotar que los análisis de clasificación de los repuestos se debe hacer sobre la base instalada de todos los clientes y cada vez que se genere un nuevo cliente con un nuevo contrato ó que algún cliente adquiriera un nuevo equipo se debe hacer retroalimentación y análisis posterior.

La clasificación de los repuestos por su función dentro de los equipos se clasifica a su vez en varios estados.

- De desgaste. Todos los elementos que vinculan partes fijas y móviles, ó aquellos que se encuentren en contacto directo con algún fluido.
- Consumibles. Son los elementos de rápido cambio, generalmente se cambian sin que haya una demostración de daño considerable. Dentro de este grupo se encuentran filtros, aceites, entre otros.
- De mando. Su función principal es controlar procesos y funcionamiento del conjunto. Se ubican dentro de estos: válvulas, cilindros.
- Móviles. Utilizadas para transmisión de movimiento.
- Electrónicos. Aunque tienen una gran fiabilidad se deben tener en cuenta, así como sus protecciones o fusibles.
- Estructurales. Estructurales de baja probabilidad de falla se deben incluir en el análisis para con el histórico determinar su frecuencia de uso.

Varios de los repuestos se pueden clasificar por su necesidad en almacén.

- Repuestos a tener en cada planta. Se refiere a los elementos que se deben tener para arreglos de primera mano o que en algún caso pueden ser hechos por personal de planta.
- Repuestos a tener en cuenta para tener en inventario de proveedor. Son los repuestos que se deben tener en la empresa prestadora del servicio de outsourcing.
- Piezas que no es necesario tener en cuenta pues su avería supondría el cambio del equipo.

Para el análisis de los equipos, sus repuestos y de su uso se puede hacer una encuesta con los operarios y los técnicos, con el fin de elaborar una lista con los repuestos para su clasificación.

**Tabla 1. Ejemplo de encuesta para personal técnico basado en equipos de tipo campana.**

MAQUINAS DE CMAPANA			
<i><b>POR FUNCION</b></i>	C 100 - C350 P100 - P400		C 450 - 700
<i>DESGASTE</i>			
<i>CONSUMIBLES</i>			
<i>REGULACION Y MANDO</i>			
<i>MOVILES</i>			
<i>ELECTRONICOS</i>			
<i>ESTRUCTURALES</i>			
<i><b>NECESIDAD DE STOCK</b></i>	C 100 - C350 P100 - P400		C 450 - 700
NECESARIO MANTENER EN STOCK			
NECESARIAS TENER EL PROVEEDOR			
NO ES NECESARIO PROVEER			

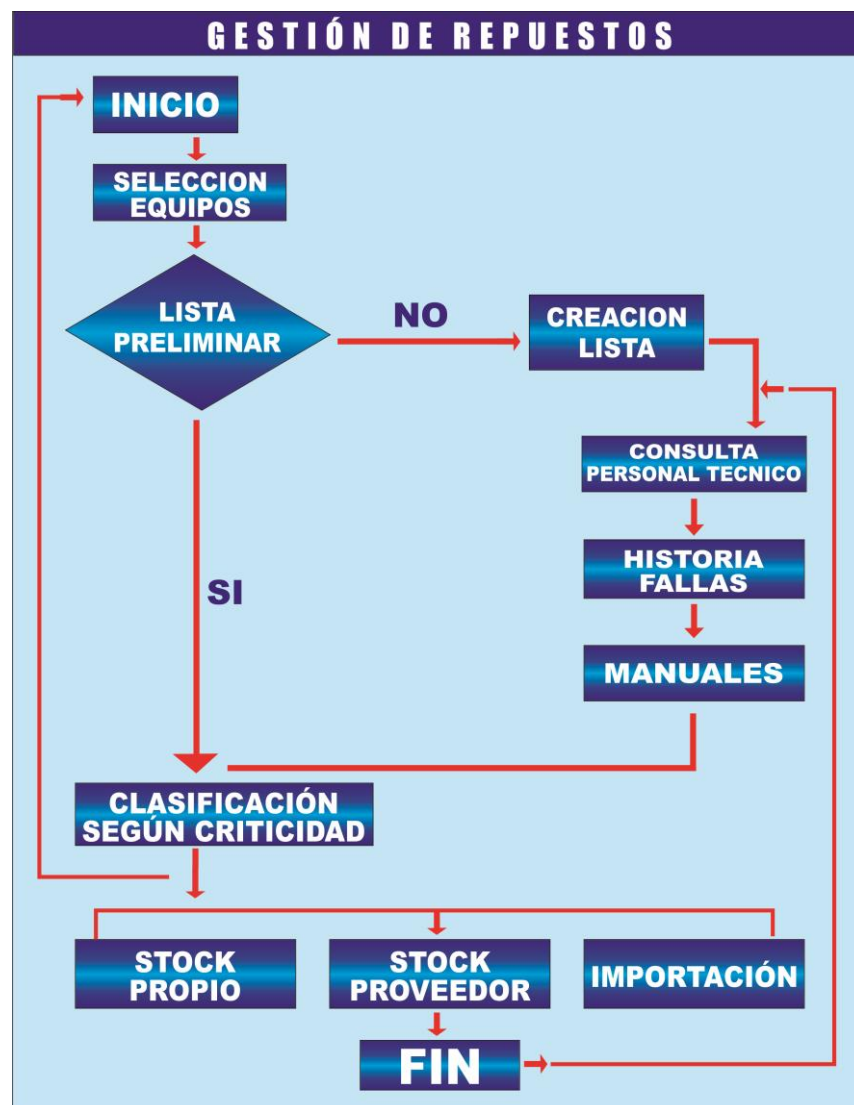
Luego de la realización de la encuesta preliminar, se debe acudir a los datos históricos de cada uno de los equipos, se debe tener en cuenta que no en todas las plantas el mismo equipo tenga la misma criticidad, por otra parte estos historiales dan crédito de cuál es el posible tiempo de cambio de las piezas generando una tendencia para cada pieza.

Para cada uno de los elementos estudiados se debe tener en cuenta los tiempo de entrega así como su costo en relación a la criticidad.

## 2.1 Modelo para el análisis de inventarios.

En la figura 2, se muestra un modelo en el que se determina el inventario ideal, se tiene la siguiente metodología para su realización.

Ilustración 2. Diagrama de flujo para gestión de repuestos.



Fuente. Autores del proyecto.

### **2.1.1 Partes del proceso de gestión de repuestos.**

- Selección equipos: Para el primer paso de esta metodología se hace la limitación de los equipos a los cuales se les quiere tener el control de inventarios. En esta etapa se llega a un consenso con el cliente sobre cuáles son los equipos que se recomiendan y cuáles son los que se pueden manejar en primera instancia. Dicha limitación se podría obtener de un análisis de criticidad.
- Lista preliminar: Esta lista se genera de acuerdo al diagnóstico inicial de la empresa a la cual se le vaya a prestar el servicio, en todos los casos se parte de la base donde la opinión de los técnicos es de vital importancia, este sondeo se puede realizar mediante encuestas, apoyado con los históricos de pedidos, manuales y el stock con el que se cuenta.
- Clasificación según criticidad: Es la agrupación de los tipos de repuestos de acuerdo a los descritos anteriormente ( Por su función en el equipo, costos, tiempo de consecución

### **2.1.2 Análisis de criticidad.**

Para el análisis de los repuestos y su criticidad se deben tener en cuenta ciertas condiciones que se pueden estimar en un cuadro de calificación para cuantificar su relevancia

**Tabla 2 Análisis de criticidad de repuestos por equipo.**

ANALISIS DE CRITICIDAD DE REPUESTO POR EQUIPO						
<i>CRITERIO</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Criticidad dentro del equipo						
Consumo - Frecuencia						
Plazo aprovisionamiento						
Costo de la pieza						
Espacio de almacenamiento						
Tiempo de entrega						

Fuente. Autores del proyecto

Con el fin de realizar un análisis objetivo, la tabla 2 ofrece la posibilidad de cuantificar los criterios, haciendo más fácil la toma de decisión de acuerdo al tipo de empresa.

- Criterio: Característica del elemento a analizar.
- Criticidad dentro del equipo: Se refiere a la importancia del elemento en cuanto a la funcionalidad del equipo, muchas partes pueden no ser causantes de paro del equipo.
- Consumo – Frecuencia: Describe la frecuencia de pedido de los elementos, como se describe en la figura 2, se debe tener en cuenta que este promedio de utilización de un repuesto se origina por consulta con el técnico, revisión de historiales, recomendaciones del fabricante.
- Plazo de aprovisionamiento: Indica cual es el tiempo en que la máquina pudiese tener un paro antes de una consecuencia considerable frente al proceso.
- Costo de la pieza: Indicador de presupuesto o límite de valor que se permite en bodega. Muchos de los consumibles son elementos de bajo costo y fácil cambio lo que puede ser favorable en el momento de tenerlos en Stock.

Este criterio tendrá mayor relevancia para empresas de bajo poder adquisitivo.

- Espacio de almacenamiento: Relación entre el espacio disponible en bodega y dimensiones de la pieza, en este punto también es relevante la facilidad de consecución o de transporte.
- Tiempo de entrega: Referido a los tiempos de entrega a los cuales hacen referencia los fabricantes en el momento de cotizar.
- Porcentaje y calificación: Espacio para cuantificar según criterios de decisión entre la empresa de mantenimiento y los propietarios frente a las características y condiciones de la empresa que contrata. Esta ponderación se flexibiliza ya que las empresas de este mercado a las que GFA pretende atender difieren ostensiblemente en cuanto a recursos y tamaño así como enfoques frente al mantenimiento y su ubicación geográfica.
- Luego de determinar esta clasificación, se subdivide en cuales, según, los estados o ubicación, que debe tener cada repuesto( Stock propio, Stock proveedor e Importación).

### **3. CONTRATACION DE MANTENIMIENTO**

En la actualidad, las empresas han reconocido el mantenimiento como una de las labores de mayor apoyo para el fortalecimiento de la producción, en algunos casos, estos procesos se llevan a cabo internamente, lo cual, puede en algunos casos desviar un poco la atención sobre la actividad principal “producir”, la tendencia de la externalización han tenido cabida en la industria, gracias a varios factores que fortalecen la estabilidad de la empresa maximizando la utilidad y reduciendo ciertos costos operativos y logísticos.

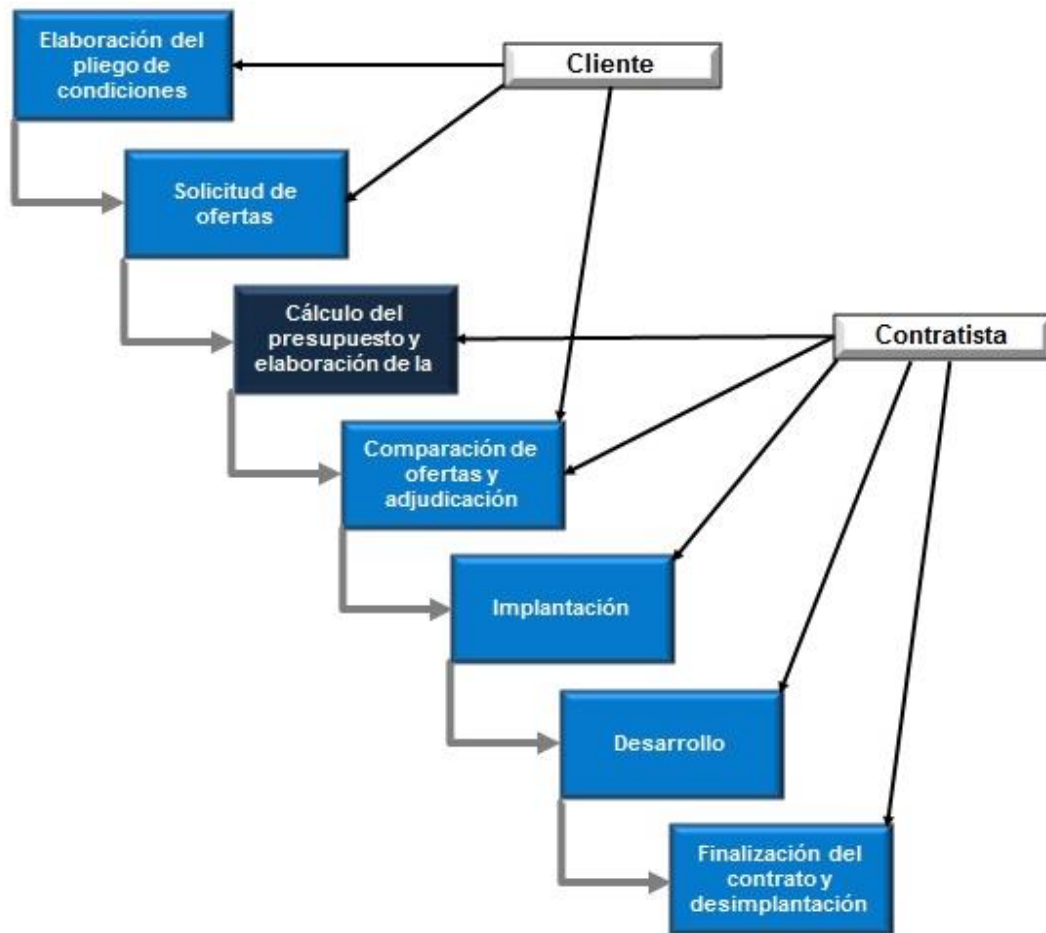
El éxito de los contratos de mantenimiento radica en que el acuerdo este definido de forma clara para ambas partes. La intervención de varios departamentos jurídicos, especialistas en seguros y personal con limitada capacidad de redacción pueden llegar a generar dentro de algún contrato confusiones o dificultad para el entendimiento de alguna de las partes, llegando a su vez los malos entendidos y disgustos entre las partes, por interpretaciones variadas.

Algunas de las recomendaciones para llevar con feliz término la elaboración y ejecución de contratos son:

- Es conveniente que las frases sean cortas.
- Hay que realizar un esfuerzo por eliminar ambigüedades.
- Cuando se adapta el contrato de otro ya generado es necesario realizarlo con las debidas precauciones, es posible que textos copiados no aplique para la situación del acuerdo que se quiera generar.
- Si una clausula no aplica es mejor eliminarla.
- Cuando los contratos son modelo de anteriores se debe hacer una retroalimentación para añadir, eliminar o sustituir todo lo que haya creado problemas en ocasiones anteriores.
- Una vez redactado el borrador, los contratos deben ser revisados por expertos desde todos los puntos de vista, pero como también desde el punto de vista de la claridad.

Desde el momento en que la empresa se genera un proceso que constituye el ciclo de vida del contrato

### **Ilustración 3 Diagrama del ciclo de vida de un contrato de mantenimiento**



**Fuente. La contratación del mantenimiento industrial. García Garrido Santiago.**

### **3.1 Tipos de contrato para mantenimiento.**

Para el proceso de contratación de un servicio de mantenimiento se debe tener presente los tipos de contrato que se pueden presentar como opción al cliente.

#### **3.1.1 Servicio de tiempo y materiales para trabajos puntuales.**

En este tipo de contratación, el contratista realiza los trabajos encomendados por el cliente, siendo estos trabajos específicos. La facturación está dada por el tiempo

de las intervenciones y los materiales requeridos para dicho fin, para este tipo de contratación el cliente no adquiere ningún tipo de compromiso estable con el contratista y de ellos hay varios tipos:

- Contratación de una intervención puntual sin presupuesto previo. Se emplea generalmente cuando los costos de la intervención son menores que los de la parada de producción, hace referencia a rutinas que el cliente ha manejado de cierta forma y con cierta periodicidad.
- Contratación de una intervención con presupuesto previo. Utilizadas en rutinas preventivas o intervenciones correctivas en las que la urgencia no es muy elevada, da el tiempo necesario de analizar propuestas económicas y tiempos de entrega de los repuestos.
- Contratación por asistencia técnica negociada. Son contrataciones donde el cliente cuenta con un precio pactado y con el cual hace un estimado de lo que podría costar la intervención que se requiere.

La base de este tipo de contratación se refleja en el mantenimiento correctivo, que ofrece a su vez algunas ventajas como:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Solo se gasta dinero cuando se tiene claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto (Dispositivos electrónicos).

### **3.1.2 Contrato con precio cerrado**

Son contratos donde se fija un valor de los procedimientos en un tiempo determinado, generalmente es para los mantenimientos de tipo preventivo que

incluye los materiales y los consumibles. El cliente adquiere un compromiso con el contratista sin importar a veces si el trabajo lo desarrolla la empresa contratista primaria o por subcontratación, su intención es transformar un costo variable en uno fijo.

Muchos de los procedimientos que se hacen con esta modalidad, se basan simplemente en históricos, recomendaciones de fabricante o avisos que pueden dar algunos equipos (En el caso de equipos de termo formado, la máquina registra un número determinado de horas para la intervención)

### **3.1.3 Contratos de mantenimiento a precio variable por resultados.**

Tiene un componente variable y uno fijo abarca las intervenciones de tipo preventivo y correctivo, el objetivo de este tipo de acuerdo es ligar este a la productividad y los ingresos, no incluye los costos de operación.

Para este tipo de contrato se hace un acuerdo donde se fijan los indicadores a medir, en los cuales se especifican porcentajes de pago, de acuerdo al resultado obtenido luego de la gestión en un tiempo determinado. Todo esto contemplado en cláusulas puntuales con valores previamente analizados.

Cabe aclarar el no cumplimiento del valor del indicador pactado no necesariamente implica el no pago de la totalidad del contrato, ya que la gestión debe tener un componente fijo dado por ítems como lo son el mantenimiento planeado, los materiales consumibles, entre otros. Dejando la parte variable como mantenimientos correctivos, mano de obra, y nivel de gestión por indicadores, directamente proporcional a la cercanía del objetivo.

Es indispensable que en el acuerdo inicial se dejen claros los componentes de los costos para la medición de la gestión, es el proceso por medio del cual se parametrizan algunas situaciones, rutinas e intervenciones para clasificarlas dentro del nivel de remuneración.

### **Contratos de operación y mantenimiento.**

Para esta modalidad de contrato se liga directamente los resultados de la empresa con la operación del contratista, se ve como un acuerdo gana – gana en donde los resultados de la operación se ven reflejados tanto en el cliente como en el contratista, cuando la operación de la planta aumenta la utilidad de la empresa contratista también se ve beneficiada.

Antes de la realización de este contrato, se debe hacer un estudio preliminar con el fin de aclarar cuáles son las condiciones con las que el contratista recibe la planta, cuando las instalaciones son nuevas, el contratista debe evaluar posibles problemas de diseño los cuales dificultan la labor que se realizará, así mismo cuando se realiza un estudio sobre una planta que ya está en funcionamiento es importante determinar el estado de los equipos e instalaciones, con el fin de determinar una condición inicial óptima para la producción, con condiciones mínimas de operatividad que sean razonablemente apropiadas para ambas partes.

### **3.2 Estructura estándar de contratación.**

Para la gran mayoría de contratos se genera una estructura que se basa cuatro segmentos.

- Encabezado. Establece la información general de las partes que intervienen en el contrato, deja claro el papel que desempeña cada parte.
- Exposición. Parte en la cual se determina a que se dedica cada parte, el objeto del contrato y los motivos por los cuales se comienza la relación comercial.
- Clausulas. También llamada parte del contrato se encarga de dar detalle y claridad de cada uno de los aspectos regulados dentro del mismo.

- **Anexos.** Toda parte documental a la que se hace referencia en cada parte del contrato.

Cláusulas del contrato.

Como parte del cuerpo del contrato este componente contiene varios puntos a tener en cuenta dentro de los más comunes se encuentran.

- **Definiciones:** Aclaración de ciertos términos para total entendimiento de las partes, ayuda a que no se presenten malas interpretaciones. Se recomienda que se basen sobre normas y no ser elaborados a la medida de una de las partes.
- **Alcance:** Incluye en detalle todos los componentes que se crean pertinentes dentro del contrato. Se puede agrupar en seis partes relevantes<sup>14</sup>:
  - Gestión de la instalación.
  - Operación.
  - Mantenimiento.
  - Gestión de materiales.
  - Gestión de la seguridad y el medio ambiente.
  - Documentación e informes.
- **Exclusiones:** Notifica todo aquello que no se encuentra expresamente en el contrato, debe ser coherente con las partes de alcance y obligaciones de las partes.

---

<sup>14</sup> GARCIA S. 2010 La contratación del mantenimiento industrial, España. Ediciones Díaz de Santos, .P.218.

- **Inspecciones reglamentarias:** Presenta en forma concreta las obligaciones que adquieren las partes en cuanto a las rutinas que se generen del plan de mantenimiento y su gestión. Se debe contemplar sobre que normas se trabajan y que se hace en caso de que la normatividad sufra algún cambio, así mismo se debe determinar cuáles son los responsables de los que seleccionan las normas aplicables.
- **Las obligaciones del cliente:** Establece los compromisos adquiridos por el cliente con el contratista en lo relacionado con condiciones solicitadas por el mismo (servicios, materiales, medios, trabajos y contratación con terceros).
- **Las obligaciones del contratista.** Incluye los compromisos de esta parte frente al cliente, no debe por ningún motivo entrar en controversia con el alcance.
- **Organigrama:** Menciona el personal de manera jerárquica con el que se contará de tiempo completo o solo en ejecución de trabajos por parte del contratista, siendo esta la estimación mínima de personal requerido con la que se compromete el contratista, este se dimensiona de acuerdo al alcance del contrato. Incluye el perfil de cada miembro que se inscribe en este proceso
- **Medios técnicos:** Se refiere a la inclusión de medios técnicos que exigen entre sí las partes, menciona elementos necesarios de trabajo que se distribuyen de acuerdo a las posibilidades de cada una de las partes.
- **Limitación de subcontratación:** Estipula el alcance de la subcontratación en trabajos específicos por parte del contratista principal, se utiliza cuando se presentan trabajos especializados con los que probablemente el contratista no cuente con el personal idóneo para tal fin.
- **Mantenimiento preventivo incluido en el contrato:** Es importante tener en detalle las rutinas y procedimientos que se programaran y que van incluidos en el contrato, se adjuntan mediante un anexo para no extender demasiado el mismo, incluye en qué momento se deben realizar inspecciones o escalones de mantenimiento además de la escala (patrón

de medida) contemplando en cada uno de ellos un rango de tolerancia en la ejecución, menciona responsable de dar aviso que el mantenimiento debe realizarse, que ocurre en caso de que no se ejecute la actividad, quien hace el suministro de los consumibles y repuestos, quien paga las piezas o elementos necesarios y su especificación, es conveniente aclarar cómo se debe proceder en caso de tener elementos o pautas de predicción.

- **Idioma del contrato:** Muchas de las empresas prestadoras de estos servicios tienen una representación y cuentan con casa matriz en otro lugar del mundo, por lo cual se hace necesario establecer el idioma que se trabajará en todos los aspectos. Es necesario establecer el idioma en que se trabajarán reportes, manuales de operación y mantenimiento y cualquier de comunicación formal.
- **Entrada en vigor:** Es importante que se tenga en cuenta el tipo de contrato sobre el cual se va a trabajar, ya que de esto depende la entrada en vigor del mismo; cuando se realizan contratos cerrados o por intervención, la recomendación, es que la fecha de entrada en vigor sea especificada dentro del documento, por otra parte para los contratos que son por objetivos, se debe tener en cuenta un límite o indicador de referencia tomado con base en un análisis inicial de la planta o proceso a mantener.
- **Duración:** Tomando como referencia el tipo de contrato, su duración, tiene un periodo optimo, siendo este entre los contratos cerrados el justo momento en el que se termina el trabajo o la labor encomendada. En el caso de los contratos integrales además de los que incluyen operación y mantenimiento se debe establecer un periodo mayor, sin llegar a cubrir el horizonte del proyecto pero tampoco cohibiendo el posicionamiento de la gestión que se desea realizar, esto se refiere a la intervención del proceso de la gestión con su tiempo para la determinación de indicadores y su correcta implementación.
- **Implantación:** Se describe como el tiempo en el cual el contratista introduce y presenta una transición al método de outsourcing.

- Busca tener claridad sobre algunos aspectos administrativos y logísticos que no dejan cabida a la improvisación, entre estos se contempla los responsables de la selección y contratación además de la ubicación de talleres oficinas y adecuaciones iniciales para el personal de involucrado en el contrato y el entrenamiento necesario de este. Se debe tener especial cuidado en el proceso de transición entre un contratista y otro.
- **Repuestos:** denota dentro del documento la responsabilidad en la consecución de los mismos; pueden darse tres condiciones genéricas, una, en el que el cliente asume la totalidad de los costos de los repuestos; esto implicaría un gran riesgo para el cliente y una despreocupación para el contratista, dando cabida a despilfarros y generación de altos inventarios. El otro caso en el que el contratista asume los gastos de esta gestión, implica una gran responsabilidad para el contratista, se corre el riesgo de tener subestimación de inventarios a través de la generación de la compra de repuestos imprevistos. Por último, está el caso de la responsabilidad compartida, en el cual se abren tantas posibilidades como la imaginación de los negociadores pueda suponer, supone inventarios virtuales, generación de porcentaje de responsabilidades, asignación de presupuesto y remuneración por logros repuestos en consignación o una figura más simple como el 50-50.
- **Consumibles:** La recomendación para la generación de esta cláusula es realizar una identificación plena de los consumibles su alcance y la responsabilidad de su compra.
- **Inventarios:** Se plasma, quien asume los costos de esta responsabilidad, si bien, es necesario tener en stock determinada cantidad de repuestos, es necesario realizar una estimación concienzuda de cuántos y cuáles de ellos se deben disponer para el almacén, como en todos los contratos parte de la base de un acuerdo mutuo, pero la recomendación para la aplicación en contratos por objetivos es que se centre bajo el análisis de inventarios con su respectiva retroalimentación como se mencionó *capítulo 1 figura 2.*

Indiferentemente de quien asuma los repuestos, las empresas deben contar con un stock de elementos necesarios que deben ser evaluados. Al igual que las piezas reacondicionadas se debe tener en cuenta la probabilidad de tener piezas equivalente en cualquier equipo, si bien el aprovisionamiento de repuestos similar reduce los costos es importante determinar las especificaciones mínimas que debe cumplir cada uno de ellos u as posibles consecuencias que pudieran generar al equipo.

- ***Piezas reacondicionadas:*** Para los casos en que el contrato requiera personal 24 horas en planta, este punto quede ser omitido. En el caso contrario, se debe establecer un tiempo mínimo de respuesta, desde el momento del aviso de alguna avería o alguna situación anormal, es claro que el tiempo al cual se compromete el contratista es el tiempo de atención mas no al tiempo de solución del problema , así como las posibles sanciones de no cumplir estos tiempos.
- ***Piezas equivalentes a las originales:*** En dado caso de que la empresa contratista no cuenta con la representación de algunos repuestos en algunas marcas debe dejar claro en qué condiciones se puede hacer usos de elementos equivalentes de otras marcas.
- ***Las averías presentes en el momento de definir el contrato:*** Cabe la posibilidad de recibir una planta que se encuentra en operación, por tal razón existe la probabilidad que hallan averías y errores en diseño e ingeniería. El documento puede definir la responsabilidad del desarrollo de las soluciones a los problemas pendientes en donde se pueden presentar varias posibilidades.
- Lo más deseable para el clientes que luego de una evaluación por parte del contratista, sean consideradas las intervenciones pertinentes contempladas en la oferta.
- En el caso del contratista, el ideal sería la no aceptación de las reclamaciones en cuanto a las averías existentes en la iniciación del contrato.

- Un panorama propicio para ambas partes, contempla un estudio preliminar y depende de este que el cliente asuma los costos de reparación y puesta en condiciones óptimas de dichos errores y procedimientos pendientes.
- **Vigilancia del recinto:** Especifica los parámetros básicos de seguridad y vigilancia, así como las restricciones mínimas de tránsito por zonas en el caso de presencia de personal del contratista tiempo completo en las instalaciones. En cuanto la asignación de vigilancia se recomienda un consenso para la selección y dimensionamiento del cuerpo de vigilancia tanto para instalaciones y sitios específicos de operación para el contratista (sitios de trabajo y almacén). *control de accesos y tránsito.* Se debe fijar la responsabilidad del cuidado de accesos y lugares específicos de tránsito de personas.
- **Precio:** Clausula típicamente aplicada para modelos de contratación a mediano y largo plazo. Pretendo cubrir los posibles aumentos en cada uno de los ítems que reflejen algún costo, así mismo como el incremento en el empleo de materiales. Con el pasar del tiempo se debe tener en cuenta el deterioro natural de las instalaciones pero trayendo como ventaja en mayor conocimiento por parte del contratista de las mismas.
- Una vez analizadas estas posibilidades, se presenta ciertas situaciones que contemplan esta situación que el precio se mantenga con el tiempo, asumiendo que el incremento en costos de elementos sean cubiertos por los ahorros obtenidos por la gestión.
- Par este modelo no se tiene en cuenta los posibles ahorros que conlleva la gestión y se ampara en los índices propios de la economía de la región y sus respectivos incrementos.
- Por último se presenta la posibilidad de realizar una evaluación anual, la cual determinará los posibles incrementos.
- **Revisión de precio:** indica los tiempos de remuneración, así como los periodos para la facturación y las posibles financiaciones que genere el contratista.

- **Facturación.** Establece la forma y los tiempos de facturación así como las formas de pago y sus plazos.
- **Penalizaciones por demoras en pagos:** Define cuales son las penalidades a clientes que incumplan con sus pagos.
- **Garantías financieras:** Exigidos de ambas partes, hace ver un panorama de la solides económica de la otra parte para la cobertura de los pagos por parte del cliente y de capacidad de operación por parte del contratista.
- **Aseguramiento de calidad del servicio:** Para muchos de los clientes es de vital importancia que el contratista cuente con procedimientos e instructivos de trabajo y sistemas de gestión documentados que soporten la estructura de la empresa y reconocimientos por entes como ISO. Con esto es posible que el cliente pueda auditar al contratista y el mismo contratista pueda periódicamente hacer auditorias para medir determinados parámetros que pueden o no estar bajo su responsabilidad.
- Para GFA ingeniería la gestión de mantenimiento va orientada a los procesos de productividad total, la certificación la certificación en calidad es uno de los objetivos estratégicos a cumplir dentro del plan de mejoramiento continuo.
- **Supervisión:** El documento debe tener definido la forma en que se llevará el seguimiento y medición de las funciones a cargo del contratista, así mismo como debe proceder en el momento en el que el cliente detecte comportamientos indebidos, prácticas inseguras o desviaciones por parte del contratista incluido el personal.
- **Documentación técnica:** Para la transición empoderamiento de la gestión del mantenimiento del contratista, es de vital importancia tener los parámetros técnicos de todos los elementos a intervenir. El documento puede especificar o no obligaciones sobre entrega de documentos al contratista, así como también la confidencialidad del esta información, sin embargo este o no especificado en el contrato el contratista debe contar

con esta información para un óptimo desempeño y conocimiento de los equipos.

- **Documentación propia del contrato:** Nombra los reportes y la recolección de información que genera la actividad de mantenimiento. Ver capítulo 5 y 6-.
- Cabe anotar que en común acuerdo con el cliente, el número y tipo de reportes puede llegar a ser mayor.
- **Software de mantenimiento:** *Software de mantenimiento:* Algunos de los contratos centralizan la información mediante un software determinado el cual debe ser entendido por todos.
- Debe tener claridad en la utilización de que software se va a manejar así como las licencias y la debida capacitación al personal que lo opere.
- **Correctivos y límites de responsabilidad:** Para los contratos de operación y mantenimiento es necesario fijar un límite de responsabilidad, dado que por caso fortuito, una avería de gran magnitud puede poner en riesgo la estabilidad o existencia de la organización prestadora de servicio. Los procedimientos de GFA contemplan el apoyo de una aseguradora para la cobertura de dichas situaciones no previstas.
- **Responsabilidades de las partes:** La presentación de algunos contratos limita la responsabilidad, esta responsabilidad es de sumo cuidado ya que en GFA la evaluación de casos de averías mayores por negligencia de alguno de las partes debe establecer algún responsable.
- **Seguros:** Parte esencial de los contratos es la expedición de seguros que respalden la operación a realizar. La contratación de seguros conlleva a la identificación de riesgos operacionales y ocupacionales por parte de la aseguradora, así mismo capacitaciones y entrenamientos necesarios para el desempeño de algunas actividades de alto riesgo, trabajo en alturas, altos voltajes, espacios confinados, ambientes explosivos etc. La generación de seguros debe cubrir la responsabilidad civil, maquinaria y lucro cesante.

- **Garantías o resultados del contratista:** en la posición del cliente, se genera la expectativa del trazado de indicadores con los cuales se pueda medir la correcta gestión del contratista. Para la aplicación de la empresa del presente estudio, se ha planteado el objetivo de la expedición de un bajo número de indicadores, pero que sea de gran trazabilidad y fácil seguimiento y en tiempo real para cualquiera de los contratos que se realicen y al igual que cada una de las cláusulas se basa en un común acuerdo entre las partes.
- **Penalizaciones y bonificaciones en el precio del contrato:** En este caso la generación de penalizaciones o bonificaciones como reflejo de la gestión de mantenimiento, hace que exista un compromiso mayor entre ambas partes, si bien una buena gestión generaría bonificaciones para el contratista, también habría un aumento directamente proporcional en la utilidad de la compañía contratante. GFA, concibe esta cláusula como un acuerdo gana gana.
- **Confidencialidad:** Para la compañía la confidencialidad de cada uno de sus clientes representa un ítem de gran peso, por tal razón, contempla la generación de cláusulas de confidencialidad asegurando la tranquilidad de los clientes frente a sus procesos y su debido hermetismo.
- **Finalización del contrato:** Los factores de mayor incidencia, para esta situación pueden ser de origen técnico, económico y en el caso de la compañía de origen moral, si bien dentro de las comodidades que presenta la empresa, abre un espacio para las causales de determinación de contrato dentro de las cláusulas que determine el cliente del cliente, la mayor y más importante de las causales de terminación del contrato es la identificación de algún acto que se encuentre dentro de la ilegalidad.
- **Suspensión del contrato:** Todas las posibles causales de fuerza mayor por las cuales no se pueda seguir con el contrato. Hace referencia a la posibilidad de un acontecimiento de que por fuerza mayor impida que alguna

de las partes cumple con su deber siendo este de origen netamente externo a cualquiera de las partes.

- **Gestión de prevención de riesgos y responsabilidades:** Indica cuales son las responsabilidades sociales, civiles y penales de las partes.
- **Gestión Medioambiental:** Indica los compromisos de las partes con el cuidado del medio ambiente adhiriéndose a la normativa respectiva. Para el caso de Colombia se toma como referencia la ISO 14001, en donde la empresa se compromete a que sus contratistas y subcontratistas realicen las actividades de manera idónea teniendo en cuenta el ser amigable con el medio ambiente.
- **Resolución de conflictos:** Procedimientos que se pueden estipular en la resolución de posibles conflictos. Es difícil plasmar en un documento el procedimiento en la resolución de un conflicto, ya que estos varían ostensiblemente entre uno y otro. Una de las fortalezas de GFA, es la creación de espacio para una buena comunicación y trabajo en equipo sintiendo que es más importante trabajar en la prevención que en la resolución de los conflictos.
- **Escritura pública:** Procedimiento por medio del cual se presenta ante un ente público (Notaria).
- **Firmas:** Consignación de acuerdo entre las partes.

#### 4. LA ESTANDARIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Una de las grandes problemáticas en las tareas de mantenimiento surge debido a la falta de métodos de trabajo establecidos, la incapacidad de crear procedimientos e instructivos por el nivel estratégico del mantenimiento, la pérdida del how-know hacen que todas las actividades se realicen siempre de forma

diferente, dando pie a fallos inherentes a el trabajo normal de un activo. Por esto se hace relevante conocer y aplicar los estándares para realizar mantenimientos iguales y de calidad. La calidad del mantenimiento tiene un componente básico en el uso de manuales, si no los hay la probabilidad de fracaso va en aumento, el objetivo es lograr trabajos iguales a la norma, al estándar es decir al manual. La ventaja de los manuales aporta otras ventajas enunciadas como cuestionamientos: ¿Cuántos manuales de mantenimiento en el medio empresarial del país?, ¿cuántos en manos del personal de ejecución?, ¿cuántos en español? , ¿cuántos con las hojas completas?, ¿Cuántos obedecen a la realidad de la máquina?, ¿cuántos sirvieron para entrenar al personal?<sup>1</sup>.

#### **4.1 NORMA GTC 62. SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO Y CALIDAD DEL SERVICIO, MANTENIMIENTO, TERMINOLOGÍA**

Antes de iniciar con cualquier actividad que abra el camino para estandarizar es necesario establecer el vocabulario y que todas las partes que interactúan hablen el mismo idioma.

Esta guía está dividida en cuatro secciones, estas son: términos generales, términos relacionados con trabajos de mantenimiento, una sección que involucra términos para el manejo administrativo del mantenimiento y finalmente los referentes a indicadores de mantenimiento. Cada una de las secciones está subdividida en diferentes campos de trabajo en los cuales están consignados los términos de mayor uso, estos tienen su respectiva definición e incluyen términos de uso semejante.

La guía está orientada al proceso de mantenimiento en plantas industriales, y puede ser utilizada tanto por la universidad, los profesionales, los científicos e

industriales que realicen estudios, investigaciones o trabajos que involucren aplicaciones prácticas en el área de mantenimiento.

Debido a la dinámica con que actualmente la tecnología influye en todos los campos de la ciencia y la tecnológica, específicamente en el mantenimiento, es necesario, crear los parámetros para permitir el acceso de nuevos aportes a la presente guía.

#### **4.2 GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 20 MANTENIMIENTO. CUESTIONARIO TIPO DE EVALUACIÓN DE UNA EMPRESA DE MANTENIMIENTO**

Los trabajos de normalización relacionados con los contratos de mantenimiento y el desarrollo de ciertas formas de contratos redactados únicamente en función del objetivo de producción o de la situación de referencia por mantener, han mostrado que los usuarios o los constructores de bienes de equipo industrial necesitan poder evaluar la aptitud potencial y cualitativa de una empresa de mantenimiento para cumplir tales contratos.

Esta guía se presenta en dos partes; la una sirve de orientación en la recolección de los elementos que se pueden obtener mediante correspondencia dirigida a las empresas de mantenimiento; la otra sirve como guía al encuestador que participe en la visita de esta empresa. Se propone un cuestionario tipo cuyo objetivo es suministrarles a los usuarios industriales una herramienta de evaluación cualitativa de las empresas de mantenimiento que sean susceptibles de contratación.

El objeto de esta guía es describir un método de encuesta utilizado por un usuario o un constructor de bienes de equipo industrial, para la selección de una empresa de mantenimiento en el marco, por ejemplo, de un contrato de mantenimiento.

La guía se refiere a uno de los medios adecuados para facilitar esta encuesta, dentro del espíritu de los principios de las relaciones proveedores - usuarios2): tiene efecto en el caso del cuestionario tipo para la evaluación de una empresa de mantenimiento.

- Este cuestionario verifica los elementos que le permiten al usuario formarse una opinión sobre la aptitud potencial y cualitativa de una empresa de mantenimiento por contratar; es de interés para los responsables de la toma de decisiones en la función de mantenimiento, eventualmente en enlace con los encargados de las funciones de aprovisionamiento, compras, administración de la calidad y métodos.
- Este cuestionario suministra un marco general para el uso de la guía o para Ayuda de la memoria; no permite elaborar un índice o una cotización.

Ciertas empresas de mantenimiento podrían considerar útil obtener un folleto de presentación de sus actividades, a partir de la primera parte de esta guía.

Esta guía implica dos partes:

- La primera comprende los elementos que se pueden obtener mediante correspondencia (cuestionario destinado a la empresa de mantenimiento).
- La segunda reúne las apreciaciones del encuestador que haya participado en la visita de la empresa de mantenimiento (cuestionario del encuestador).

Este procedimiento de presentación conduce a formular las preguntas en una forma muy general.

### **4.3 UNE-EN 15341 INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO**

Esta norma europea describe un sistema para gestionar los Indicadores Clave de Rendimiento destinados a medir el rendimiento del mantenimiento en el marco de los factores que influyen en el mismo, tales como los aspectos económicos, técnicos y organizativos, con objeto de evaluar y mejorar la eficiencia y la eficacia para conseguir la excelencia en el mantenimiento de los Activos Técnicos.

### **4.4 ISO 14224**

Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias.

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

**a)** Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:

- Diseño y configuración del Sistema.
- Seguridad, Confiabilidad y Disponibilidad de los Sistemas y Plantas.
- Costo del Ciclo de Vida.
- Planeamiento, optimización y ejecución del Mantenimiento.

**b)** Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:

- Permitir el intercambio de datos entre Plantas.

- Asegurar que los datos sean de calidad suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

#### **4.4.1 Estructuración de jerarquías ISO 14224**

La norma ISO 14224 toma la máquina dividiéndola de mayor a menor jerarquía o grado de detalle:

- CLASES.
- SISTEMA.
- SUB SISTEMA.
- ÍTEM MANTENIBLE.
- COMPONENTE DE DETALLE (en un grado último de división, opcional).

#### **4.4.2 Clases de equipos**

A partir de la estructura presentada por la norma, acorde a un orden de JERARQUÍA, se establecen cuáles son las Clases de Equipos (siendo este el nivel más alto) Se las puede asociar a Funciones; cada una en su contexto operacional; entendiendo por Función, de acuerdo con la definición de RCM, a las razones por las cuales un equipo existe dentro del proceso.

Acorde al glosario definimos como Clase a un determinado tipo de Equipo, que para la norma son los siguientes:

#### **4.4.2.1 Sistemas**

Bajo los conceptos de RCM / FMEA, y así lo toma la Norma ISO 14224, se considera Sistema a un conjunto que realiza una Función específica, en un Servicio determinado dentro del Proceso, pudiéndose identificar una entrada y una salida. Incluyen todos los equipamientos disponibles para la Operación de los mismos y, en general, comparten muy pocas partes con otros Sistemas.

Como norma es genérica para la fijación de sus límites, se pueden tomar todas las válvulas que lo aíslan.

Para el caso de la norma quedan clasificados por:

- TIPOS DE EQUIPOS.
- APLICACIÓN.

Ejemplos de Sistemas:

- Sistema de Bomba Centrífuga Agua de Inyección.
- Sistema de Bomba Alternativa Traslase de Petróleo.

#### **4.4.2.2 Sub sistemas**

Son aquellos Equipos que posibilitan que el Sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas. Todo Equipo calificado como Sub Sistema que falle, afecta directamente al Sistema.

Por ejemplo, el Control, Monitoreo e Instrumentación (o instrumentación), pueden Considerarse como Unidad.

#### **4.4.2.3 Ítem mantenible – componente de detalle**

La unidad final de la división es el Ítem mantenible (COMPONENTE), entendiéndose como tal a las partes de los Equipos sobre las cuales es necesario realizar acciones de mantenimiento, con el objeto de alcanzar la Confiabilidad deseada.

Analizado desde otro punto de vista, Ítem Mantenible es aquella parte en que su falla (Crítica, Incipiente o por Degradación, ver OREDA), provoca una pérdida de la capacidad del Sistema (calificadas en los Modos de Falla ISO), para que continúe operando dentro de las condiciones especificadas o determinadas para un Proceso. Los datos de Confiabilidad deben relacionarse con cada nivel de subdivisión dentro de la jerarquía del Equipo a fin de que puedan compararse.

#### **4.4.2.4 Funciones, relación con el rcm y fmea**

Se vio que los Equipos quedan caracterizados por

- CLASE
- TIPO DE EQUIPO.
- APLICACIÓN.

A esta calificación inicial, que define a grandes rasgos la función, se agrega la tabla siguiente datos del equipo, en la que quedan establecidas todas las funciones requeridas.

Así queda respondida la primera pregunta del RCM ¿Cual la función deseada y el

estándar de performance en el presente contexto operativo?. La información completa se reproduce en tablas de la Norma ISO 14224. Esta información debe estar compilada antes de comenzar el análisis, para un equipo en particular. Para hacer un análisis genérico se pueden obviar datos específicos; pero es importante contar con este documento como guía de las funciones y sus desvíos.

## **4.5 Seguridad e higiene**

### **4.5.1 Normativa legal general**

Es evidente que partimos de la base de que todos queremos evitar un accidente o una situación que en un determinado plazo se pueda transformar en un daño.

La actividad de mantenimiento tienen mucho que ver con la posibilidad de evitar accidentes o enfermedades profesionales, e incluso sus responsabilidades son llamados con frecuencia a los tribunales cuando se produce algún problema que llega a estas instancias.

El mantenimiento influye en la seguridad y la salud de los trabajadores de dos maneras: un mantenimiento regular, correctamente planificado y ejecutado, es esencial para garantizar la seguridad y la fiabilidad de las máquinas y el entorno de trabajo mientras que las propias tareas de mantenimiento se deben realizar de forma segura, con la adecuada protección de los trabajadores que realizan estas operaciones así como del resto de personas presentes en el lugar de trabajo.

Los trabajadores que se ocupan del mantenimiento se ven expuestos a muy diversos peligros, de índole química, física, biológica y psicosocial. Corren el riesgo de:

- Padecer trastornos musculo esqueléticos, al trabajar con posturas forzadas y, en ocasiones, también en condiciones ambientales desfavorables (p. ej., con frío).
- Exponerse al amianto, al realizar tareas de mantenimiento de instalaciones industriales o edificios antiguos; sufrir asfixia en espacios confinados.
- Exponerse a agentes químicos (p. ej., aceites, disolventes, corrosivos).
- Exponerse a agentes biológicos (hepatitis A, legionella).
- Exponerse al polvo, incluidos los polvos de madera carcinógenos.
- Sufrir accidentes (de todo tipo, incluidas caídas y golpes con maquinaria).

Los datos muestran que en torno al 20 % de los accidentes en Bélgica (en 2005-2006) estaban relacionados con operaciones de mantenimiento, así como alrededor del 18-19 % en Finlandia, el 14-17 % en España y el 10-14 % en Italia (en 2003-2006). Además, las cifras de varios países europeos indican que en 2006 alrededor del 10-15 % de los accidentes mortales estaban relacionados con operaciones de mantenimiento. Los estudios científicos indican que las enfermedades profesionales y los problemas de salud relacionados con el trabajo (como asbestosis, cáncer, problemas auditivos y trastornos musculo esqueléticos) también son más frecuentes entre los trabajadores que realizan actividades de mantenimiento.

Fuente: <http://osha.europa.eu>

## **4.5.2 Panorama de riesgos<sup>15</sup>.**

### **4.5.2.1 Clasificación de los factores de riesgo**

Los factores de riesgo se clasifican de acuerdo con las condiciones de trabajo a que hacen referencia, de acuerdo con la metodología utilizada que toma como base la Guía Técnica Colombiana ICONTEC N° 45. Para el desarrollo de la monografía se tratarán los riesgos y sus diferentes clasificaciones, así:

- Factores de Riesgo Físico.
- Factores de Riesgo Químico.
- Factores de Riesgo Biológico.
- Factores de Riesgo Psicolaboral.
- Factores de Riesgo por Carga Física.
- Factores de Riesgo Mecánico.
- Factores de Riesgo Eléctrico.
- Factores de Riesgo Locativo.
- Factores de Riesgo Físico-Químico.
- Factores de Riesgo Público.

### **4.5.2.2 Identificación de riesgos**

Para cada tipo de contratación se debe establecer e identificar la exposición a los diferentes tipos de riesgos existentes.

---

<sup>15</sup> [http://www.corporacionambientalempresarial.org.co/documentos/acar\\_panorama\\_riesgos\\_tx.pdf](http://www.corporacionambientalempresarial.org.co/documentos/acar_panorama_riesgos_tx.pdf)

#### **4.5.2.3 Valoración de factores de riesgo**

Mediante una valoración cuali-cuantitativa y utilizando una escala para los riesgos que generan accidentes de trabajo y otra para los que generan enfermedades profesionales, es posible jerarquizar los riesgos y establecer su Grado de Peligrosidad (GP).

### **5. DOCUMENTACIÓN E INFORMES**

En el desarrollo de este capítulo se muestran los documentos, sus componentes y como diligenciar los formatos e informes creados para el desarrollo de proyectos de mantenimiento por outsourcing de GFA.

#### **5.1 FORMATO DE REGISTRO DE AVERIAS**

Con el ánimo de mejorar el funcionamiento y conocimiento de los equipos es necesario documentar cualquier tipo de incidente en un equipo. Este formato es el primer aviso formal que se genera, el responsable se encargara de informar y diligenciar el formato por completo.

- **N° de aviso**

Conviene numerar los avisos para permitir su identificación y dar una idea del volumen de forma inmediata. Pueden utilizarse dos dígitos para el año, una barra de separación y os dígitos correlativos de numeración.

- **Fecha y hora**

Suele ser motivo de grandes discrepancias cuando hay problemas, para evitarlos, será prudente definir como se emiten y reciben los avisos o como se comprueba la veracidad de este dato.

- **Recepción del aviso**

Confirmación de recibido y nombre de la persona que anotó.

Contacto con cliente

Persona a la que hay que acudir a la hora de resolver la avería, por que la ha detectado o por que la sufre.

- **Descripción**

Otro apartado crítico, ya que de una buena descripción dependen en muchas ocasiones la prontitud de las reparaciones y las excusas por un mal servicio.

- **Afectado**

Se refiere a un primer juicio sobre la parte de la instalación afectada derivado de la descripción de la avería.

- **Inicio de actuación**

Fecha y hora en que se comienza la actuación, aunque no necesariamente la reparación, porque puede requerir materiales que no se poseen o por que haya otros trabajos más urgentes. Debe suponer el momento en el que le técnico se apersona para evaluar el problema. Evidentemente puede coincidir con el inicio de la reparación, si de forma inmediata se comienza con la misma. Se debe indicar el nombre del responsable de anotar los datos.

- **Inicio de reparación**

Fecha y hora de comienzo de los trabajos para solucionar la avería.

- **Final de reparación**

Fecha y hora en que quedó restablecido el servicio. No quiere decir que terminaron las actuaciones, porque puede ser necesaria una actuación de correctivo para dejar la instalación en su estado original, pero ésta se realizará bajo una orden de trabajo de correctivo.

- **Acciones tomadas**

Debe describir todo lo que se ha hecho para solucionar el problema

- **Intervienen**

Personas que han intervenido

- **Material**

Relación de material y referencia la remisión si es el caso.

- **Orden de correctivo**

Una recomendación del técnico que ha solucionado la avería, respecto a que es o no necesaria una actuación posterior para dejar en debida forma la instalación.

- **Firmas**

Del técnico y del cliente. Este último, sólo si se ha restablecido el servicio, pero sin juzgar como ha quedado la reparación. Esta opinión será asunto del responsable del mantenimiento.

- **Observaciones**

Las que cada parte considere necesarias. Por ejemplo el cliente puede hacer constar su desacuerdo con alguno de los datos del formato, si es el caso.

**Tabla 3 Formato de registro de averías.**

No. De Aviso	Fecha	Hora	Recepcion del aviso		Contacto cliente	
			SI	NO	Nombre	
			NOMBRE		Telefono	
<b>Descipción de la avería</b>						
Seccion afectada		Departamento		Proceso		
<b>Inicio de la actuación</b>						
Fecha		Hora		Nombre		
Descripcion de acción						
<b>Inicio de reparación</b>						
Fecha		Hora		Nombre		
Acciones tomadas						
Intervienen						
Materiales						
Orden de corectivo						
Observaciones						
Cliente Nombre Cedula			Tecnico Nombre Cedula			

## 5.2 Orden de trabajo correctivo (OTC)

Ante la presencia de una avería, es recomendable generar una requisición para una realizar un actividad que devuelva a su condición de operación que contemple recomendaciones de tiempo conveniente para la realización del ajuste así como los materiales, fechas, alcance responsables etc.

- **N° de OTC**

Conviene numerar las órdenes de trabajo para permitir su identificación y dar una idea del volumen de forma inmediata. Pueden utilizarse dos dígitos para el año una barra de separación y los dígitos correlativos de numeración.

Fecha de emisión fecha que entrega al ADJUDITARIO.

- **Fecha límite**

Fecha establecida como máxima para comenzar los trabajos definidos en la OTC.

- **Recepción de la OTC**

Persona que la recibió y se hizo cargo.

- **Descripción**

Debe contener todas las aclaraciones y las salvedades necesarias, además de ser lo más completa y precisa posible. Definirá los trabajos a ejecutar.

- **Afectado**

Se refiere a la parte de la instalación afectada.

Previsiones

Puede imponer límites al costo, a la duración o ambas. Como mínimo, debe contener el material a utilizar y un límite de horas por hombre. En definitiva contiene los datos de costo que la propiedad debe aceptar.

La PROPIEDAD debe entregar esta parte firmada, pues contiene lo que acepta en principio pagar por el trabajo descrito. Si el ADJUDICATARIO no está de acuerdo, debe rechazarlo y negociarlo en ese momento, nunca a posteriori.

- **Inicio de actuación**

Fecha y hora en que se comienzan los trabajos

- **Final de actuación**

Fecha y hora en que finalizan los trabajos.

- **Acciones tomadas**

Debe describir todo lo que se ha hecho para solucionar el problema.

- **Intervienen**

Personas que ha intervenido y horas hombre totales.

- **Material**

Relación de material y referencia la remisión si es el caso.

- **Firmas**

Del técnico y del cliente. Este último, solo si se ha inspeccionado el trabajo.

- **Observaciones**

Las que cada parte considere necesarias. Este último si se ha inspeccionado el trabajo. En este apartado es en el que el ADJUDICATARIO debe hacer constar sus impresiones sobre el estado de la instalación, si es el caso.

**Tabla 4 Orden de trabajo correctivo (OTC)**

No. De OTC	Fecha emision	Hora	Recepcion de la OTC			Fecha Limite
			SI	NO		
			NOMBRE			
Descripción						
Seccion afectada		Departamento		Previsiones		
Inicio de actuacion				Final de actuacion		
Fecha		Hora		Fecha - Hora		
Acciones tomadas						
Intervienen						
Materiales						
Observaciones						
Cliente				Tecnico		
Nombre				Nombre		
Cedula				Cedula		

### **5.3 ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO (OTP)**

Tomando como referencia el tiempo, se genera el aviso para una intervención programada, siendo ésta incluida dentro de un cronograma completo de rutinas generales.

#### **N° De OTP**

Conviene numerar las órdenes de trabajo para permitir su identificación y dar una idea del volumen de forma inmediata. Pueden utilizarse dos dígitos para el año, una barra de separación y los dígitos correlativos de numeración.

- **Fecha de emisión**

Fecha en que se entrega al ADJUDICATARIO.

- **Fecha límite**

Fecha establecida como máxima para comenzar los trabajos definidos en la OTP

- **Recepción de la OTP.**

Persona que la recibió y se hizo cargo.

- **Descripción**

Debe contener todas las aclaraciones y salvedades necesarias. Como se parte de las FICHAS DE EQUIPO y los CONJUNTOS DE REVISION, no deben ser necesarias en principio las aclaraciones técnicas sobre el trabajo en sí.

- **Provisiones**

Puede imponer límites a la duración. El costo ya figura en el contrato, luego no es necesario hacer referencia.

La PROPIEDAD debe entregar esta parte firmada, porque contiene lo que ordena con las salvedades que proceda. Si el ADJUDICATARIO no está de acuerdo, debe rechazarlo y negociarlo en ese momento nunca a posteriori.

**Inicio de actuación**

Fecha y hora en que comienzan los trabajos.

- **Final de actuación**

Fecha y hora en que finalizan los trabajos.

- **Comentarios**

Debe describir sus impresiones sobre el estado de la instalación objeto de revisión, y el estado final. Puede requerir trabajos de correctivo si lo considera conveniente, a la vista de lo que se ha encontrado. Estos trabajos seguirán el procedimiento del impreso correspondiente.

- **Intervienen.**

Personas que han intervenido y horas por hombre totales (si hay trabajos de correctivo, irán en su impreso).

- **Materiales**

Relación de material y su remisión si es el caso, si hay trabajos de correctivo, irán en su impreso).

- **Firmas**

Del técnico y del cliente. Este último, sólo si ha inspeccionado el trabajo.

- **Observaciones**

Las que cada parte consideren necesarias.

En este apartado es donde el ADJUDUCATARIO debe hacer constar sus impresiones sobre el estado de la instalación, si es el caso.

**Tabla 5 Orden de trabajo preventivo (OTP).**

No. De OTP	Fecha emision	Hora	Recepcion de la OTC			Fecha Limite
			SI	NO		
			NOMBRE			
Descripción						
Previsiones						
Inicio de actuacion				Final de actuacion		
Fecha		Hora		Fecha - Hora		
Comentarios						
Intervienen						
Materiales						
Observaciones						
Cliente Nombre Cedula				Tecnico Nombre Cedula		

## 6. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El éxito de una empresa de mantenimiento outsourcing no sólo se limita a su nivel de experticia, sino que también se debe apoyar este conocimiento y experiencia con una adecuada gestión y administración de los activos del cliente que estén involucrados en un contrato de mantenimiento.

Existen múltiples software en el mercado, los cuales difieren entre sí realmente en la cantidad de módulos y aplicaciones que en su configuración de fábrica posean, pero realmente el “mejor software, es el que se usa” y sacar el máximo provecho de la información que se ingresa a un AM<sup>16</sup> marca la diferencia y hace que el cliente realmente esté convencido que al contratar de su mantenimiento con una empresa de outsourcing, es la mejor inversión que puede hacer.

**El AM de Winsoft®<sup>17</sup>, adicional a la experiencia de GFA Ingeniería, se convierte en una de las principales herramientas para potenciar el servicio post-venta y para lograr el convencimiento de los clientes interesados en cerrar contratos de mantenimiento de manera outsourcing.**

### 6.1 MANEJO DE LA INFORMACIÓN:

El AM es una familia de soluciones informáticas de tecnología avanzada para la Gerencia de Mantenimiento, con la cual se hace posible el cubrimiento del ciclo integral de Gestión: Planeación, elaboración de presupuestos, Programación, Control y Seguimiento, Registro histórico y Evaluación de la actividad de mantenimiento. Al tiempo permite incrementar el uso de la capacidad de los activos productivos y mejorar la eficiencia de los trabajos de mantenimiento,

---

<sup>16</sup> AM= Software de administración de Mantenimiento.

<sup>17</sup> Software de AM utilizado por GFA Ingeniería SAS, para la administración de los contratos de mantenimiento.

permitiendo la reducción de costos administrativos y operativos mediante la optimización de los recursos y los activos de la empresa.

## **6.2 BENEFICIOS ESPERADOS:**

### **6.2.1 PARA LOS PROCESOS DE LOS CLIENTES:**

- **Incremento en la productividad de Maquinaria y Equipos:** Disminución de fallas, de emergencias y de los sobrecostos de mantenimiento correctivo.
- **Incremento en la calidad de Producción:** reducción importante del desperdicio de la capacidad de los recursos, ahorro en los costos de mano de obra, reducción de los tiempos de horas extras por correctivos.
- Mejor planeación y programación de trabajos.
- Reducción en costos de servicios externos hasta en un 12%. (Pueden llegar a corresponder a un 10 o 15% del presupuesto total anual de Mantenimiento<sup>18</sup>).
- Reducción en los costos de las compras anuales: Planeación y Programación de compras.
- Reducción del costo total de inventarios: Nuevas metodologías.
- Incremento en la disponibilidad de Equipos y Activos.
- Eficiencia en administración y uso de Registros Históricos manuales.

### **6.2.2 PARA LA GERENCIA:**

- Generación de reportes de costos para la Gerencia: Resumidos o Gerenciales a tiempo y en corto tiempo.

---

<sup>18</sup> Brochure\_Prospectos\_WIN\_SOFTWARE\_2013

- Establecimiento de una infraestructura sólida de información sobre Mantenimiento: Planeación, elaboración de Presupuestos y Programación de actividades y trabajos.
- Mejor administración del Recurso Humano: Planes y Programas de mantenimiento.
- Control Central Gerencial de todas las plantas: Ambiente Web, Multicompañía.
- Operación Distribuida y Control Centralizado: Consolidación entre Plantas.
- Eficiente manejo de la información: Historia de Mantenimiento, Reportes, Índices, Tendencias, Análisis de fallas... Proyecciones para Presupuestos, detalle y resumen de repuestos consumidos y mucho más.
- Apoyo a los procesos de Calidad y Conservación de energía, eliminación de fugas, reducción de accidentes, incremento de la seguridad, reducción de la contaminación etc., para el logro integral de una mejora continua.

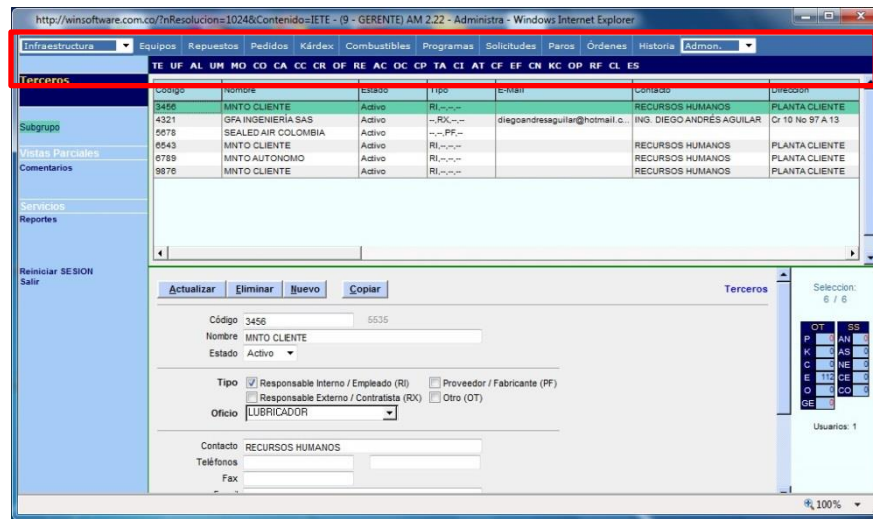
### **6.3 ESTRUCTURA TÉCNICA DEL AM<sup>19</sup>:**

El AM, se compone de varias funciones que componen el menú principal y que hacen posible la obtención de importantes resultados y beneficios en el manejo de los contratos de mantenimiento con los clientes, la correcta carga de la información, hará posible que el mantenimiento sea una tarea relativamente sencilla, Son ellas:

---

<sup>19</sup> GU-CAPITULO 01 Trabajando con AM.

## Ilustración 4 Ventana Principal AM-Winsoft.



Fuente. AM-Winsoft.

### 6.3.1 Infraestructura [IE]<sup>20</sup>:

La infraestructura es un conjunto de archivos y tablas base parametrizables que sirven para que el AM se adecue a la organización de mantenimiento de la empresa y sus características. En esta Función es posible cargar y configurar los siguientes valores:

#### 6.3.1.1 Aspectos Importantes:

Los aspectos que se tienen en cuenta para la información de infraestructura son los siguientes:

- Centros Responsables
- Oficios.
- Terceros
- Ubicaciones Físicas.

<sup>20</sup> GU-CAPITULO 02 Infraestructura.

- Centros de Costo.
- Almacenes.
- Unidades de Medida
- Monedas.
- Contadores.
- Características.
- Otros Conceptos de Costo.
- Causas de Pendiente.
- Tipos de Actividad
- Causas de Cierre
- Acciones Técnicas
- Causas de Falla
- Efectos de Falla
- Contratos.
- Conceptos de Kárdex.
- Operaciones
- Referencias
- Clasificadores
- Estados.

### **6.3.2 Equipos o Activos [EQ]<sup>21</sup>:**

Función central del sistema para la definición de los Activos en general u Objetos de Mantenimiento. En esta función es posible configurar toda la información asociada al fabricante, combustible, año de compra, final de garantía, etc.

#### **6.3.2.1 Aspectos Importantes:**

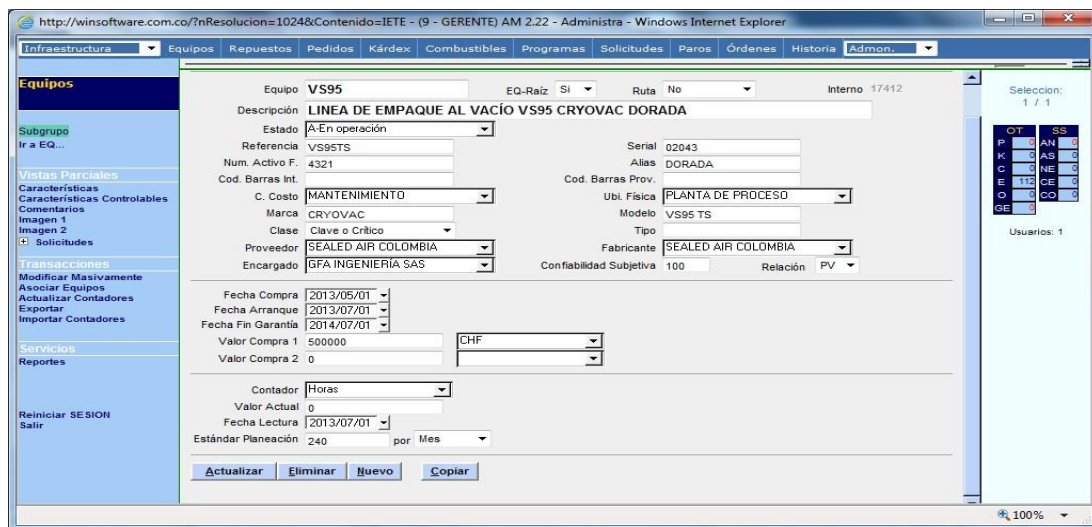
Los aspectos que se tienen en cuenta para la carga de la información de los equipos son los siguientes:

- Información Universal (Código, Descripción, Referencia, etc).
- Información Característica (Voltaje, Amperaje, HP, RPM, etc.).
- Información sobre Contadores
- Codificación de Activos / Equipos
- Despiece de Activos / Equipos
- Asociación entre Activos / Equipos

#### **Ilustración 5 Ventana Equipos y parámetros.**

---

<sup>21</sup> GU-CAPITULO 03 Equipos.



Fuente. AM-Winsoft.

### 6.3.3 Repuestos [RP]<sup>22</sup>:

Es la función que está encargada del registro y control de Materiales y Repuestos de Almacén y es posible configurar toda la información asociada a cada repuesto:

#### 6.3.3.1 Aspectos Importantes:

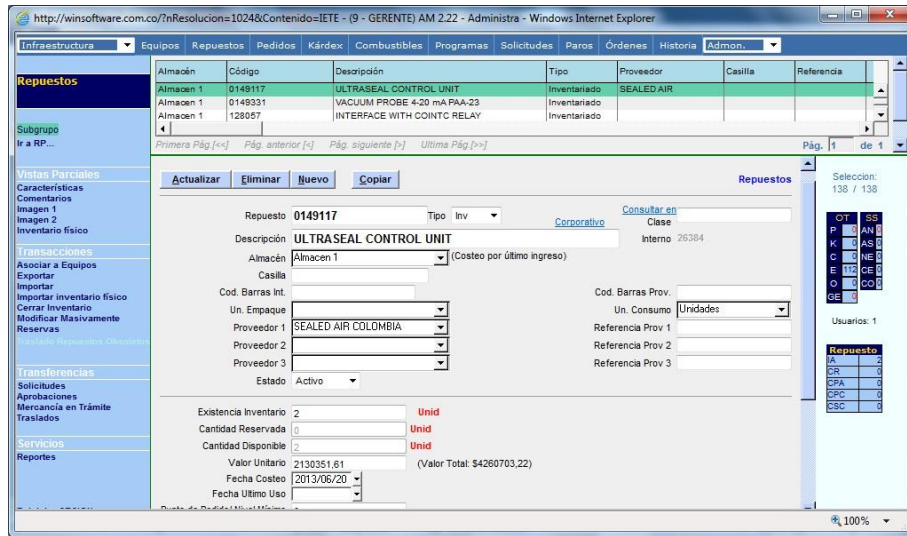
Los aspectos que se tienen en cuenta para la carga de repuestos son los siguientes:

- Repuesto: En este campo se registra el código del Repuesto
- Tipo: Define el tipo de Repuesto respecto a su connotación de Inventariado o No Inventariado
- Descripción.
- Almacén: Se refiere al Almacén en el que está contenido el artículo o Repuesto
- Casilla: Es el campo en el que se establece la ubicación física del Repuesto dentro del Almacén.
- Código de Barras Interno:

<sup>22</sup> GU-CAPITULO 04 Repuestos.

- Código de Barras Proveedor
- Unidad. Empaque y de Consumo
- Proveedor1, Proveedor 2, Proveedor 3
- Estado: En este campo de opciones seleccionables es posible registrar el estado de Activo
- Existencia Inventario: (Cantidad Reservada, Cantidad Disponible)
- Valor Unitario
- Fecha Costeo y Fecha del Último uso
- Punto de Pedido / Nivel Mínimo
- Período de Reaprovisionamiento
- Pedidos de Compra Activos y Reservas
- Precio de Venta 1, 2 y 3.

## Ilustración 6 Ventana Repuestos.



Fuente. AM-Winsoft.

### 6.3.4 Pedidos [PD]:

Es la función que permite a distintas áreas de la empresa solicitar Materiales y Repuestos a un Almacén definido en el sistema o al área de compras.

### 6.3.5 Kárdex de Repuestos [KX]:

A través del Kárdex se realiza el registro de todo movimiento de Entrada o Salida, de Materiales o Repuestos de cada Almacén.

### 6.3.6 Combustibles [CB]:

Este módulo presenta la facilidad de registrar todo movimiento y consumo de combustibles para Automotores o Equipos Productivos o de Servicio de la organización.

### **6.3.7 Programas de Mantenimiento [PM]<sup>23</sup>:**

Es quizá una de las funciones más importantes del AM y es la que realiza la programación de las actividades de mantenimiento rutinarias, cíclicas, sistemáticas o repetitivas en general, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y la experiencia del equipo de mantenimiento.

#### **6.3.7.1 Aspectos importantes:**

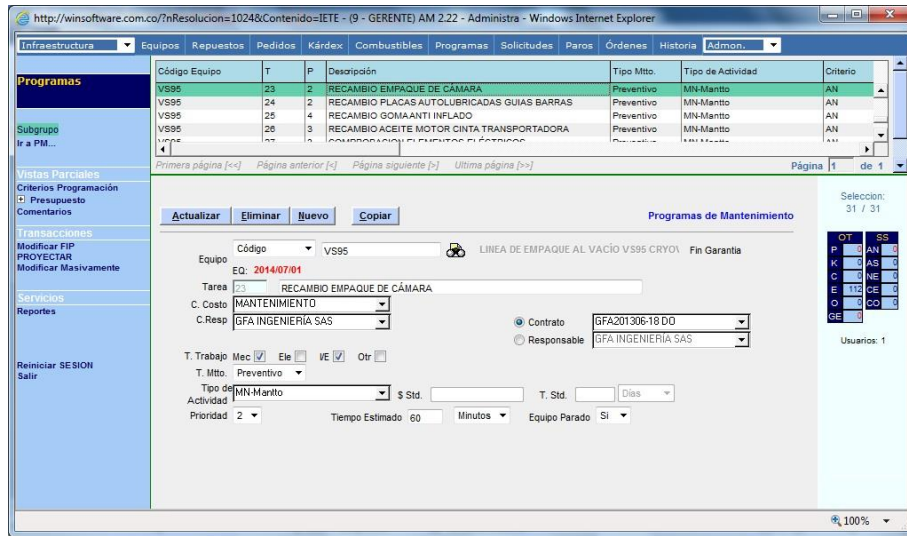
Los aspectos que se tienen en cuenta para la programación de mantenimiento son los siguientes:

- Equipo: Lista los equipos existentes en la tabla de EQs.
- Tarea: El número de la Tarea
- C. Costo: Es el Centro de Costo asignado a la Orden de Trabajo
- C. Resp: Lista los Centros Responsables (CR)
- Contrato: Lista los Contratos activos
- Responsable: Lista los Responsables activos definidos
- Tipo de Trabajo: El AM predefine (aunque pueden personalizarse) cuatro tipos de trabajo: Mecánico (MEC), Eléctrico (ELE), Instrumentación / Electrónica (IEL) y Otro (OTR).
- Tipo Mto: El sistema –AM– predefine cinco Tipos de Mantenimiento para los PM: Preventivo, Predictivo, Calibración, Lubricación y Otro.
- Tipo de Actividad: Aquí se establece el Tipo de Actividad a realizar en la OT.
- Prioridad: Es un número de 1 a 7. Por defecto sugiere la Prioridad 3.
- T. Estimado
- Equipo Parado: Este campo es informativo

---

<sup>23</sup> GU-CAPITULO 08 Programas de Mantenimiento.

## Ilustración 7 Ventana Programas parámetros iniciales.



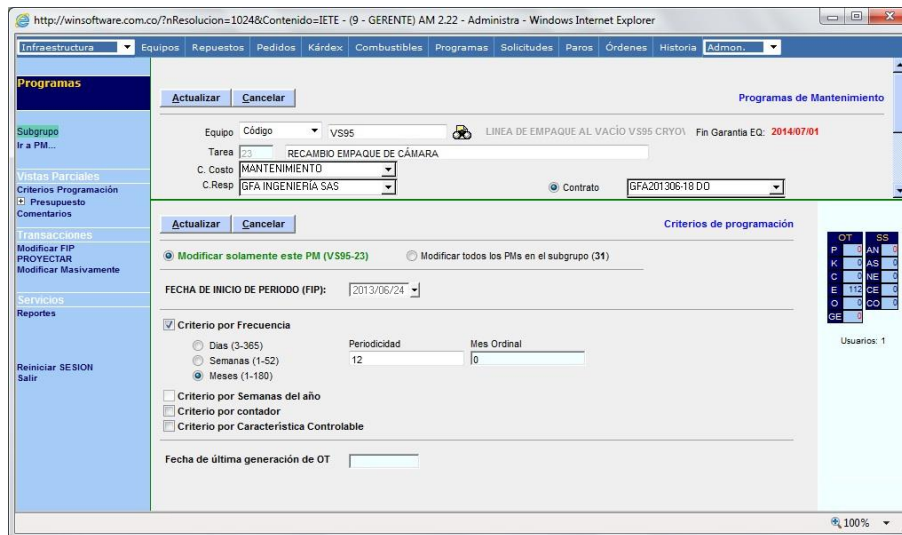
Fuente. AM-Winsoft.

### 6.3.7.2 Criterios de Programación:

Una vez cargada la información de las actividades a ejecutar en cada PM, es posible ampliar la información contenida de dicha PM y ampliarla con criterios adicionales de programación tales como:

- Frecuencia
- Semanas del año
- Por contador
- Por características controlables.

## Ilustración 8 Ventana Programas Criterios de programación



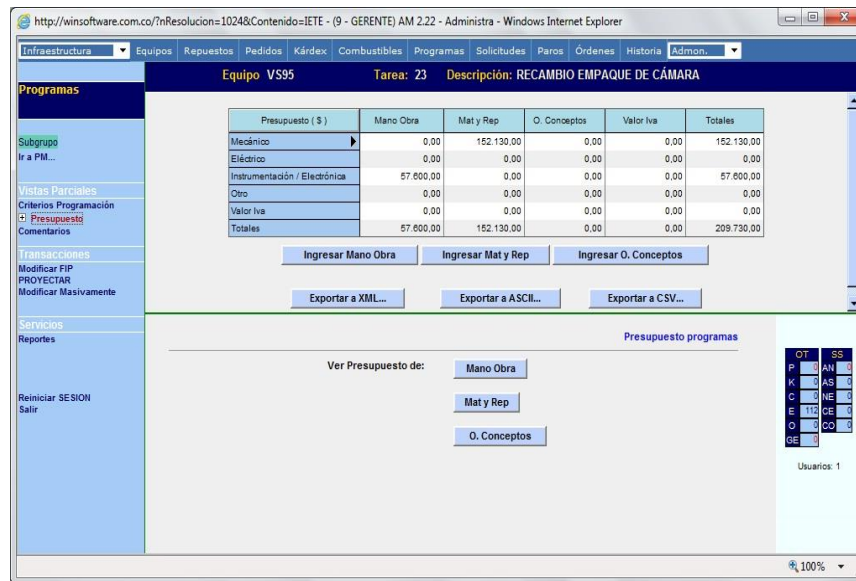
Fuente. AM-Winsoft.

### 6.3.7.3 Presupuesto:

Mediante este criterio, es posible complementar cada orden con los costos reales por múltiples conceptos tales como:

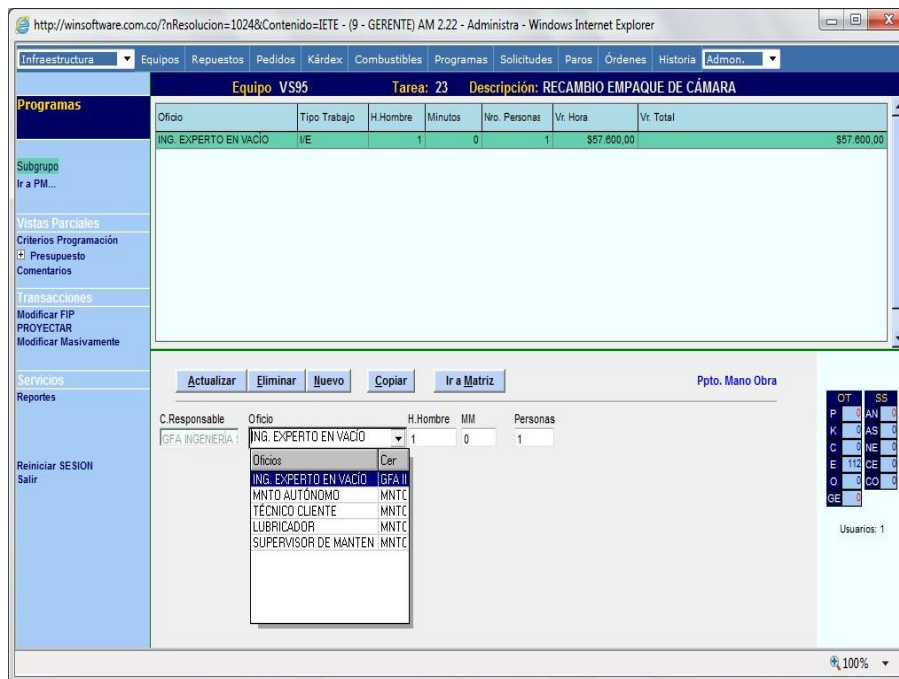
- Mano de Obra
- Materiales/Repuestos
- Otros conceptos, para determinar de manera más exacta los costos asociados a todas las actividades de mantenimiento.

### Ilustración 9 Ventana Programas Presupuestos.



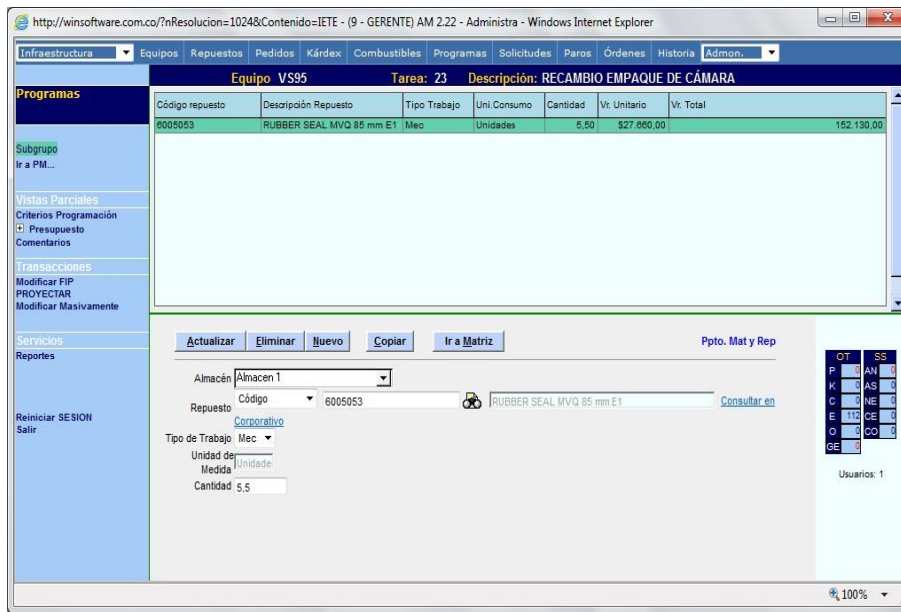
Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 10 Ventana Programas Asignación \$ Mano de Obra**



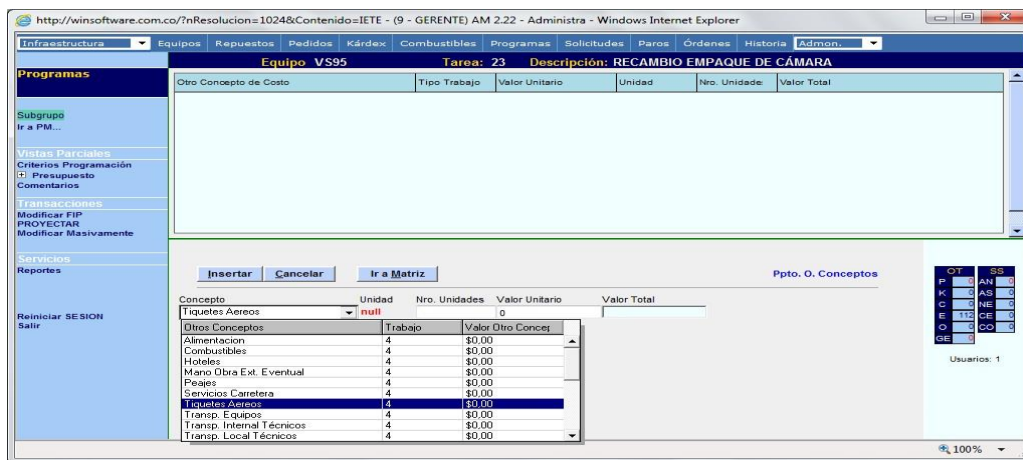
Fuente. AM-Winsoft

**Ilustración 11 Ventana Programas Asignación \$ Repuestos a utilizar.**



Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 12 Ventana Programas Asignación \$ Repuestos a utilizar.**



Fuente. AM-Winsoft.

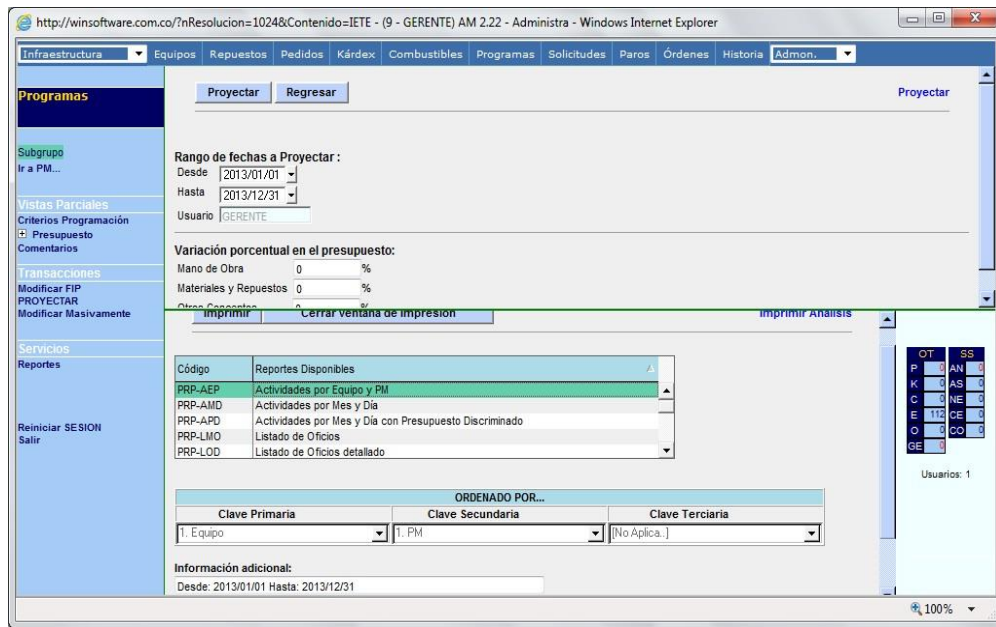
#### **6.3.7.4 Proyección:**

Al ingresar todos los parámetros, se procede a realizar las proyecciones que determinarán en el tiempo las actividades a llevar a cabo para un período futuro, tanto para el corto como para el largo plazo, a través de las funciones de Generación y de Proyección.

A través de la ventana de Proyectar se planean Órdenes de Trabajo Programadas, teniendo como uno de los principales valores agregados, la generación de múltiples informes de acuerdo a diferentes variables que se quieran analizar, así:

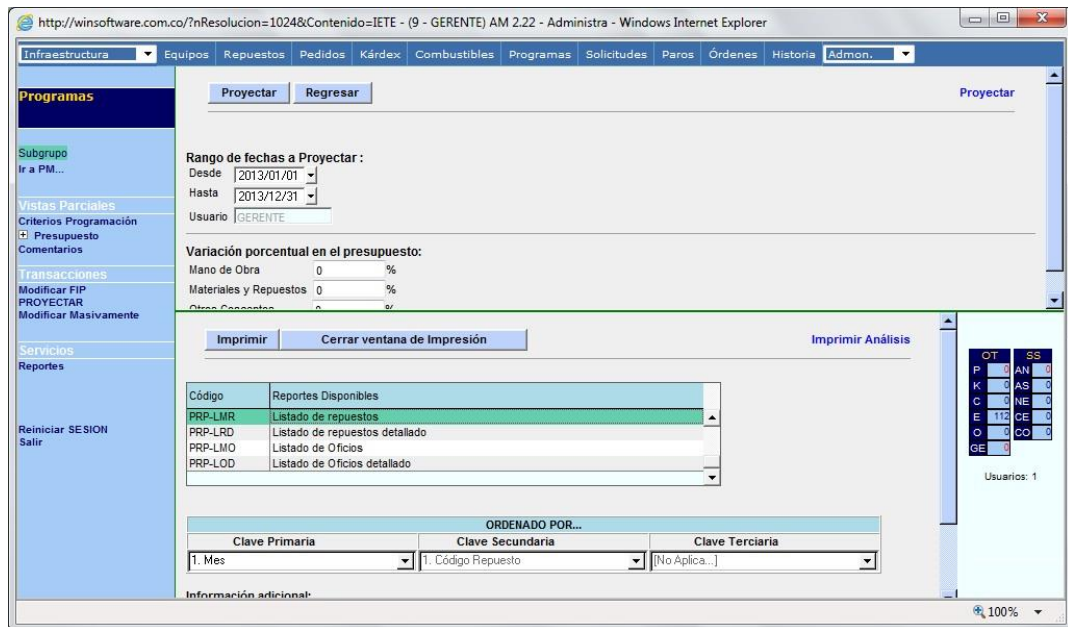
- Actividad por EQ y PM
- Actividad por Mes y Día
- Actividades por Mes y Día con Presupuesto Discriminado
- Presupuesto Programado
- Listado de Repuestos
- Listado de Repuestos Detallado
- Listado de Oficios
- Listado de Oficios Detallado

#### **Ilustración 13 Ventana Programas Proyección 1.**



Fuente. AM-Winsoft.

## Ilustración 14 Ventana Programas Proyección 2



### **6.3.8 Solicitudes de Servicio [SS]:**

Es el módulo mediante el cual todo empleado autorizado de la compañía, puede solicitar una atención o servicio por parte del área de Mantenimiento.

### **6.3.9 Paros/Averías [PA]<sup>24</sup>:**

A través de esta función, se hace el registro minucioso de toda actividad de paro de un equipo u objeto de mantenimiento, programado o no programado, que genere tiempos improductivos.

### **6.3.10 Órdenes de Trabajo [OT]<sup>25</sup>:**

Es la función que centraliza la administración de las Órdenes de Trabajo del sistema. Cubre, desde la generación automática o la creación manual de las Órdenes de Trabajo, el seguimiento y consulta integral durante la ejecución de ellas, hasta su cierre y envío posterior a Historia de Mantenimiento.

#### **6.3.10.1 Generación Automática:**

El proceso consiste en que el AM revisa cada programa, definido para cada Activo/Equipo y analiza si la condición programada en cada uno, se va a cumplir, para el equipo respectivo, durante el próximo período que se va a estudiar o proyectar.

Se trata de un proceso que es ejecutado periódicamente por la persona que hace las veces de Programador o Planeador del AM en la Organización.

Una vez se lleva a cabo la generación de las OT's<sup>26</sup>, es posible realizar OT's manuales.

---

<sup>24</sup> GU-CAPITULO 10 Paros y Averías.

<sup>25</sup> GU-CAPITULO 11 Ordenes de Trabajo.

### 6.3.10.2 Aspectos importantes:

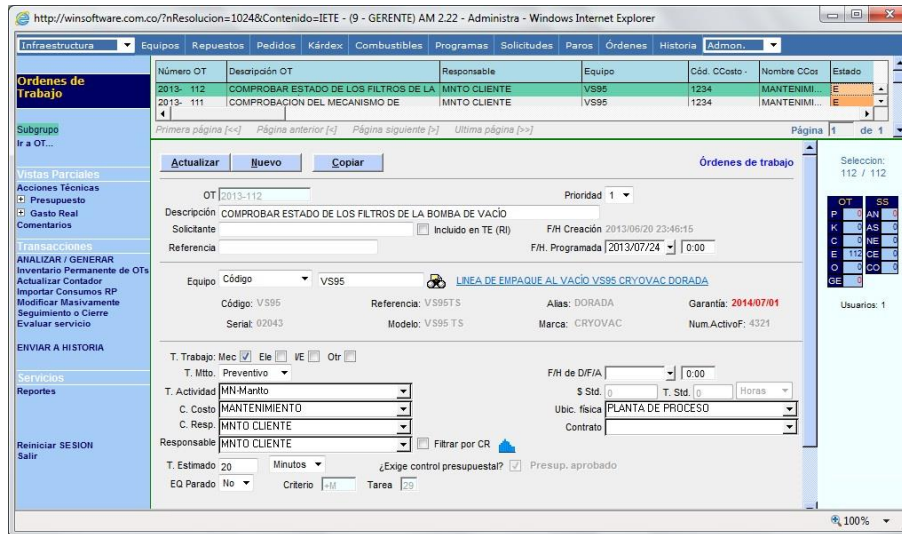
Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos para analizar y generar una OT, los cuales provienen de la ventana de Órdenes de trabajo, así:

- OT: Aparece el número.
- Prioridad: Es un número de 1 a 7
- Descripción: Es un texto corto por medio del cual se indica la naturaleza de la labor a realizar.
- Solicitante: En este campo se define el nombre del Solicitante de la OT.
- F/H Creación: Es la fecha en la cual se crea la Orden de Trabajo.
- Referencia: En este campo se puede ingresar el número de un documento, que sirve como referencia o relación a la OT
- F/H Programada: En este campo se ingresa la fecha programada para realizar la ejecución de la Orden de Trabajo.
- Información del Equipo (Código, Referencia, Serial, Alias, Num. Activo F., Modelo,
- T. Trabajo: Indica los Tipos de Trabajo que se realizan en la OT
- T. Mtto: Este campo indica el Tipo de Mantenimiento a realizar en la Orden de Trabajo.
- C. Resp: Especifica el Centro Responsable o grupo de mantenimiento, encargado de realizar la labor
- Responsable:
- Contrato
- T. Estimado

---

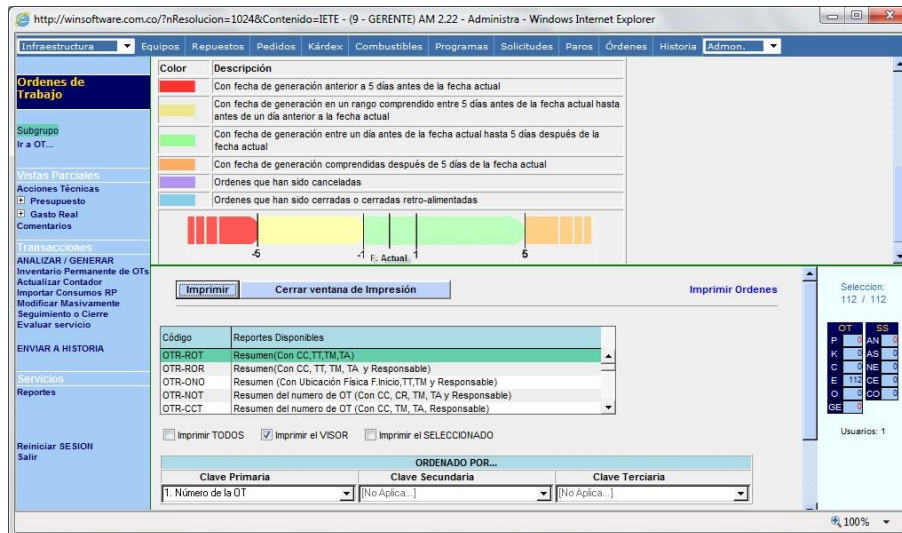
<sup>26</sup> OT's= Ordenes de trabajo.

## Ilustración 15 Ordenes de trabajo.



Fuente. AM-Winsoft.

## Ilustración 16 Estado porcentual orden de trabajo.



Fuente. AM-Winsoft.

### **6.3.11 Historia de Mantenimiento [HI]:**

Es el conjunto de funciones que compendian, estudian y analizan la información histórica de Mantenimiento. La Historia de Mantenimiento está conformada por el conjunto de las OT's que se han ejecutado, liquidado, cerrado y trasladado hasta la Historia de Mantenimiento, y por las Solicitudes de Servicio o los Paros que han sido cerrados y son enviados a Historia.

### **6.3.12 Administración [AD]:**

Es el centro funcional donde se provee la Administración del sistema. Cubre aspectos de: configuración personalizada de la compañía, definición de los perfiles de los usuarios en sus diferentes niveles de acceso, auditoria de las acciones de interacción de los usuarios con el sistema, configuración de interfaces, reinicio de datos.

## **6.4 COMPLEMENTOS PARA EL AREA COMERCIAL<sup>27</sup>:**

Evidentemente las ventajas competitivas que otorga el manejo de la contratación de mantenimiento tipo outsourcing con el manejo del AM son evidentes; sin embargo la labor del área comercial para hacer el seguimiento del estado de sus proyectos y nuevos negocios, se puede complementar con el uso de software de planeación comercial tipo CRM. Algunas ventajas de los software CRM son:

- **Ofrecer un mejor servicio al cliente:**

Los sistemas de CRM ofrecen a las empresas muchas ventajas estratégicas, tales como la capacidad de personalizar las relaciones con los clientes, mantener un repositorio con los perfiles de los clientes, permitirá tratar a cada cliente como individuo y no como un grupo, marcando la diferencia y haciendo posible que este

---

<sup>27</sup> <http://www.emprendices.co/los-beneficios-de-un-crm/>

perciba una mejor atención comercial en ocasiones por encima de lo que espera recibir.

Mejorar el servicio al cliente a través de la capacidad de respuesta y la comprensión, ayuda en la construcción de la lealtad del cliente y disminuye la agitación de los mismos. También ayuda a la empresa a obtener retroalimentación continua de los clientes sobre el producto que han comprado.

Algunas de las ventajas comerciales con el manejo de software tipo CRM, son:

- Aumentar los ingresos
- Descubrir a nuevos clientes
- “Venta cruzada” de productos con más eficacia
- Ayuda a cerrar las ventas más rápido
- Hacer más eficiente los Call Centers
- Simplificar los procesos de marketing y ventas.

## **7. MEDICIÓN DE RESULTADOS**

Una de las ventajas de la administración del mantenimiento de cualquier empresa con el manejo del software de AM, es la presentación de múltiples informes que pueden ser generados desde los módulos de programación o de órdenes de trabajo, los cuales permiten evaluar tiempos, costos de repuestos, costos de mano de obra, entre otros. Hacer trazabilidad y estadística con el historial de las OT's ejecutadas es una tarea muy fácil que está al final de un click, facilitando la interacción con el cliente, lo cual permite que este perciba el interés de la empresa de mantenimiento outsourcing, por minimizar sus gastos y hacer su operación más eficiente.

## 7.1 Generación de reportes.

La estructura de los reportes generados por el AM, indica diferentes variables medibles en el lapso de tiempo que se elija. Algunas de las variables de la estructura de informes son:

- Frecuencias de intervención.
- Tipos de actividad a realizar.
- Costo de Mano de obra.
- Costo por repuestos.
- Horas de intervención Vs paradas programadas.
- Presupuestos mensuales y anuales.

## 7.2 Reportes módulo de programación:

### Ilustración 17 Listado mensual de oficios.

GFA INGENIERIA		am - Administrador de Mantenimiento			
PMPR8	LISTADO MENSUAL DE OFICIOS			Pag. 1	
6/21/2013	Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31				
Mes de Generación	Descripción Oficio	Tipo Oficio	No. Horas	Vir. Hora	Total Ppto
Agosto - 2013	ING. EXPERTO EN VACÍO	Instrumentación	3,25	57,600	187,200
	TÉCNICO CLIENTE	Mecánico	1,50	8,301	12,452
<b>Total para este mes:</b>	<b>Agosto</b>				<b>199,652</b>

Fuente. AM-Winsoft.

## Ilustración 18 Actividades por equipo y pm.

GFA INGENIERIA		am - Administrador de Mantenimiento						
PMPR1		ACTIVIDADES POR EQUIPO Y PM					Pag. 1	
2013/06/21		Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31						
Equipo	Descripción	Descripción	Criterio	Ubicación Física		F.I.P		
Tarea	Descripción Programa	No. Hora	Ppt M / 0	Frec.	Centro Costo	Ppto O/ C	Total Ppto	
Fecha Generación				Ppto M/R				
<b>VS95</b>		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYO		PLANTA DE PROCESO				
16	COMPROBACION DE FUGAS A TRAVEZ DE LA PRU	0.25	+M: Meses	1	MANTENIMIENTO		2013/07/24	
2013/08/24		0.25	14,400.00	0.00		0.00	14,400.00	
2013/09/24		0.25	14,400.00	0.00		0.00	14,400.00	
2013/10/24		0.25	14,400.00	0.00		0.00	14,400.00	
2013/11/24		0.25	14,400.00	0.00		0.00	14,400.00	
2013/12/24		0.25	14,400.00	0.00		0.00	14,400.00	
17	RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA TEFLO SUPE	1.50	+M: Meses	1	MANTENIMIENTO		2013/07/24	
2013/08/24		1.50	12,451.86	180,051.84		0.00	192,503.70	
2013/09/24		1.50	12,451.86	180,051.84		0.00	192,503.70	
2013/10/24		1.50	12,451.86	180,051.84		0.00	192,503.70	
2013/11/24		1.50	12,451.86	180,051.84		0.00	192,503.70	
2013/12/24		1.50	12,451.86	180,051.84		0.00	192,503.70	
18	RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE PREVIO	1.50	+M: Meses	1	MANTENIMIENTO		2013/07/24	
2013/08/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/09/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/10/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/11/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/12/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
29	COMPROBAR ESTADO DE LOS FILTROS DE LA BO	1.50	+M: Meses	1	MANTENIMIENTO		2013/07/24	
2013/08/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/09/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/10/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/11/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
2013/12/24		1.50	86,400.00	0.00		0.00	86,400.00	
<b>Total para el equipo:</b>			<b>998,259.30</b>	<b>900,259.21</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,898,518.52</b>	

Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 19 Listado de oficios (mes - cc - equipo - día).**

Mes de generación		Centro de Costo		Equipo	Oficio	Día	No. Horas	Vir. Hora	Total Ppto
am - Administrador de Mantenimiento									
PMPRC		<b>LISTADO DE OFICIOS (MES - CC - EQUIPO - DIA)</b>						Pag. 1	
6/21/2013		Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31							
MANTENIMIENTO									
VS95 LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA									
ING. EXPERTO EN VACÍO									
24									
							3.25	57,600	14,400
							3.25		187,200
TÉCNICO CLIENTE									
24									
							1.50	8,301	12,452
							1.50		12,452
							4.75		199,652
<b>Total Para: MANTENIMIENTO</b>							4.75		199,652
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES: Agosto</b>							4.75		199,652

Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 20 Actividades por mes y día.**

Mes generación		Equipo	Descripción EQ	Descripción PM	Ppto MO	Ppto MR	Ppto OC	Total Ppto
am - Administrador de Mantenimiento								
PMPR10		<b>ACTIVIDADES POR MES Y DIA</b>						Pag. 1
6/21/2013		Con presupuesto discrimina						
		Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31						
<b>Agosto - 2013</b>								
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBACION DE FUGAS ATRA		14,400.00	0.00	0.00	14,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA		12,451.86	180,051.84	0.00	192,503.70
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE P		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBAR ESTADO DE LOS FIL		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES Agosto</b>					<b>199,651.86</b>	<b>180,051.84</b>	<b>0.00</b>	<b>379,703.70</b>
<b>Septiembre - 2013</b>								
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBACION DE FUGAS ATRA		14,400.00	0.00	0.00	14,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA		12,451.86	180,051.84	0.00	192,503.70
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE P		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBAR ESTADO DE LOS FIL		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES Septiembre</b>					<b>199,651.86</b>	<b>180,051.84</b>	<b>0.00</b>	<b>379,703.70</b>
<b>Octubre - 2013</b>								
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBACION DE FUGAS ATRA		14,400.00	0.00	0.00	14,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA		12,451.86	180,051.84	0.00	192,503.70
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE P		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBAR ESTADO DE LOS FIL		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES Octubre</b>					<b>199,651.86</b>	<b>180,051.84</b>	<b>0.00</b>	<b>379,703.70</b>
<b>Noviembre - 2013</b>								
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBACION DE FUGAS ATRA		14,400.00	0.00	0.00	14,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA		12,451.86	180,051.84	0.00	192,503.70
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE P		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBAR ESTADO DE LOS FIL		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES Noviembre</b>					<b>199,651.86</b>	<b>180,051.84</b>	<b>0.00</b>	<b>379,703.70</b>
<b>Diciembre - 2013</b>								
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBACION DE FUGAS ATRA		14,400.00	0.00	0.00	14,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA		12,451.86	180,051.84	0.00	192,503.70
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE P		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
24	VS95		LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO V COMPROBAR ESTADO DE LOS FIL		86,400.00	0.00	0.00	86,400.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL MES Diciembre</b>					<b>199,651.86</b>	<b>180,051.84</b>	<b>0.00</b>	<b>379,703.70</b>

Fuente. AM-Winsoft

### Ilustración 21 Actividades por mes y día

GFA INGENIERIA		am - Administrador de Mantenimiento				
<b>PMPR10</b>	<b>ACTIVIDADES POR MES Y DIA</b>				<b>Pag. 2</b>	
6/21/2013	Con presupuesto discrimina					
Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31						
Mes generación	Descripción EQ	Descripción PM	Ppto MO	Ppto MR	Ppto OC	Total Ppto
Día	Equipo					
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARA EL PERIODO:</b>			<b>Total MO</b>	<b>Total MR</b>	<b>Total OC</b>	<b>Total Ppto</b>
			<u>998,259.30</u>	<u>900,259.21</u>	<u>0.00</u>	<u>1,898,518.52</u>

Fuente. AM-Winsoft.

## Ilustración 22 Listado mensual de repuestos

GFA INGENIERIA		am - Administrador de Mantenimiento		
<b>PMPR4</b>	<b>LISTADO MENSUAL DE REPUESTOS</b>			<b>Pag. 1</b>
6/21/2013	Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31			
Mes Generación Repuesto	Descripción Repuesto	No. Unid	Vir. Unitario	Total Ppto
<b>Agosto - 2013</b>				
2523109	SEWN TEFLON Role à 50mtr	3.10	27,987	86,761
3213163R02	SEALING WIRE USW05	2.00	46,646	93,291
7599629	CUTTING RING	0.00	149,184	0
<b>TOTAL PARA ESTE MES:</b>	<b>Agosto</b>			<b>180,052</b>
<b>Septiembre - 2013</b>				
2523109	SEWN TEFLON Role à 50mtr	3.10	27,987	86,761
3213163R02	SEALING WIRE USW05	2.00	46,646	93,291
7599629	CUTTING RING	0.00	149,184	0
<b>TOTAL PARA ESTE MES:</b>	<b>Septiembre</b>			<b>180,052</b>
<b>Octubre - 2013</b>				
2523109	SEWN TEFLON Role à 50mtr	3.10	27,987	86,761
3213163R02	SEALING WIRE USW05	2.00	46,646	93,291
7599629	CUTTING RING	0.00	149,184	0
<b>TOTAL PARA ESTE MES:</b>	<b>Octubre</b>			<b>180,052</b>
<b>Noviembre - 2013</b>				
2523109	SEWN TEFLON Role à 50mtr	3.10	27,987	86,761
3213163R02	SEALING WIRE USW05	2.00	46,646	93,291
7599629	CUTTING RING	0.00	149,184	0
<b>TOTAL PARA ESTE MES:</b>	<b>Noviembre</b>			<b>180,052</b>
<b>Diciembre - 2013</b>				
2523109	SEWN TEFLON Role à 50mtr	3.10	27,987	86,761
3213163R02	SEALING WIRE USW05	2.00	46,646	93,291
7599629	CUTTING RING	0.00	149,184	0
<b>TOTAL PARA ESTE MES:</b>	<b>Diciembre</b>			<b>180,052</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO M/R PARA EL PERIODO:</b>				<b>900,259</b>

Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 23 Presupuesto programado mensual (c.c. - mes - equipo).**

GFA INGENIERIA		am - Administrador de Mantenimiento			
PMPR3		<b>PRESUPUESTO PROGRAMADO MENSUAL ( C.C. - MES - EQUIPO)</b>			Pag. 1
6/21/2013		Desde: 2013/01/01 Hasta: 2013/12/31			
Centro Costo	Descripción	Ppt M / 0	Ppto M/R	Ppto O/ C	Total Ppto
Mes generación					
Equipo					
<b>MANTENIMIENTO</b>					
<b>Agosto</b>	- 2013				
VS95	LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA	199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
		199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
<b>Septiembre</b>	- 2013				
VS95	LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA	199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
		199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
<b>Octubre</b>	- 2013				
VS95	LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA	199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
		199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
<b>Noviembre</b>	- 2013				
VS95	LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA	199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
		199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
<b>Diciembre</b>	- 2013				
VS95	LINEA DE EMPAQUE AL VACÍO VS95 CRYOVA	199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
		199,651.86	180,051.84	0.00	379,703.70
<b>Total para Centro de Costo</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>998,259.30</b>	<b>900,259.21</b>	<b>0.00</b>	<b>1,898,518.52</b>

Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 24 Listado de repuestos por mes, equipo y pm**





Ilustración 26 Necesidades de mano de obra.

GFA INGENIERIA		com - Administrador de Mantenimiento						
OT033		NECESIDADES DE MANO DE OBRA						Pag. 1
		ORDENADO POR NUMERO DE LA OT, CC, RESP, TT, TM, OF, CR						
OT	Descripción OT Oficio	CR	F-Gn	F-IV	CC	TT	TM	Responsable
					Personas	Horas	Minutos	
2013 - 1	LIMPIEZA GENERAL. -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-06-27		PRODUCCIÓN	1	0 45	MNTO AUTONOMO
2013 - 10	LIMPIEZA GENERAL. -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-24		PRODUCCIÓN	1	0 45	MNTO AUTONOMO
2013 - 100	LIMPIEZA BARRA INFERIOR Y CANALES DE CUCHILLAS -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-08		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO CLIENTE
2013 - 101	LIMPIEZA BARRA INFERIOR Y CANALES DE CUCHILLAS -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-15		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO CLIENTE
2013 - 102	LIMPIEZA BARRA INFERIOR Y CANALES DE CUCHILLAS -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-22		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO CLIENTE
2013 - 103	LIMPIEZA BARRA INFERIOR Y CANALES DE CUCHILLAS -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-29		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO CLIENTE
2013 - 104	COMPROBACION DE FUGAS ATRAVIZ. DE LA PRUEBA PATRÓN -- INCL EXPERTO EN VACÍO	GFA INGENIERÍA SAS	2013-07-24		MANTENIMIENTO	1	0 15	GFA INGENIERÍA SAS
2013 - 105	RECAMBIO RESISTENCIAS Y CINTA TEFLO SUPERIOR -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-24		MANTENIMIENTO	1	1 30	GFA INGENIERÍA SAS
2013 - 106	RECAMBIO CUCHILLAS DE CORTE PREVIO -- INCL EXPERTO EN VACÍO	GFA INGENIERÍA SAS	2013-07-24		MANTENIMIENTO	1	1 30	GFA INGENIERÍA SAS
2013 - 107	COMPROBACION DEL MECANISMO DE SUGECIÓN DE LA BOLSA -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-01		MANTENIMIENTO	1	0 15	MNTO CLIENTE
2013 - 108	COMPROBACION DEL MECANISMO DE SUGECIÓN DE LA BOLSA -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-08		MANTENIMIENTO	1	0 15	MNTO CLIENTE
2013 - 109	COMPROBACION DEL MECANISMO DE SUGECIÓN DE LA BOLSA -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-15		MANTENIMIENTO	1	0 15	MNTO CLIENTE
2013 - 11	LIMPIEZA GENERAL. -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-27		PRODUCCIÓN	1	0 45	MNTO AUTONOMO
2013 - 110	COMPROBACION DEL MECANISMO DE SUGECIÓN DE LA BOLSA -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-22		MANTENIMIENTO	1	0 15	MNTO CLIENTE
2013 - 111	COMPROBACION DEL MECANISMO DE SUGECIÓN DE LA BOLSA -- TÉCNICO CLIENTE	MNTO CLIENTE	2013-07-29		MANTENIMIENTO	1	0 15	MNTO CLIENTE
2013 - 112	COMPROBAR ESTADO DE LOS FILTROS DE LA BOMBA DE VACÍO -- INCL EXPERTO EN VACÍO	GFA INGENIERÍA SAS	2013-07-24		MANTENIMIENTO	1	1 30	MNTO CLIENTE
2013 - 12	LIMPIEZA GENERAL. -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-30		PRODUCCIÓN	1	0 45	MNTO AUTONOMO
2013 - 13	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-06-27		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 14	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-06-30		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 15	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-03		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 16	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-06		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 17	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-09		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 18	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN -- MNTO AUTÓNOMO	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-12		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO
2013 - 19	COMPROBACION CINTAS DE TEFLÓN	MNTO AUTÓNOMO	2013-07-15		PRODUCCIÓN	1	0 30	MNTO AUTONOMO

Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 27 Resumen del número de órdenes de trabajo.**

GFA INGENIERIA		RESUMEN DEL NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO		Pag. 1
OT012		ORDENADO POR CENTRO DE COSTOS, CENTRO DE RESPONSABLE Y TIPO DE MANTENIMIENTO		
2013/06/21				
Centro de Costos	Centro Responsable	OT x CR. OT x TM		
Tipo de Mantenimiento				
<b>1234 - MANTENIMIENTO</b>				
GFA INGENIERIA SAS		3		
Prev			3	
MNT0 CLIENTE		68		
Prev			68	
<b>Total por C.C.: 1234 - MANTENIMIENTO</b>		<b>71</b>		
<b>5678 - PRODUCCIÓN</b>				
MNT0 AUTÓNOMO		36		
Prev			36	
MNT0 CLIENTE		5		
Prev			5	
<b>Total por C.C.: 5678 - PRODUCCIÓN</b>		<b>41</b>		

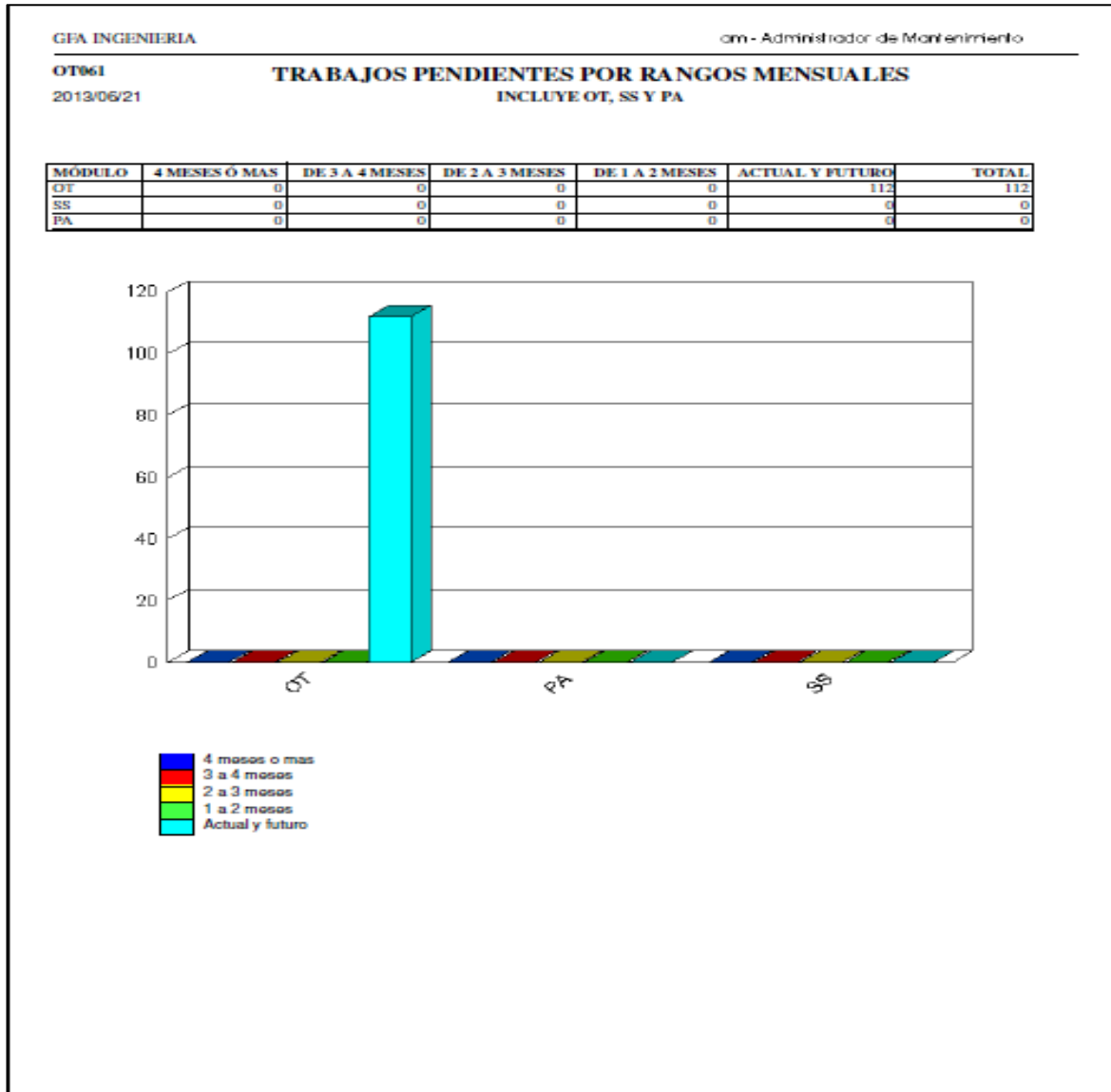
Fuente. AM-Winsoft.

**Ilustración 28 Resumen del número de órdenes de trabajo.**

GFA INGENIERIA		RESUMEN DEL NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO		Pag. 1
OT011		ORDENADO POR CC, TT, TT, TA Y RS		
2013/06/21				
Centro de Costos	Tipo de Trabajo	Total OT's		
Tipo de Mantenimiento				
Actividad de Mantenimiento				
Responsable				
<b>1234 - MANTENIMIENTO</b>				
Mecánico		71		
Preventivo		71		
MN-Mantto		71		
3456 - MNT0 CLIENTE		12		
4321 - GFA INGENIERIA SAS		3		
9876 - MNT0 CLIENTE		56		
<b>Total por C. C.: 1234 - MANTENIMIENTO</b>		<b>71</b>		
<b>5678 - PRODUCCIÓN</b>				
Mecánico		41		
Preventivo		5		
MN-Mantto		5		
9876 - MNT0 CLIENTE		5		
Otros		36		
Preventivo		36		
EQ-Revision / Inspección		24		
6789 - MNT0 AUTONOMO		24		
TV-Limpieza		12		
6789 - MNT0 AUTONOMO		12		
<b>Total por C. C.: 5678 - PRODUCCIÓN</b>		<b>41</b>		

Fuente. AM-Winsoft.

### Ilustración 29 Trabajos pendientes por rangos mensuales.



Fuente. AM-Winsoft.

## 8. CONCLUSIONES

- Para la gestión de repuestos y sus inventarios es importante implementar una metodología de investigación y retroalimentación, apoyándose en el personal técnico y documentación histórica de consumo. Así mismo, se debe determinar la ubicación de cada repuesto, teniendo en cuenta la rapidez con la que se podría requerir, su tiempo de entrega y los costos.
- En la generación de cualquier contrato de mantenimiento por outsourcing, es indispensable tener claridad de todos los términos y de todas las cláusulas consignadas en él. Se debe tener especial cuidado en no generar ambigüedades o ventajas sobre la otra parte.
- Como proceso de ingeniería del mantenimiento, la inclusión de procedimientos bajo las normas, hace que las operaciones tengan mayor credibilidad y no sean dejadas a la interpretación simple o arbitraria, bajo criterios no normalizados.
- La generación de una base de datos mediante formatos genéricos de información, permite la difusión de dicha información de una manera correcta, enmarcada en un mismo lenguaje, teniendo cabida para comentarios y recomendaciones.
- El modelo de manejo de la parte comercial y de posventa hace que el acercamiento hacia el cliente sea de forma organizada y apropiada.
- La parametrización de información dentro de un software permite el acceso de información de manera rápida y confiable, el contando con la ventaja que está al alcance de varias personas.

## 9. BIBLIOGRAFIA

GARCIA S. 2010 La contratación del mantenimiento industrial, España. Ediciones Díaz de Santos, .P.353.

GÓMEZ DE LEON F, 1998 Tecnología Del Mantenimiento Industrial. Murcia España. P. 70.

GONZALEZ F. 2006 Contratación avanzada del mantenimiento, España. Ediciones Díaz de Santos, .P.16.

GOPALAKRISHNAN P, BANERJI A, 2006 Maintenance And Spare Parts Management, New Delhi, India P. 248.

KUMAR U, GALAR D, PARIDA A, STENATRÖM C, BERGES L, 2010 Maintenance Performance Metrics: A State of the Art Review. USA P. 6.

MORA A. 2012 Mantenimiento Industrial Efectivo, Medellin, Colombia. P. 80.

PAOLINI M. Tercerización. CAM. COMITÉ ARGENTINO DE MANTENIMIENTO, Congreso Meza de tercerización integral, Argentina. 2009.

RAMESH G, 2009. Maintenance and reliability best practices, New York, USA. P. 134.

RUDOLPH F, 2009 Handbook Reliability, Availability, Maintainability and safety in engineering design. Queensland. Australia P. 133

SONDALINI M, WITT H, What is Equipment Reliability and How Do You Get It?. [Enlinea]. Disponible en internet: [http://www.lifetime-reliability.com/what\\_is\\_Equipment\\_Reliability\\_and\\_How\\_Do\\_You\\_Get\\_It.pdf](http://www.lifetime-reliability.com/what_is_Equipment_Reliability_and_How_Do_You_Get_It.pdf). Consultado el 13 de Abril de 2013.