

**TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS**



**Proyecto**

**Situación del mantenimiento industrial en las empresas de Costa Rica**

**Asesor Oficial de proyectos**  
Master Rolvin Salas

**Investigadores:**

Ing. Jorge Valverde Vega  
Ing. Luis Gómez Gutiérrez

Cartago, Junio de 2015

---

**Tabla de contenido**

1	Nombre del proyecto	2
2	Autores	2
3	Resumen	3
4	Palabras clave	4
5	Introducción	5
6	Marco teórico	6
7	Metodología	14
8	Resultados	28
9	Discusión de resultados	63
10	Conclusiones	66
11	Recomendaciones	68
12	Agradecimientos	69
13	Referencias	70
14	Apéndices	71
15	Bibliografía	72

## **1. Nombre del proyecto**

Situación del mantenimiento industrial en las empresas de Costa Rica

Código: 54021801-0492

## **2. Autores y direcciones**

Ing. Luis Gómez Gutiérrez. Licenciado. Coordinador del proyecto

Ing. Jorge Valverde Vega. Licenciado.

### **3. Resumen**

El presente documento incluye los resultados de la investigación realizada, que tiene como objetivo general conocer la situación de la función de mantenimiento, en las empresas de Costa Rica.

El estudio se concentró en empresas del sector de manufactura de la región metropolitana de nuestro país, con más de cien empleados y que cuenten con un departamento de mantenimiento formal.

A fin de garantizar la confiabilidad de la información y la efectividad de su entrega, para la recolección de los datos, se realizaron visitas a cada empresa y se entrevistó a las personas responsables de gestionar el mantenimiento.

Los resultados de este estudio evidencian que la gestión del mantenimiento en Costa Rica está bien posicionada dentro de la industria, a pesar de que se evidencian múltiples oportunidades de mejora.

El estudio está estructurado en seis ejes de diagnóstico y para cada uno de ellos se presentan los gráficos que muestran las evidencias que reflejan fortalezas y oportunidades de mejora en la industria bajo estudio.

#### **4. Palabras clave**

Mantenimiento industrial, situación del mantenimiento en Costa Rica, diagnóstico de mantenimiento.

## **5. Introducción**

Los fundamentos teóricos de la ingeniería en mantenimiento establecen conceptos y estrategias que las empresas deben aplicar, a fin de garantizar el retorno de sus inversiones y la maximización de la vida de sus sistemas productivos.

La adecuada gestión del mantenimiento, dirigida a fortalecer y contribuir con el proceso productivo, en que se aplican técnicas y estrategias que minimicen los costos asociados a la producción y la garantía de que el funcionamiento de los equipos se realiza de manera segura, confiable, eficiente y rentable; convierten a la función de mantenimiento en un elemento clave, en el cumplimiento de los objetivos de la organización.

No obstante, estos enfoques teóricos, cuando son llevados a la práctica, su implementación se ve afectada por diversos elementos presentes en el entorno empresarial; pues cada organización desarrolla su propia cultura y su propio modelo de gestionar el mantenimiento.

El presente documento es el resultado de una investigación de un año en la que se visitaron empresas del sector de manufactura, localizadas en el valle central de Costa Rica, para la aplicación de un instrumento de diagnóstico, a fin de conocer la forma en que se desarrolla la función de mantenimiento en las empresas.

Los resultados y hallazgos de esta investigación servirán de insumo para investigaciones específicas, orientar el trabajo de la academia, comparar y reflexionar en las empresas, sobre los aspectos que deberían mejorar en la gestión del mantenimiento para el logro de sus objetivos.

## 6. Marco teórico

Aunque el tema de investigación como tal, es muy difícil encontrarlo en los libros de gestión de mantenimiento, se presentan en este apartado información y conceptos sobre la gestión del mantenimiento, su diagnóstico y otros temas afines con el tema de investigación, que ofrecen un sustento teórico, al problema de estudio y al tratamiento metodológico seguido.

Mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar los bienes (inmuebles, muebles, equipos, instalaciones, herramientas, etc.) en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico. El Mantenimiento tiene como objetivo técnico el disponer de los bienes cuando se les necesita y donde se les necesita; tiene como objetivo económico el de contribuir al menor costo de la producción de bienes o servicios dentro de la empresa.

Varios autores insisten en que el mantenimiento es una actividad clave en la industria. En este contexto, la toma de decisiones en el ámbito del mantenimiento es extremadamente importante debido a sus consecuencias económicas. Así, varios autores tratan de establecer vínculos entre la toma de decisiones de mantenimiento y sus consecuencias económicas, a partir de desarrollar iniciativas de mejora u optimización.

Sin embargo, el grado de aplicación de dichas iniciativas en plantas industriales resulta relativamente limitado. A partir de estas condiciones de entorno, los estudios que investigan y describen la situación del mantenimiento en las empresas son relevantes por la información que pueden revelar.

La producción de bienes es uno de los sectores que mayor aporte ofrecen a la economía de un país, dentro del contexto de la producción, el mantenimiento ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor, hasta convertirse en un factor clave de la competitividad; el tema de los costos de mantenimiento cada vez toma mayor interés por el impacto de su gestión en los índices globales de productividad, por lo que la formación de vínculos entre mantenimiento y otras áreas de la empresa, es clave para la búsqueda y cumplimiento de las metas propuestas<sup>1</sup>.

El poder disponer de información general y específica de los aspectos de la gestión de mantenimiento, es el primer punto de partida para generar propuestas de mejora. Esta información, no solo debe ser útil para los responsables del mantenimiento, sino para otras organizaciones como las cámaras empresariales, asociaciones gremiales y los centros de educación, encargados de formar a las personas, hombres y mujeres que se preparan para incorporarse como miembros activos de los departamentos de mantenimiento de las empresas.

La Competitividad Industrial<sup>2</sup>. Ya no causan más sorpresas y ni se constituyen en novedades, las frecuentes referencias a las necesidades de cambios de la competitividad industrial. Un número cada vez mayor de empresas ya reconoce la importancia crucial

---

<sup>1</sup> Encuesta sobre el estado del mantenimiento industrial en España. Aitor Goti-Elordi. 2008

<sup>2</sup> Lourival Tavares. Administración Moderna de mantenimiento.

que el mantenimiento y la confiabilidad desempeñan en sus organizaciones. En esas empresas, ejecutivos de la alta administración, están promoviendo la implantación de estrategias empresariales de mantenimiento y confiabilidad.

Dichas estrategias tienen doble finalidad: en primer lugar, se destinan a educar a los ejecutivos, sobre como el mantenimiento y la confiabilidad afectan a su empresa financieramente. En segundo lugar, se concentran en desarrollar e implementar un proceso que promueva, de forma activa, mejoras en esas prácticas.

La mayor parte de las estrategias empresariales de mantenimiento tienen dos objetivos primordiales: disminuir los costos (de mano de obra, material y contratación) y mejorar la confiabilidad operacional de los equipos o de la gestión de los activos (tiempo operacional - "up-time", régimen de funcionamiento - "running speed" y desempeño de la calidad).

Casi todas las empresas tienen grandes oportunidades de actuar en ambas áreas. Es común un gasto elevado en mantenimiento y los resultados de estas actividades son, muchas veces ineficaces, por mayores inversiones que se realicen. Desde la posguerra las características de las actividades económicas sufrieron alteraciones, que impusieron distintos ritmos de desarrollo, hasta el periodo actual, en que decididamente, la competitividad industrial dejó de ser definida por las ganancias a gran escala y de la producción seriada, tipificada por el modelo "fordista"<sup>3</sup> pasando a ser decidida en los campos de la calidad y de la productividad.

La economía de escala está dando lugar a la economía por objetivos. En este escenario, el mantenimiento surge como la única función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes de la performance industrial al mismo tiempo, es decir: costo, plazo y calidad de productos y servicios, definida como función pivotante.

### **Estrategias de Gestión de Proceso**

Dentro de las estrategias utilizadas para descubrir la solución de un problema, está el aislamiento de sus puntos críticos a través de su división sucesiva en partes.

La clave es limitar el problema mediante el estudio detallado de los fenómenos observados. Este estudio empieza a través de una discusión del grupo involucrado ("brainstorm"), donde son separados los fenómenos concretos.

Estos fenómenos son agrupados en aquellos que comparten algún denominador común. Enseguida se vuelve a examinar a cada grupo como una nueva unidad, cuestionando cual es el asunto crítico, analizando cada unidad como fuente de problema a ser descubierto y se decide por el enfoque correcto para encontrar una solución.

Los pasos siguientes son: la formulación de soluciones tentativas, análisis y validación o exclusión de soluciones, proposición de la conclusión, consolidación de la conclusión, proyecto de acción con un plan detallado e implantación de este plan junto a los supervisores de línea.

---

<sup>3</sup> En términos sencillos un modelo Fordista es un modelo de producción en serie



Como alternativas para las etapas de formulación de soluciones se pueden utilizar el "árbol de decisiones", o los "cuadros sinópticos" de toma de decisiones, o la aplicación de los cinco "¿por qué?".

Además de eso se puede utilizar las técnicas de "análisis de valor" o de "ingeniería de valor" para esas determinaciones de alternativas de soluciones, pero, lo más común es utilizar la experiencia de los involucrados en el proceso.

### **Análisis y Diagnóstico del Área de Mantenimiento<sup>4</sup>**

En la implantación de un Sistema de Información Gerencial se debe considerar la investigación de las necesidades de los usuarios y la evaluación de criterios para la recolección de datos, en función de los tipos de informes deseados.

Esta etapa, identificada como Análisis y Diagnóstico del área de Mantenimiento, debe ser desarrollada con la participación de especialistas de las áreas de: Planificación, Organización y Métodos, Análisis de Sistemas y principalmente, usuarios, debiendo todos los participantes poseer la delegación del poder de decisión en sus actividades, para que el sistema desarrollado alcance el objetivo deseado.

Durante esa etapa se elige el Proceso (manual o automatizado) a ser utilizado, de acuerdo con: las metas y los plazos a ser alcanzados, la confiabilidad deseada y los costos involucrados.

El Análisis y Diagnóstico, fue originalmente concebido como es presentado en la Figura 1, cuando se le denominó "Polígono de Productividad del Mantenimiento" o "Radar del Mantenimiento".

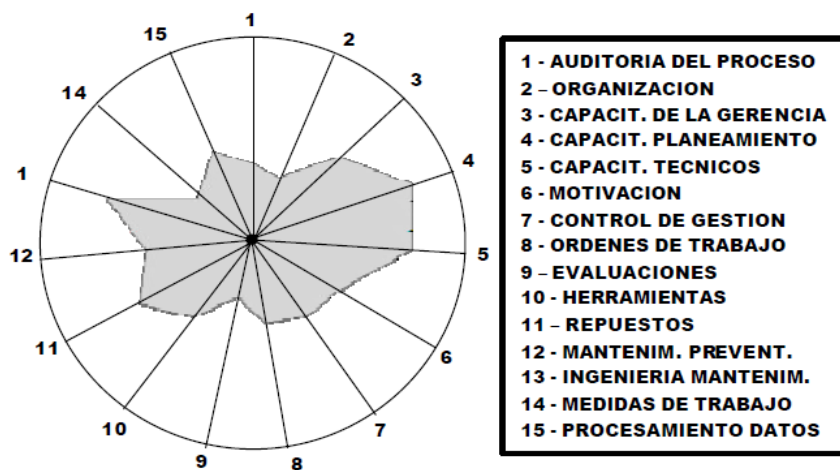


Figura 1 - Polígono de la Productividad del Mantenimiento (análisis y diagnóstico).  
Fuente: Lourival Tavares. Administración Moderna de Mantenimiento.

<sup>4</sup> Lourival Tavares. Administración Moderna de mantenimiento.

---

El método se desarrolló, en el sentido de formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúe la situación de los distintos aspectos de la gestión del mantenimiento.

Este grupo de trabajo, coordinado por el gerente de mantenimiento, deberá estar compuesto por representantes de las áreas de ejecución del mantenimiento y otras a ésta directamente e indirectamente relacionadas (operación, material, organización y métodos, recursos humanos, capacitación y desarrollo, compras, procesamiento de datos, nuevos proyectos, archivo/biblioteca, control patrimonial, contabilidad y seguridad industrial), algunos de los cuales tendrán su participación limitada, solamente a los temas de sus niveles de acción.

La metodología actual para el desarrollo de los trabajos de la comisión de A&D (Análisis y Diagnóstico) está compuesta por ocho etapas:

1. Elaboración de un cuestionario que servirá como guía para desarrollo de los trabajos de análisis.
2. Visitas a las instalaciones, talleres y oficinas de las áreas de actuación del mantenimiento, para conocimiento de las actividades desarrolladas por cada una.
3. Reuniones y debates con los profesionales directa o indirectamente incluidos en el proceso de análisis.
4. Consultas a la documentación en uso y determinación del flujo de información existente.
5. Consulta a los usuarios de los servicios de mantenimiento (clientes);
6. Recolección y análisis de normas y procedimientos de informatización de la empresa.
7. Análisis de los problemas a ser administrados.
8. Reuniones con los coordinadores de cada área para la discusión de las informaciones y elaboración del informe de diagnóstico.

Los procedimientos utilizados en el desarrollo del A&D pueden ser cuantitativos, cualitativos o ambos. En cualquier caso, el diagnóstico, resultado del análisis, debe contener indicaciones o alternativas para mejoras en los métodos practicados por la empresa.

Además de las tablas comparativas del método, es recomendable el montaje de gráficos ilustrativos de algunas condiciones existentes, así como, en el caso que el proceso concluya por la informatización del Sistema de Gestión del Mantenimiento, se deberá presentar una tabla, con los elementos que compondrán los varios archivos del Sistema debidamente dimensionados y correlacionados.

---

Durante el proceso de A&D son evaluados:

Tipo de estructura organizacional existente.

Situación administrativa y financiera de la empresa y ambiente en que actúa.

Clientela (niveles de exigencia y estándares de la calidad de los productos o servicios).

Modernidad X obsolescencia de equipos, máquinas y herramientas.

Participación del Mantenimiento en los procesos de compra de nuevos equipos.

Participación del Mantenimiento en los proyectos de ampliación o modificaciones de las instalaciones.

Documentación (manuales, catálogos, recomendaciones, metodología de órdenes de trabajo, flujo de documentos, tratamiento informatizado, elaboración de informes, evaluación de los servicios, evaluación de los resultados, establecimiento de metas, acciones administrativas)

Cálculos o estimaciones de índices tradicionales (costo de mantenimiento por facturación, porcentaje de mantenimiento preventivo, correctivo y otros servicios etc.).

Delegación de autoridad para la solicitud de servicios de mantenimiento.

Identificación objetiva de los servicios solicitados.

Comunicación entre el personal de mantenimiento y los clientes de sus servicios.

Recursos humanos y materiales disponibles.

Relaciones entre las diversas áreas de mantenimiento con órganos externos.

Posición del personal de mantenimiento en relación a otros órganos (responsabilidad, salarios, beneficios etc.).

Existencia de intercambio de información entre el personal de una planta con otras de la misma empresa.

Niveles de escolaridad del personal.

Experiencia práctica del personal propio.

Eficiencia y productividad del personal de mantenimiento.

Delegación de responsabilidad en todos los niveles jerárquicos.

Relaciones entre el personal de supervisión y subordinados.

---

Existencia y eficacia de los métodos de evaluación de desempeño del personal.

Existencia de un programa interno de transferencia de experiencia.

Existencia de un programa continuo de capacitación del personal de mantenimiento.

Existencia de programas de aprendizaje de los fabricantes de los equipos instalados en la empresa y entidades de enseñanza.

Estímulos a emitir sugerencias a través de: premios, participación en eventos (congresos, simposios, seminarios, mesas redondas y cursos), visitas etc.

Motivación del personal propio y contratado;

Relaciones entre servicios ejecutados por personal propio y por terceros;

Ventajas y desventajas de la tercerización;

Participación del Mantenimiento en la elaboración de contratos de prestación de servicios.

Problemas con prestadores de servicios (criterios de elaboración de los contratos, documentación, evaluación de los servicios).

Nivel de utilización de horas extras.

Criterios en el establecimiento de la previsión de presupuestos del área de mantenimiento (seguimiento, criterios de establecimiento de las cuentas y centro de costos).

Criterios de gestión de costos en los distintos niveles de supervisión;

Criterios de levantamiento de costos de pérdida de producción debido al mantenimiento.

Existencia de un sistema de débitos de costos de servicios del mantenimiento a sus usuarios.

Nivel de delegación de responsabilidades para compras de pequeño valor (material de uso continuo).

Repuestos (niveles de "stock" y puntos de reposición adecuados, localización física del almacén, almacenes paralelos, recepción de materiales, plan de mantenimiento de repuestos, herramientas, intercambiabilidad, nacionalización).

Estandarización de tablas para la identificación de los códigos de registro de equipo, de mantenimiento, de ocurrencias, de esperas, de reprogramaciones y de cancelamientos.

Identificación de equipos con mismas características constructivas ("familias" de equipos).  
Concienciación de la necesidad de prevención por mantenimiento.

---

Relación de tópicos para la ejecución del mantenimiento planificado y sus respectivos tiempos estándares.

Existencia y eficacia de procesos de monitoreo por mediciones manuales o automatizadas.

Métodos adoptados para la intervención planificada en los equipos (por tiempo- intervalos prefijados; por oportunidad - función del seguimiento del estado de los equipos; o ambas).

Establecimiento de Recomendaciones de Seguridad.

Emisión de órdenes de trabajo de Actividades Programadas y No Programadas.

Existencia y eficacia de un plan de inspecciones continuas.

Existencia y eficacia de un plan de lubricación.

Criterios de archivo de datos de actividades programadas y no-programadas.

Criterio de almacenaje de datos de: disponibilidad de los equipos, duración de las actividades, hombres-hora empleados en cada actividad, material utilizado, costos de mano de obra, servicios contratados y facturación cesante;

Cumplimiento de los plazos de atención de los pedidos.

Evaluación de la calidad de los servicios.

Existencia de una estructura de análisis de anomalías en los equipos y en las intervenciones.

Investigación sistemática de las averías más frecuentes;

Selección y montaje de informes gerenciales por área de producción, sistema operacional, actividad y sector, con sus respectivas definiciones respecto a la presentación (tablas, gráficos y consultas específicas).

Estructuración del área de Ingeniería de Mantenimiento para análisis de los reportes, sugerencia de alternativas y establecimiento de metas.

Identificación del proceso deseado de interconexión del sistema de mantenimiento con otros sistemas de la empresa, establecimiento de metas, costos y plazos.

Identificación del interés de disponer de un sistema en red.

Interés en automatizar e implementar programas de monitoreo de los equipos (Mantenimiento Predictivo).

---

Identificación del interés en alcanzar tipos de programas de "alerta de ocurrencias indeseables en el área de mantenimiento";

Análisis de conveniencia de reajustes de tiempos estándares y desarrollo e implementación del programa de distribución homogénea de la mano de obra del servicio de mantenimiento a lo largo del tiempo.

Para tornar las reuniones del grupo de A&D más productivas, es recomendable que sea previamente elaborada una relación o cuestionario que dirigirá los debates de la comisión.

Como temas más completos de esa relación/cuestionario, se sugieren: organización y perfil del mantenimiento; criterios de inventarización y registro de equipos, instalaciones, materiales (especialmente repuestos) y personal; planificación y programación del mantenimiento; métodos de recopilación de datos y metodología de archivo; criterios de composición y análisis de los reportes gerenciales y el proceso de tratamiento de la información.

### **Objetivos de las encuestas de mantenimiento**

El objetivo principal de las encuestas de mantenimiento consiste en conocer el grado de desarrollo y aplicación del mantenimiento por parte de las empresas en los diferentes sectores de producción y servicios.

Algunas ventajas que ofrece la realización de las encuestas son:

Permiten conocer la evolución del mantenimiento.

Permite hacer comparaciones entre sectores

Conocer la importancia de la organización del mantenimiento y el grado de implantación en la empresa.

Conocer el perfil característico de los técnicos que se desempeñan en mantenimiento.

Facilitar a los expertos la información que este tipo de estudio entrega, para el análisis y toma de decisiones.

Facilitar a las empresas y a los responsables del mantenimiento, información que les puede ayudar en sus planes de mejora de esta función.

Los resultados de las encuestas marcan la tendencia de las empresas y particularmente en el área de mantenimiento, estas encuestas permiten obtener una especie de radiografía dentro de la empresa, lo cual puede ser de interés para sus miembros.

---

## 7. Metodología

El método de investigación aplicado en el proyecto se puede subdividir en varias etapas, las cuales a su vez están conformadas por una serie de actividades específicas y su cumplimiento ha permitido alcanzar los objetivos propuestos, no obstante algunas situaciones presentadas, las cuales serán descritas en el documento 2, representaron retos que hubo que gestionar y tomar algunas decisiones a fin de cumplir con los plazos y objetivos.

Desde el punto de vista investigativo, la metodología aplicada presenta características cuantitativas y cualitativas.

Desde una óptica cuantitativa se obtienen datos y se miden, para identificar patrones de comportamiento y poder hacer deducciones, para eso se hace el cálculo de una muestra representativa.

Desde la óptica cualitativa existen algunos datos de interés para la investigación, que no pueden ser trasladadas a las matemáticas, pues busca dar un tratamiento más interpretativo; esto quiere decir que el análisis y las conclusiones se basan mucho en el criterio experto de los investigadores.

En forma general el tratamiento de la información recopilada, busca hacer un análisis y un tratamiento que permita ir de lo particular a lo general, en lo que refiere a la forma se interpretan los gráficos y porcentajes representados en cada eje de conocimiento, siendo esto un método de razonamiento de tipo inductivo.

La primera parte de la investigación fue de tipo exploratoria, para hacer una investigación pasiva y activa de la información disponible a nivel mundial, sobre el tema de estudio; en esta etapa se encontró que en países como España y Brasil, estudios como estos han sido realizados anteriormente.

La información obtenida en estas y otras fuentes consulta; sirvieron de insumo para el análisis y la elaboración del instrumento preliminar de diagnóstico.

Paralelamente, previo al diseño base del instrumento de diagnóstico, fue necesario solicitar apoyo con profesionales expertos en el campo de las estadísticas y diseño de instrumentos de evaluación, para recibir instrucciones y orientación sobre la forma de conducir la investigación.

Esta etapa también incluyó la revisión de material bibliográfico en estadística, para conocer cómo se determina la muestra, los métodos y herramientas estadísticas para el tratamiento de la información.

En la siguiente etapa se diseñó el instrumento de diagnóstico, con el cual sería recopilada la información a las empresas, este instrumento fue diseñado de tal forma que se facilitara la recolección de la información, el procesamiento y el análisis; más adelante se muestra el instrumento y se brindan más detalles de su estructura.

---

Como etapa siguiente correspondió el cálculo de la muestra estadística, para conocer la cantidad de empresas a visitar.

Para conocer el dato se utilizó la lista de empresas del sector de manufactura, de la región metropolitana, que suministró el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

Con la información suministrada por el INEC se procedió al cálculo de la muestra estadística representativa de la población de estudio.

En la etapa siguiente, se realizaron los contactos con las empresas para coordinar las visitas y reuniones con los jefes de mantenimiento. Inicialmente se intentó obtener ayuda con la Cámara de Industrias de Costa Rica, a través del director ejecutivo, ya que en ese momento se consideró que si la solicitud de visita se hacía a través de una organización como estas, la respuesta de las empresas, sería más factible y rápida.

No obstante a pesar de las visitas a la Cámara de industrias y el compromiso verbal de su director ejecutivo, no fue posible obtener la ayuda ofrecida; esta situación obligó a los investigadores a buscar por su cuenta la información de las empresas y sus contactos, utilizando otros mecanismos y otras fuentes de información, tales como la guía industrial de la Cámara de Industrias de Costa Rica y el directorio telefónico del Instituto Costarricense de Electricidad.

De esta manera es que en el tiempo disponible, se logran visitar un total de 65 empresas.

Para poder concertar las citas con las empresas fue necesario contactar a cada una vía telefónica, para explicar el motivo de la llamada y solicitar contactar a la persona encargada del mantenimiento.

Una vez contactado al jefe de mantenimiento, hubo que explicar en detalle los alcances del proyecto y solicitar una cita en su empresa para la aplicación del instrumento de evaluación. De esta forma hubo que hacerlo con cada empresa que se contactó y se visitó.

Es importante mencionar que aunque las empresas visitadas fue de 65 en total, lo cierto que se contactaron alrededor de 100 empresas y no en todos los casos se tuvo éxito, algunas no se logró obtener el número telefónico de la empresa, no hubo respuesta a la solicitud, no se logró contactar a la persona indicada, se rechazó la solicitud, incluso en algunas ocasiones, la cita se canceló en el mismo momento de realización de misma; siendo estas situaciones parte de la experiencia que se desarrolló en el proyecto.

No obstante a pesar de estas dificultades, en las empresas que se logró el contacto, la visitada personalizadas para recopilar la información, ofrece una garantía de veracidad y confiabilidad de la información, pues al estar frente a la persona encargada del mantenimiento, se tiene la certeza de que la información, la está suministrando una persona con la autoridad dentro de la empresa para tratar el tema.

Una vez concluidas las etapas de preparación y de trabajo de campo, el estudio continúa con el procesamiento y análisis de la información.



---

Cada uno de los datos obtenidos que en total suman más de 5700 respuestas de las empresas, fueron tabulados, con el propósito de obtener valores promedios y porcentuales, representados por medio de gráficos, utilizando para ello la herramienta Excel.

En una etapa posterior se procede con el análisis de los resultados, la discusión por parte de los investigadores y la elaboración del documento con los resultados de la investigación.

Justificación de la muestra seleccionada y criterios utilizados para definirla

- 1- Empresas del valle central
- 2- Empresas del sector de manufactura
- 3- Empresas con más de 100 empleados

De acuerdo con los objetivos planteados en el proyecto, en que en el objetivo general se plantea el diagnóstico de la función de mantenimiento en los sectores productivos de Costa Rica; particularmente en el sector de manufactura; para conocer desde las fuentes primarias, (las cuales son representadas por los jefes de mantenimiento), la forma en que realizan su función de mantener y garantizar disponibilidad y confiabilidad, para cada una de sus organizaciones; es que se ha definido una muestra de empresas que tiene las características tanto de muestra probabilística cuantitativa como de muestra cualitativa, dados los objetivos que se persiguen; sin que esto signifique la invalidación o pérdida veracidad del estudio, pues en los enfoques teóricos, se indica que lejos de ser excluyentes, más bien son complementarios.

En el tratamiento del presente estudio como exploratorio y de diagnóstico, lo que se ha pretendido es describir el fenómeno bajo estudio, para lo cual se le ha consultado a jefes de mantenimiento, como los participantes y que han sido seleccionados de manera intencional para el estudio, lo que indica que la selección de la muestra, es de tipo cualitativo, porque se ha realizado una selección de empresas participantes, que de manera voluntaria, han participado y han respondido activamente a la invitación.

Dado que los alcances de este proyecto no pretenden generalizar los resultados a toda la población de empresas del país, es que este criterio de selección es aplicable y válido.

Algunos otros conceptos que refuerzan el muestreo de la población como cualitativa son los siguientes:

- La investigación pretende indagar en forma cualitativa un fenómeno que la ha fecha es desconocido, pues en este caso nunca se han realizado estudios este tipo en el país.
- En este tipo de estudios, no hay parámetros definidos para el tamaño de la muestra, y como lo veremos más adelante, aun cuando se haga un cálculo de dicha muestra, está en criterio de los investigadores, la decisión del número de empresas que se visite.

---

Otro detalle importante en este tipo de investigaciones, es que la validación de los hallazgos se hará mediante la repetición de la investigación cada cierto período de tiempo, de manera que a lo largo del tiempo se vayan construyendo las tendencias y se evidencie el comportamiento del fenómeno bajo estudio.

Es importante señalar que dado el perfil de estudio, en el cual ha sido necesario realizar las visitas individuales y personalizadas a cada empresa, algunas condiciones como las que seguidamente se describen han sido una limitante para visitar y obtener la información de más empresas:

- 1- El plazo de entrega de los resultados del proyecto.
- 2- La limitación de recursos en cuanto a horas asignadas para cada investigador.
- 3- La disposición de las empresas a colaborar.
- 4- Dificultad para contactar a las empresas y a las personas indicadas.
- 5- Indisponibilidad ocasional del servicio de transporte.
- 6- Cancelación de visitas programas por parte de las empresas.

Aun así, con estas limitantes presentes, se han visitado la mayor cantidad posible de empresas que los investigadores han podido contactar y visitar.

### **Determinación del tamaño de la muestra**

Aun cuando se haya indicado que para el tipo de estudio en cuestión, tenga un enfoque más cualitativo y que la selección de muestra de la población, se puede hacer “a criterio de los investigadores” en función de la disponibilidad de recursos; lo cierto es que no es excluyente el tratamiento cuantitativo del estudio y que la selección de la muestra se puede realizar con el criterio probabilístico, aplicando las ecuaciones y herramientas estadísticas.

En este caso, la unidad de análisis son las empresas a visitar, siendo la muestra un subgrupo de la población de interés, para la recolección de la información, además su delimitación permite obtener una cantidad de empresas a visitar, que sean representativas de la población, de forma que se puedan extrapolar al menos a la población bajo estudio, delimitada en los objetivos de este proyecto, de forma que se procede al cálculo de la muestra estadísticamente representativa, aplicando el concepto de probabilidad dirigida.

Es importante indicar además, que para la selección de la muestra se tuvo las siguientes restricciones:

1. Estudios como estos no se han realizado en el país, no existe por parte de ninguna organización, sea de tipo público o privada, información sobre la cantidad exacta de empresas que operan en el país, ni su actividad económica y demás datos de interés para la investigación. Además, algunas organizaciones gremiales empresariales, en principio mostraron algún interés en colaborar, no obstante dicha disposición no se tradujo en un apoyo real y efectivo, por lo que hubo que descartarlas como fuentes de información, resultando ser una pérdida de tiempo para el proyecto.

2. En la búsqueda de la información sobre la cantidad y tipos de empresas requeridas por la investigación, se logró contactar al Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], quienes mostraron la disposición de colaborar, pero bajo ciertas restricciones entre las que se citan que hubo que pagar por el envío de la información y que los datos solicitados sobre la cantidad y lista de empresas del sector de manufactura, ubicadas en la región metropolitana, no pudo obtenerse en su totalidad, solamente fue suministrados los datos del 80% de las empresas registradas por el INEC, como de manufactura en la región metropolitana, resultando este dato en un total de 100 empresas.
3. Una vez obtenida la lista de las 100 empresas, suministradas por el INEC, se procedió al análisis de las empresas, determinándose que en dicho listado habían empresas que claramente no deberían estar en esta lista, por cuanto se ubican fuera del valle central y que claramente no pertenecen al sector de manufactura (se encontraron empresas como joyerías, empresas constructoras, heladerías, mueblerías) o incluso empresas que ya no existen. De manera que luego de este segundo filtrado la lista final de empresas a visitar resultó en 77 empresas.

Con esta población se procede a aplicar la siguiente fórmula estadística para el cálculo de la muestra poblacional.

**Matriz de Tamaños Muestrales para diversos márgenes de error y niveles de confianza, al estimar una proporción en poblaciones Finitas**

<b>N</b> [tamaño del universo]	<b>77</b>		<b>Escriba aquí el tamaño del universo</b>
<b>p</b> [probabilidad de ocurrencia]	<b>0,5</b>		<b>Escriba aquí el valor de p</b>

Nivel de Confianza (alfa)	1-alfa/2	z (1-alfa/2)
90%	0,05	1,64
95%	0,025	1,96
97%	0,015	2,17
99%	0,005	2,58

**Fórmula empleada**

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_o = p*(1-p)* \left( \frac{Z(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$$

Nivel de Confianza	d [error máximo de estimación]									
	10,0%	9,0%	8,0%	7,0%	6,0%	5,0%	4,0%	3,0%	2,0%	1,0%
90%	36	40	44	49	55	60	65	70	74	76
95%	43	47	51	55	60	64	68	72	75	76
97%	47	50	54	58	62	66	70	73	75	76
99%	53	56	59	63	66	69	72	74	76	77

Tabla 1. Cálculo de la muestra poblacional. Fuente: Profesor Ronald Brenes, ITCR.

En la tabla se muestra mediante hoja electrónica, que para una población total o tamaño del universo de 77 empresas, aplicando un nivel de confianza de 95% y un porcentaje de error de 5%, la cantidad de empresas a visitar resulta en 64. Los parámetros de nivel de confianza y porcentajes de error aplicados, de acuerdo con consultas realizadas y la revisión literaria, resultan comunes.

**Sample Size Determination**  
(Sample Size for Population Percentage Estimates)

**Inputs**

**Universe Size**  
If universe is less than 99,999, replace 99,999 with the smaller number  
77

**Maximum Acceptable Percentage Points of Error**  
5%

**Estimated Percentage Level**  
50%

**Desired Confidence Level**  
95%

**Results**  
The Sample Size Should Be...  
64

**Calculate**      **Reset**      **Exit**

**Decision Analyst**  
The global leader in analytical research systems

Figura 1 Imagen del cálculo de la muestra con el software Stats 2.0

Como forma de validar y comprobar las formulas del Excel, también se hizo uso del software Stats, para el cálculo de la muestra, la imagen del cálculo, se muestra en la figura 2.

Por lo anterior y con el análisis realizado, queda demostrado y justificada que la muestra de la población bajo estudio es válida, en el contexto que se ha desarrollado el proyecto y las limitantes que se han presentado.

Además, como se indicó antes, tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo son complementarios y validos en este tipo de investigaciones.

Es importante recalcar que a partir de las situaciones presentadas en esta investigación, no existe información confiable y categorizada de las empresas por sector productivo, con lo cual se puede concluir que hay un desconocimiento sobre la cantidad de empresas, su actividad o el sector productivo al que pertenecen, ya que a pesar de los esfuerzos de búsqueda realizados, esta información no se logró conseguir.

### Diseño del instrumento de evaluación

El diseño del instrumento de evaluación fue una de las tareas que junto con las visitas de campo, consumió más tiempo, pues su diseño y su contenido deben facilitar la recopilación de la información durante las visitas a empresas, durante su procesamiento y análisis. De forma que para esta actividad se tuvo que consultar y revisar material

---

bibliográfico diverso e incluso fue necesario solicitar apoyo de profesionales expertos en el diseño de instrumentos de diagnóstico para su elaboración.

Como parte de las actividades de diseño del instrumento de diagnóstico, se investigó a través de organizaciones profesionales de mantenimiento en países como España, encontrándose que en este país, la Asociación Española de Mantenimiento, realiza cada cinco años, encuestas de mantenimiento entre los profesionales y empresas asociados. De la misma forma en Brasil, la ABRAMAN que es la Asociación Brasileña de Mantenimiento, también realiza cada cinco años un estudio parecido.

También se analizaron normas de otros países relacionadas con la evaluación de la gestión del mantenimiento, tal es el caso de la norma COVENIN-2500-93, en la cual se incluye un método cuantitativo para la evaluación del sistemas de mantenimiento.

Información como la descrita, fue solicitada y analizada como insumo, para el diseño del instrumento de evaluación, requerido en los alcances y objetivos del proyecto; resultando en un documento dividido en doce apartados o ejes de diagnóstico, que son los que se detallan a continuación:

1. Organización de mantenimiento
2. Equipamiento e infraestructura de los talleres
3. Planeación y control de trabajos de mantenimiento
4. Estrategias de Mantenimiento
5. Gestión de repuestos y materiales
6. Sistemas de información computarizada
7. Índices de mantenimiento (KPI)
8. Control presupuestario
9. Capacitación del personal de mantenimiento
10. Gestión ambiental y seguridad en el mantenimiento
11. Relación de mantenimiento con los clientes (externos-internos)
12. Entorno global del mantenimiento

En la siguiente tabla se hace una descripción del significado de cada eje de diagnóstico, desde la visión de los investigadores.

N°	Nombre el eje	Descripción
1	Organización de mantenimiento	Pretende conocer cómo se prepara el departamento de mantenimiento para realizar su función, la existencia de una estructura y disposición de recursos con la que cuenta para cumplir con sus objetivos dentro de la organización.
2	Equipamiento e infraestructura de los talleres	Disposición de las herramientas manuales y eléctricas, disponibilidad de facilidades técnicas, se incluye la disponibilidad de espacio físico para realizar las labores de mantenimiento.
3	Planeación y control de trabajos de mantenimiento	Visualización futura de lo que se va a realizar y la forma en que se ejecutaran las labores, se incluyen los mecanismos o instrumentos para comprobar la ejecución de las labores.
4	Estrategias de Mantenimiento	Metodologías, conceptos y ejecución de acciones previamente meditadas, enfocadas hacia el cumplimiento de los objetivos de mantenimiento.
5	Gestión de repuestos y materiales	Trámites o procedimientos que el departamento de mantenimiento realiza para conseguir o resolver las necesidades de repuestos y materiales.
6	Sistemas de información computarizada	Utilización de recursos informáticos como software y otras herramientas afines que se relacionan entre sí, para gestionar la función de mantenimiento.
7	Índices de mantenimiento (KPI)	Valor tangible que sirve para conocer o valorar la intensidad y cumplimiento de una variable asociada la gestión de mantenimiento.
8	Control presupuestario	Acciones que realiza el departamento de mantenimiento para analizar y evaluar el grado de ejecución del presupuesto asignado en función de las metas o planes del departamento.
9	Capacitación del personal de mantenimiento	Actividad realizada para mejorar la actitud, conocimiento, habilidades y conductas del personal de mantenimiento, relacionadas con su disciplina técnica.

10	Gestión ambiental y seguridad en el mantenimiento	Acciones desarrolladas por el personal de mantenimiento que tienen como fin mitigar o reducir el impacto en el ambiente de sus acciones, se incluye también acciones que el personal de mantenimiento ejecuta para reducir los riesgos de accidentes laborales.
11	Relación de mantenimiento con los clientes (externos-internos)	Este eje pretende valorar la efectividad de los procedimientos en mantenimiento y en la empresa, para solucionar los conflictos entre los funcionarios. Así como la efectividad de la coordinación de mantenimiento y producción.
12	Entorno global del mantenimiento	Conjunto de circunstancias o factores existentes en el departamento, que lo rodean y pueden influir en el estado o desarrollo de la gestión de mantenimiento.

Cada uno de estos ejes, representa un área de conocimiento de la gestión del mantenimiento, a fin de poder hacer un diagnóstico.

La selección de los ejes y de las preguntas que conforman cada eje, fueron cuidadosamente seleccionadas, redactas y planteadas, de modo que las respuestas evidencien un aspecto sobre el mantenimiento, que sea de interés conocer, que se pueda compartir y generalizar entre la población bajo estudio, a fin de poder obtener conclusiones.

A continuación se presenta el instrumento aplicado.

Tecnológico de Costa Rica	Fecha:	<input type="text"/>
Escuela de Ingeniería Electromecánica	Empresa:	<input type="text"/>
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento	Entrevistado:	<input type="text"/>
Proyecto de investigación	Puesto:	<input type="text"/>
Diagnóstico de la función mantenimiento	Teléfono:	<input type="text"/>
Investigadores Luis Gómez/Jorge Valverde	Correo:	<input type="text"/>

1

Guía de diagnóstico

1 Organización de mantenimiento

1 Número total de empleados de la empresa.

De 1 a 50  De 101 a 200  Más de 501

De 51 a 100  De 201 a 500

2 Jornada laboral de la empresa.

1 turno  2 turnos  3 turnos

3 Existe misión y visión del departamento de mantenimiento.

Si  No

4 ¿Grado en que la misión y visión son conocidas y compartidas por los miembros del departamento?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5 Indicar el número total de empleados de mantenimiento.

De 1 a 10  De 21 a 30  Más de 41

De 11 a 20  De 31 a 40

6 Indicar la cantidad de empleados de mantenimiento por cada especialidad.

Mecánica  Instrumentación  Operador de calderas

Eléctrica  Precisión  Otra:

Electrónica  Soldadura

Lubricación  Electromecánica

7 ¿Grado en que mantenimiento cuenta con la cantidad suficiente de personal para realizar sus labores?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8 ¿En que áreas se debe reforzar?

Mecánica  Instrumentación  Operador de calderas

Eléctrica  Precisión  Otra:

Electrónica  Soldadura

Lubricación  Electromecánica

9 ¿Grado de tendencia al aumento de la cantidad de personal de mantenimiento?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10 ¿Cuenta la empresa con un organigrama del departamento de mantenimiento?

Si  No

11 ¿Se cuenta con un staff que apoye la gestión de mantenimiento?

Si  No

12 ¿La gestión de Mantenimiento cuenta con una dirección intermedia?

Si  No  Jefe de taller  Supervisores  Jefes de turno

13 ¿Qué tipo de organización de mantenimiento que existe en la empresa?

Por áreas  Centralizado  Mixto

14 ¿Cuál es la ubicación de mantenimiento respecto a producción en el organigrama de la empresa?

Igual  Arriba  Abajo

15 ¿Grado en que se utiliza codificación de las máquinas?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

16 Quién organiza los trabajo a los técnicos.

Jefe de mantenimiento  Staff  Otro:

Jefe de taller  Técnicos

17 ¿Grado en que el personal de mantenimiento conoce sus funciones?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

18 ¿Grado en que las máquinas están cubiertas por un historial de reparaciones?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



**2 Equipamiento e infraestructura de los talleres**

**2**

19 ¿Grado de valoración que le asigna a los siguientes aspectos en los talleres?

Espacio físico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventilación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iluminación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Herramientas manuales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipos *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aire comprimido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipo de seguridad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rotulación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

\* Máquinas herramientas, taladros, soldadoras, prensas hidráulicas, Otros

**3 Planeación y control de los trabajos de mantenimiento**

20 ¿Grado en el que la utilización del sistema de ordenes de trabajo asiste al mantenimiento programado? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

21 ¿Grado en que los trabajos a realizar están cubiertos por un documento? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

22 ¿Grado en que se aplica un procedimiento administrativo para la realización de los trabajos programados? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

23 ¿Grado en que se aplica un procedimiento administrativo para la solución de las fallas? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

24 ¿Grado en que se registran en un documento las fallas corregidas? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

25 ¿Grado de automatización en la tramitación de los trabajos a realizar? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

26 ¿Indique la forma en que se tramitan las solicitudes de trabajo?

Orden de trabajo  Verbal   
 Correo electrónico  Otro

27 ¿Grado en que se conoce el procedimiento para la realización de las solicitudes de trabajo en el resto de las unidades operativas? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

28 ¿Grado de satisfacción con el desempeño de terceros? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

29 ¿Indique el porcentaje de tiempo dedicado por parte de la jefatura de mantenimiento a cada una de las siguientes labores?

Gestión  Estrategia  Ingeniería  Técnica

30 ¿Grado en que se evalúa la calidad de los trabajos de mantenimiento? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**4 Estrategias de Mantenimiento**

31 ¿Grado de cumplimiento del programa de Mantenimiento preventivo? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

32 ¿Grado de cumplimiento del programa de Mantenimiento predictivo? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

33 ¿Grado de cumplimiento del programa de Mantenimiento autónomo? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

34 ¿Grado en que se utiliza el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

35 ¿Grado de cumplimiento del programa de lubricación? 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

36 ¿Qué porcentaje del total de los trabajos de mantenimiento corresponde a preventivo? Porcentaje

37 ¿Qué porcentaje del total de los trabajos de mantenimiento corresponde a correctivo? Porcentaje

38 ¿Indique que otros trabajos realiza mantenimiento?

Otros trabajos		Otros trabajos	

39 ¿Quién tiene a cargo la administración de los programas de mantenimiento?

Gerente de planta  Staff  Otro   
 Jefe de mantenimiento  Jefe de taller

**3**

40	¿Grado de funcionamiento de los grupos de análisis causa-raíz?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41	¿Qué porcentaje de los trabajos de mantenimiento es realizado por terceros? Porcentaje <input type="text"/>										
42	¿Qué tipos de mantenimiento son realizados por terceros? Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Remodelaciones <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Predictivo <input type="checkbox"/> Extraordinario <input type="checkbox"/> Instalación de equipos <input type="checkbox"/>										
43	¿Cuenta mantenimiento con sistemas expertos para la detección temprana de fallas? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>										
<b>5</b>	<b>Gestión de repuestos y materiales</b>										
47	¿Quién es el responsable de la administración de la bodega de repuestos y materiales? Mantenimiento <input type="checkbox"/> Proveduría <input type="checkbox"/> Producción <input type="checkbox"/> Otro departamento <input type="checkbox"/>										
48	¿Grado en que los repuestos y materiales son manejados por un sistema de máximos y mínimos?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
49	¿Quién realiza las solicitudes de compra de repuestos y materiales? Mantenimiento <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>										
<b>6</b>	<b>Sistemas de información computarizada</b>										
50	¿Grado de utilización de un software para asistir la gestión de mantenimiento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	¿Cómo se obtuvo el software utilizado para asistir la gestión de mantenimiento? Desarrollo con personal propio <input type="checkbox"/> Adquirido en el mercado <input type="checkbox"/> Desarrollo con personal externo <input type="checkbox"/> Nombre <input type="text"/>										
52	¿Grado en que ha mejorado la gestión del mantenimiento con el uso del software?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53	¿Existe en la empresa un sistema de información integral que incluya la gestión del mantenimiento? (Por ejemplo SAP o similar) Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Dar el nombre <input type="text"/>										
<b>7</b>	<b>Indices de mantenimiento (KPI)</b>										
54	¿Qué índices utiliza mantenimiento para evaluar su gestión? <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>										
55	¿Cada cuanto tiempo se revisan los resultados de cada índice? Semalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Quincenalmente <input type="checkbox"/> Semestralmente <input type="checkbox"/> Mensualmente <input type="checkbox"/> Anualmente <input type="checkbox"/>										
56	¿Obedece la definición de los índices a alguna norma? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Indicar cuál <input type="text"/>										
<b>8</b>	<b>Control presupuestario</b>										
57	¿Grado en que las actividades de mantenimiento se rigen por un presupuesto?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
58	¿Qué porcentaje del presupuesto de mantenimiento corresponde a la contratación de terceros? Porcentaje <input type="text"/> No tiene información <input type="checkbox"/>										
59	¿Qué porcentaje del presupuesto de la empresa corresponde a mantenimiento? Porcentaje <input type="text"/> No tiene información <input type="checkbox"/>										
60	¿Quién elabora el presupuesto de mantenimiento? Gerente de planta <input type="checkbox"/> Jefe de mantenimiento <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	<b>4</b>									
61	¿Cada cuánto mantenimiento recibe reportes presupuestarios? Semalmente <input type="checkbox"/> Mensualmente <input type="checkbox"/> Semestralmente <input type="checkbox"/> Quincenalmente <input type="checkbox"/> Trimestralmente <input type="checkbox"/> Anualmente <input type="checkbox"/>										
62	¿Grado de utilización que se le da a los reportes presupuestarios?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

63	¿Grado en que el presupuesto asignado a mantenimiento permite el cumplimiento de las metas del departamento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
64	¿Grado de conocimiento de los costos de las ordenes de trabajo?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
65	¿Cuáles de los siguientes rubros son tomados en cuenta en el control de los costos de las fallas? Mano de obra <input type="checkbox"/> Repuestos <input type="checkbox"/> Producción no efectuada <input type="checkbox"/>										
<b>9 Capacitación del personal de mantenimiento</b>											
66	¿Grado en que el programa de capacitación se ajusta a las necesidades del departamento de mantenimiento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
67	¿Grado de participación del ingeniero de mantenimiento en congresos, charlas o seminarios sobre gestión de mantenimiento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
68	¿En que áreas recibe capacitación el personal de mantenimiento? Técnica <input type="checkbox"/> Administrativa <input type="checkbox"/>										
69	¿Cuáles especialidades técnicas requieren más actualización? Mecánica <input type="checkbox"/> Electrónica <input type="checkbox"/> Instrumentación <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Lubricación <input type="checkbox"/> Operación calderas <input type="checkbox"/>										
70	¿Grado en que el jefe de mantenimiento recibe información actualizada sobre administración de mantenimiento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
71	¿De qué forma se han capacitado los técnicos? Empírica <input type="checkbox"/> Institutos privados <input type="checkbox"/> Vocacional <input type="checkbox"/> Ina <input type="checkbox"/> Programas de educación continua <input type="checkbox"/>										
72	¿Cuál es el título profesional del jefe de mantenimiento? Ingeniero mecánico <input type="checkbox"/> Ingeniero químico <input type="checkbox"/> Ingeniero de mantenimiento <input type="checkbox"/> Ingeniero electricista <input type="checkbox"/> Ingeniero industria <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Ingeniero electrónico <input type="checkbox"/> Ingeniero civil <input type="checkbox"/>										
<b>10 Gestión ambiental y seguridad en el mantenimiento</b>											
73	¿Grado en que el plan de manejo de residuos en mantenimiento llena las expectativas ambientales?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74	¿De quién es la iniciativa del plan? Mantenimiento <input type="checkbox"/> Empresa <input type="checkbox"/> Otro departamento <input type="checkbox"/>										
75	¿Indicar el tipo de residuos que se incluyen el el plan de manejo? Metales <input type="checkbox"/> Cables eléctricos <input type="checkbox"/> Repuestos <input type="checkbox"/> Lubricantes <input type="checkbox"/> Cartón/Papel <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Químicos <input type="checkbox"/>										
76	¿Grado en que el personal de mantenimiento cuenta con equipo de seguridad?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
77	¿Grado de entrenamiento del personal de mantenimiento en el uso adecuado del equipo de seguridad?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>11 Relación de mantenimiento con los clientes (externos-internos)</b>											
78	¿Grado de efectividad de los procedimientos internos de mantenimiento para la solución de conflictos?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
79	¿Grado de efectividad de los procedimientos en la empresa para solucionar los conflictos entre mantenimiento y las otras áreas?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80	¿Grado de efectividad de la coordinación mantenimiento-producción?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>5</b>											
81	¿Grado en que la disponibilidad asignada por la empresa permite realizar los trabajos de mantenimiento necesarios?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>12 Entorno global del mantenimiento</b>											
82	¿Grado en que el ambiente de trabajo favorece el cumplimiento de las metas del departamento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
83	¿Grado en que mantenimiento realiza algún tipo de investigación para mejorar su gestión?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	¿Grado en que mantenimiento realiza esfuerzos para mejorar la productividad de la empresa?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85	¿Grado de rotación del puesto de gerente de mantenimiento? Alta: 0-2 años <input type="checkbox"/> Media: 2-5 años <input type="checkbox"/> Baja: 5 o más años <input type="checkbox"/>										

86	¿Grado de satisfacción en el desempeño de su trabajo?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
87	¿Grado de satisfacción con el desempeño de su equipo de trabajo?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
88	¿Grado en que el plan de incentivos por el cumplimiento de las metas del departamento de mantenimiento satisface al personal?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
89	¿Cuenta la empresa con alguna certificación ISO o equivalente? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Nombre <input type="text"/>										
90	¿Grado de automatización de las máquinas de producción?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
91	¿Grado de participación que tiene mantenimiento en las decisiones de compra de nuevos equipos?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
92	¿Grado de participación que tiene mantenimiento en las decisiones de proyectos de ampliación o modificación de las instalaciones?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Esta guía de diagnóstico fue diseñada por los ingenieros Luis Gómez Gutiérrez y Jorge Valverde Vega para ser utilizada en un proyecto de investigación del TEC. Noviembre 2014.

Tal como se puede apreciar, para facilitar la recolección, el procesamiento y análisis de la información, las preguntas fueron formuladas para responder en forma rápida y dirigida; un primer tipo de preguntas solicitan información sobre varios aspectos, en que el entrevistado puede seleccionar más de una opción, según sea la situación particular, en un segundo grupo de preguntas están las de respuesta única, indicando sí o no, a lo que se consulta.

Un tercer tipo de preguntas es de valoración por parte del entrevistado, en el que él asigna un valor de 1 a 10, sobre el aspecto en cuestión, siendo 1 lo peor y 10 la mejor condición de lo que se evalúa; lo cual representa una escala decimal.

La escala de calificación decimal comprende un listado de puntajes, que van desde la nota mínima 1 hasta la nota máxima 10, en criterio de los investigadores se señala que el sistema decimal es más preciso y se adapta muy fácilmente a la calificación por criterios y no por puntos, así por ejemplo, se puede calificar de muy bueno algún aspecto que obtuvo un 9 o un 10.

## 8. Resultados

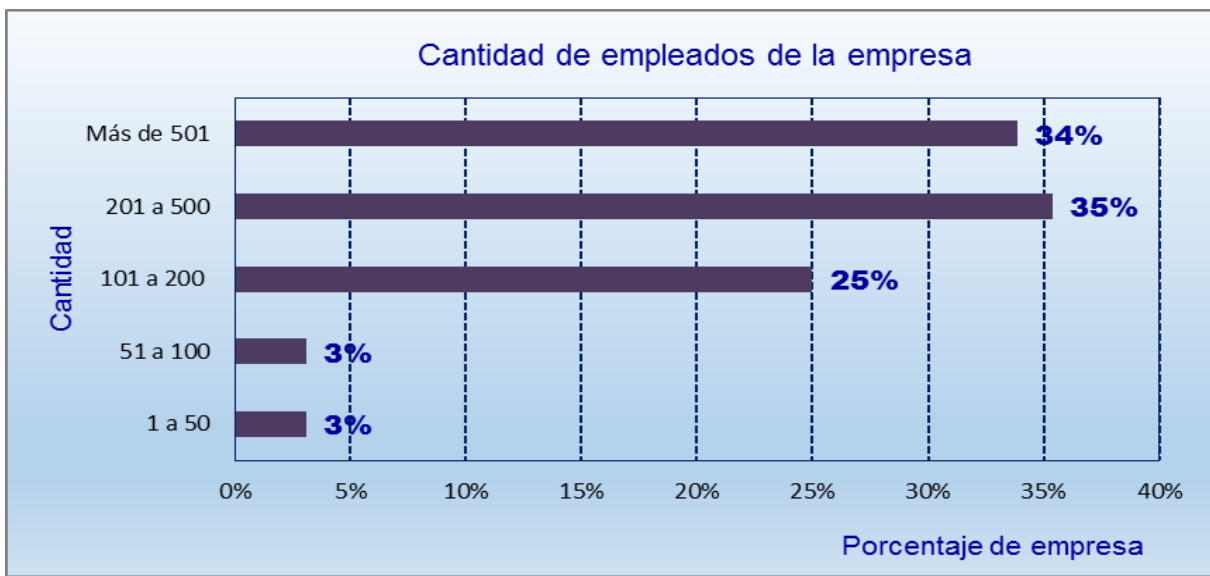
A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de procesar toda la información recopilada en las guías de diagnóstico.

Para mayor facilidad en la interpretación de estos resultados la información se presenta en forma de gráficos.

### 1. Organización de mantenimiento

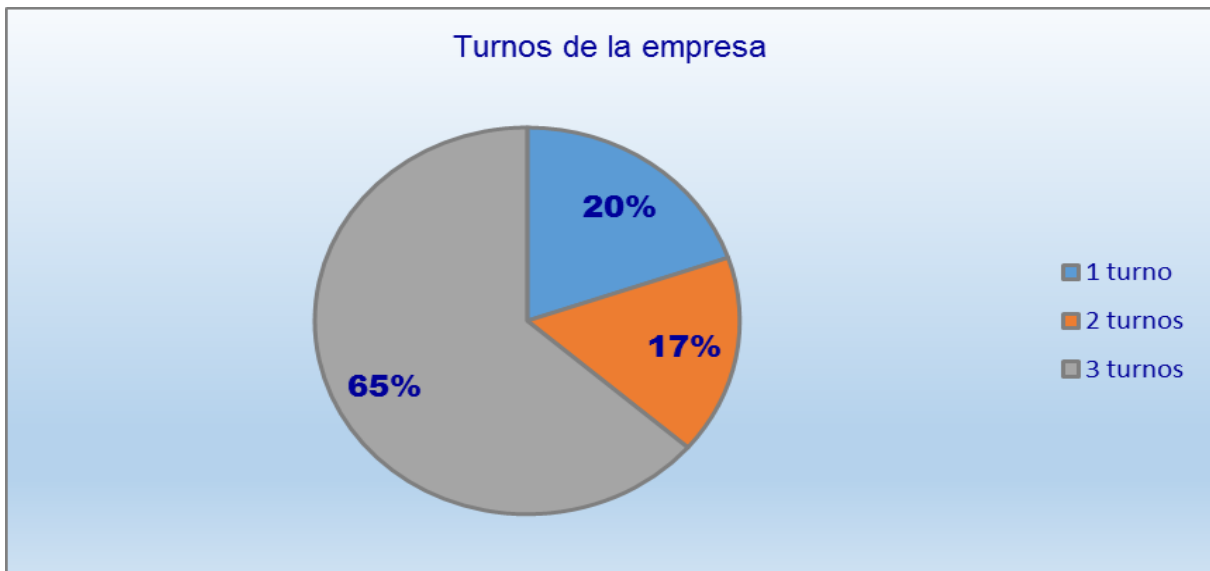
Pretende conocer cómo se prepara el departamento de mantenimiento para realizar su función, la existencia de una estructura y disposición de recursos con la que cuenta para cumplir con sus objetivos dentro de la organización.

Gráfico No.1



Este gráfico muestra que la gran mayoría de las empresas visitadas cuentan con más de 100 empleados, en muy pocos casos contaba con menos de 100, lo cual se ajusta a las condiciones del estudio.

Gráfico No.2



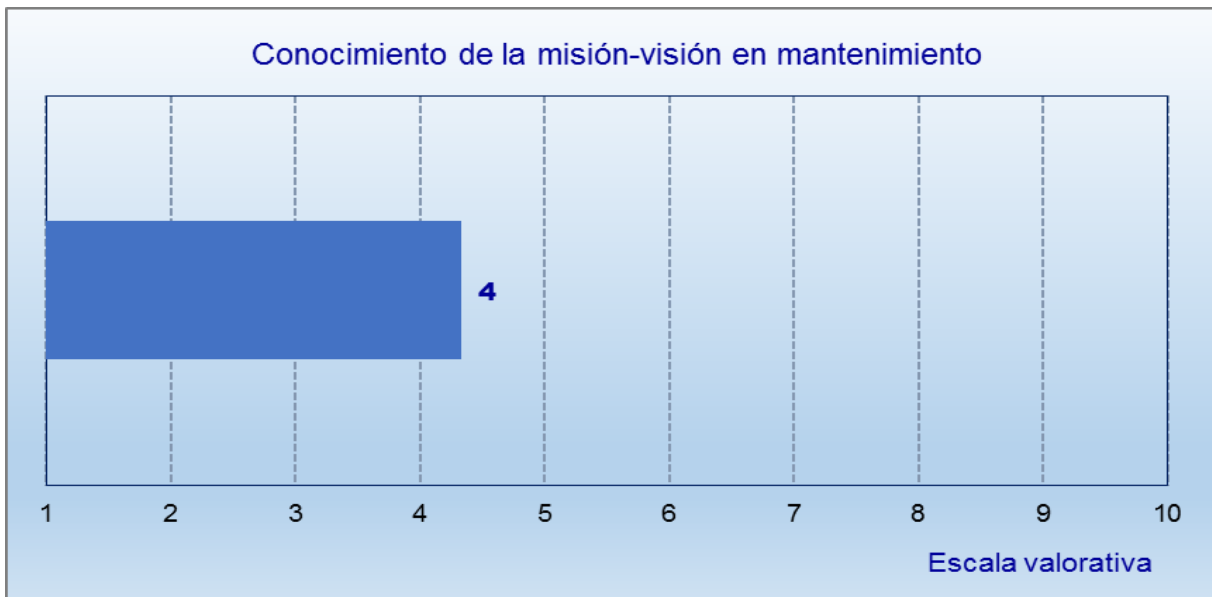
En un 82% de las empresas visitadas, se trabaja en más de un turno, lo que implica que la disponibilidad para hacer mantenimiento es poca, demandando una mayor efectividad de este servicio.

Gráfico No.3



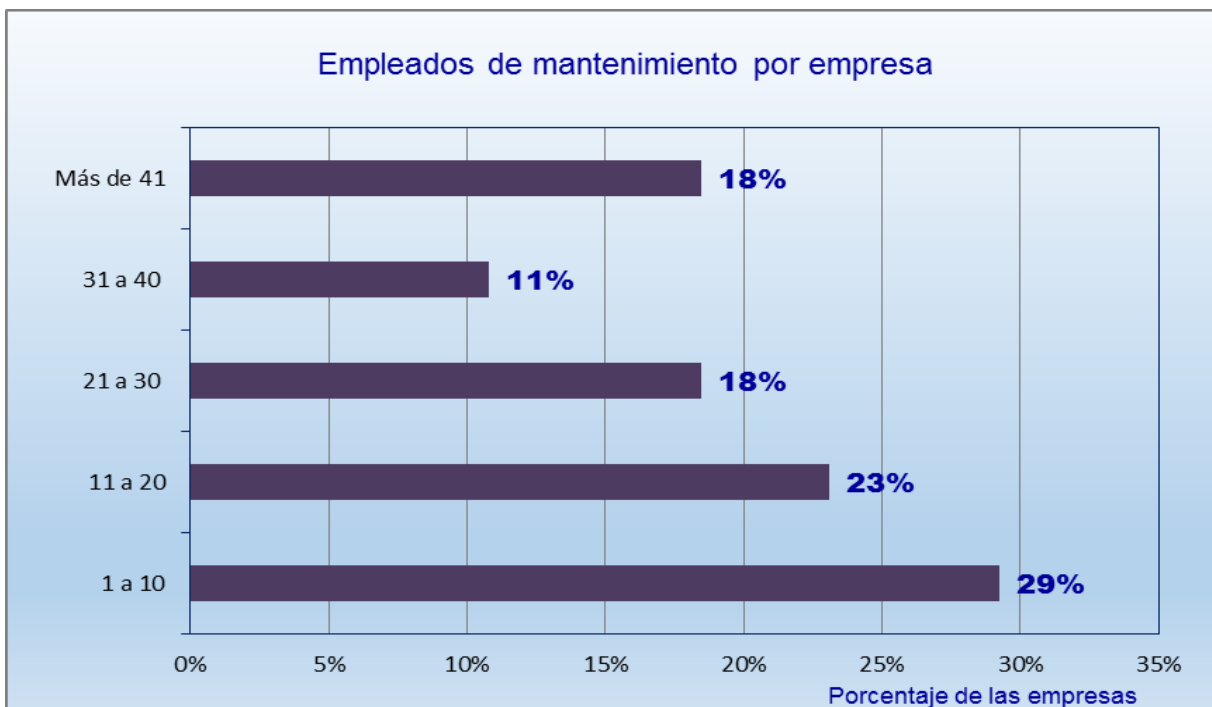
La existencia de misión y visión de mantenimiento es un indicio de una buena organización, sin embargo debe promover su crecimiento.

Gráfico No.4



Aun cuando más de la mitad de la empresas indiquen que cuentan con misión y visión, el nivel de conocimiento de estas declaraciones organizacionales es bajo, lo que sugiere que se debe promover su divulgación, pues es poca la cantidad de personal de mantenimiento que la conoce.

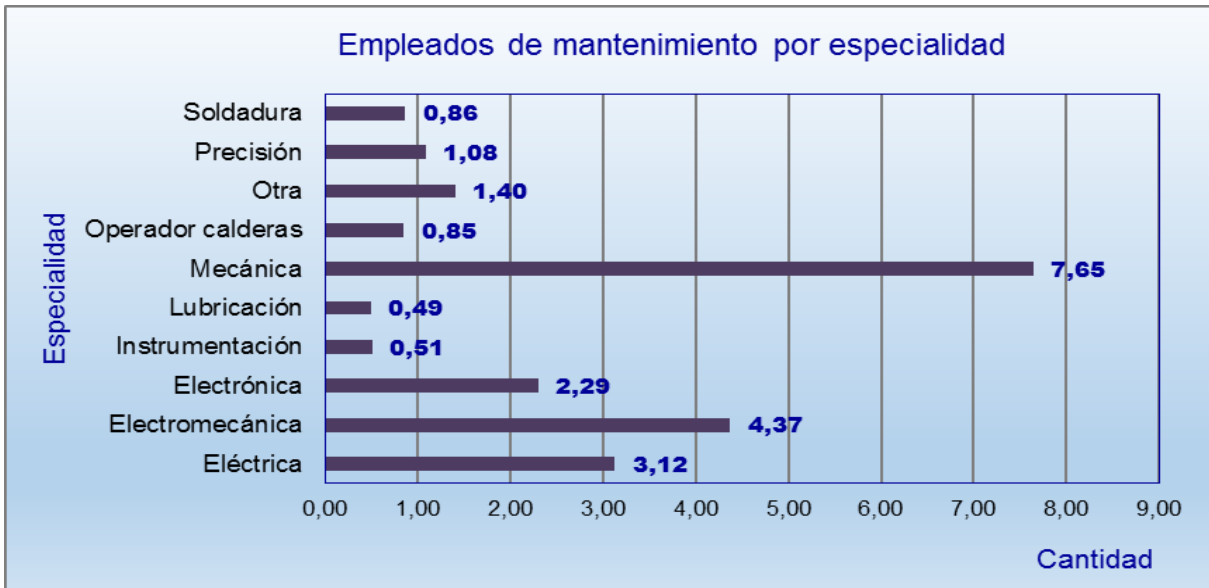
Gráfico No.5



En más del 50% de las empresas el personal de mantenimiento esta por debajo de 20 personas y en pocas empresas (18%) supera las 40 personas; lo que indica que el

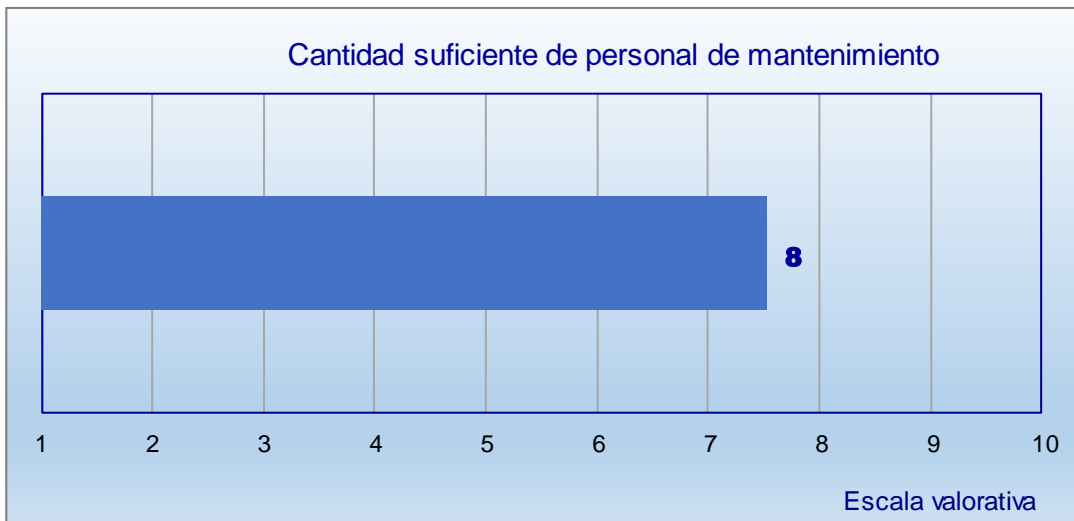
mantenimiento debe ser muy eficiente con su recurso humano, dada esta condición. En promedio la cantidad de empleados de mantenimiento es un 20%.

Gráfico No.6



La mayor cantidad de empleados de mantenimiento son de la especialidad mecánica, electromecánica y eléctrica

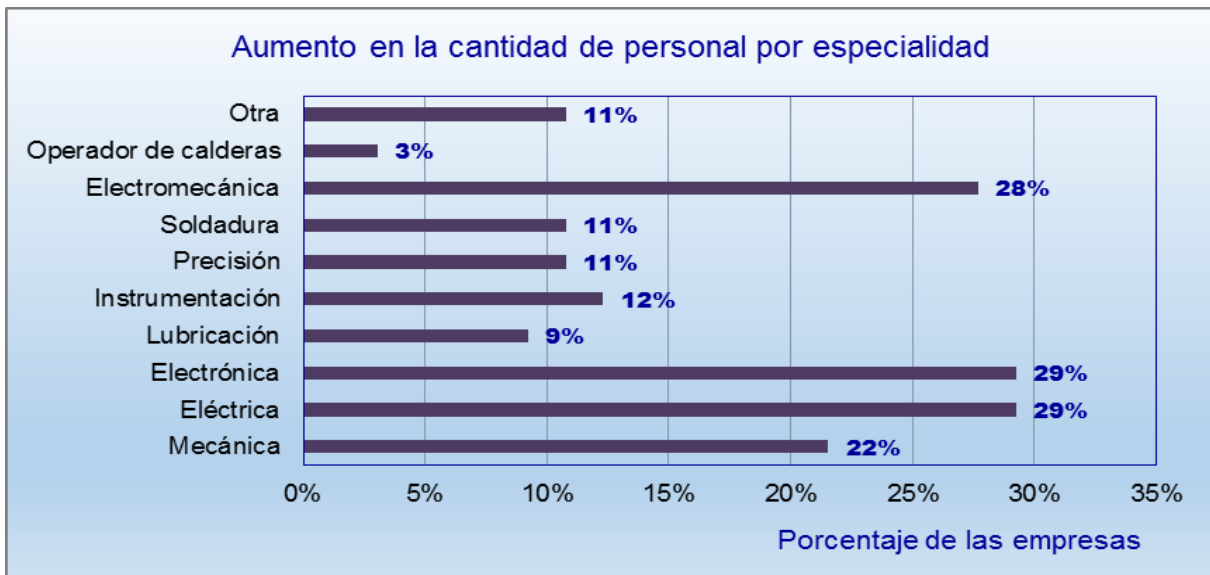
Gráfico No.7



En criterio de los entrevistados la cantidad de personal disponible para las labores de mantenimiento es buena, aunque un mayor valor sería deseable, el promedio es 7,53 y se redondea a 8.

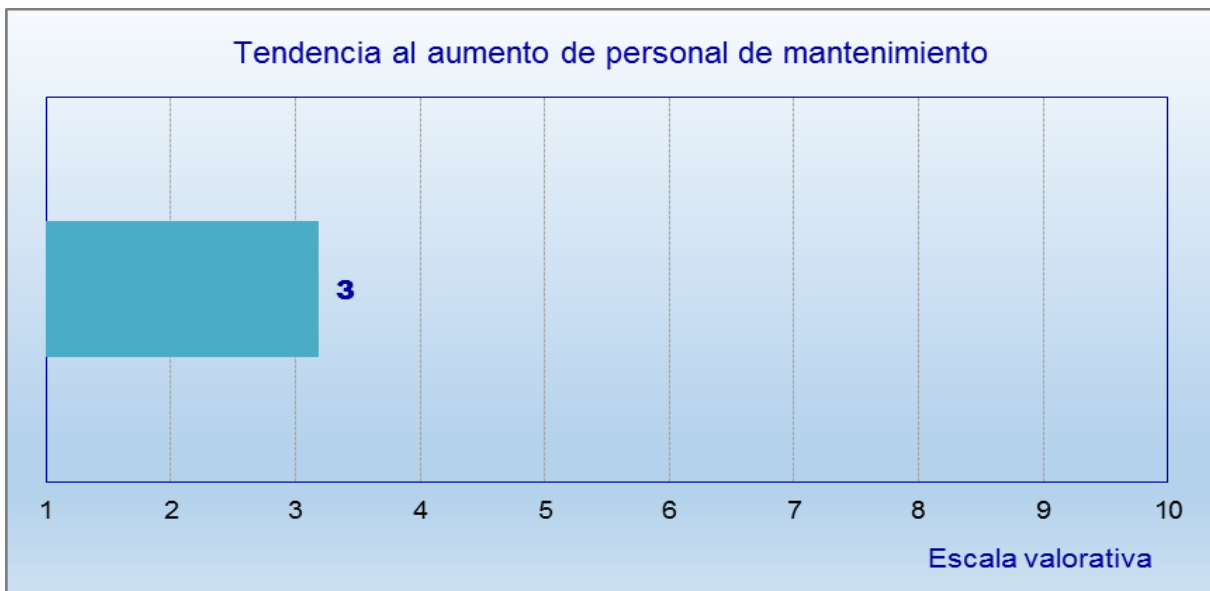


Gráfico No.8



En criterio de los entrevistados, las áreas en las que se debe reforzar más el personal de mantenimiento es en electrónica, eléctrica y electromecánica, destaca también el área de instrumentación que aunque es bajo (12%) es una área nueva que supera otras áreas tradicionales.

Gráfico No.9



La tendencia al aumento de personal es bajo, la mayoría de las empresas no muestran mayores indicios de aumento de la cantidad de personal de mantenimiento, se interpreta que los departamentos de mantenimiento deben ser muy eficientes en el uso de la mano de obra.

Gráfico No.10



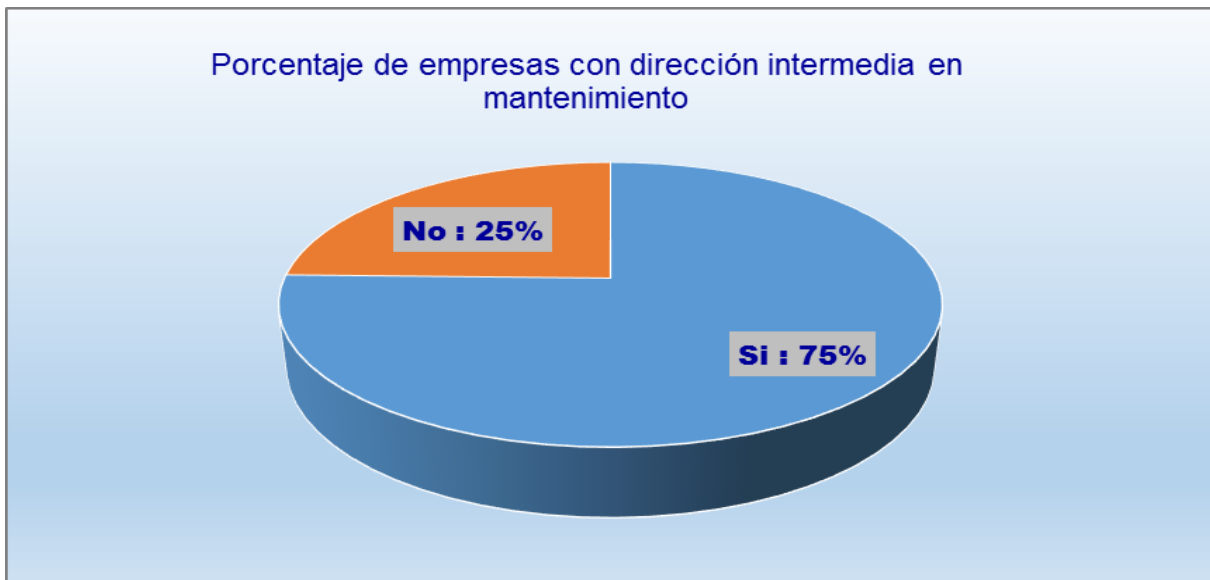
En una gran mayoría de las empresas se cuenta con un organigrama en su departamento de mantenimiento, lo cual es una base de una buena estructura de organización.

Gráfico No.11



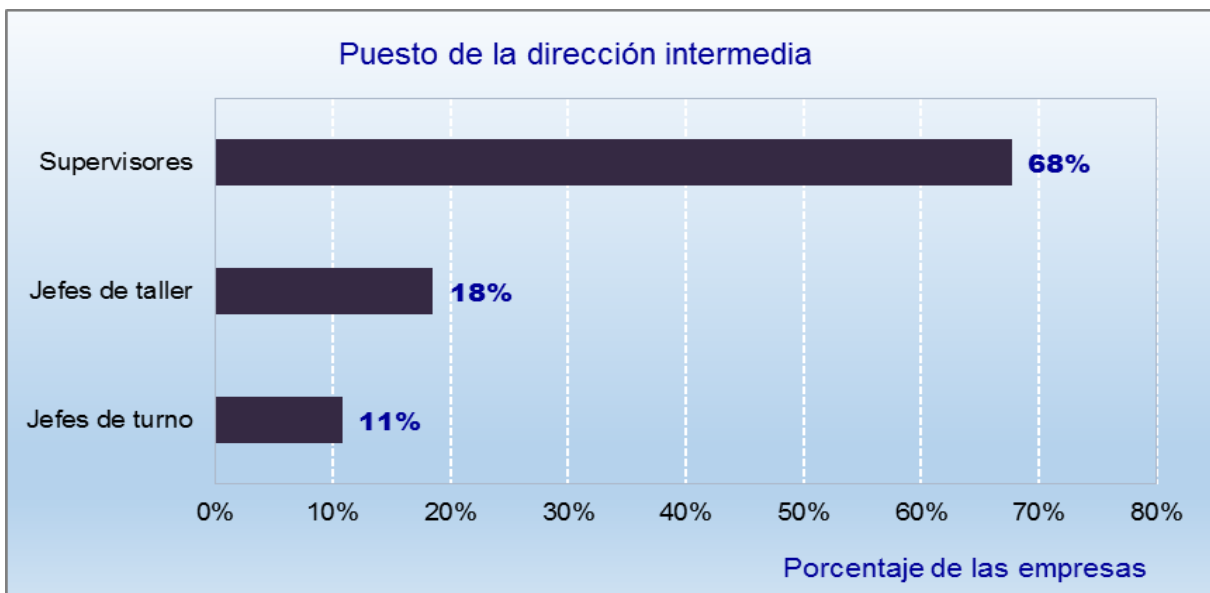
El poder disponer de personal de apoyo en la gestión de mantenimiento, ofrece la posibilidad a las jefaturas de delegar funciones y tareas, para dedicarse y atender otras tareas propias de su puesto, en promedio en un 72% de las empresas se cuenta con este tipo de personal de asistencia y apoyo.

Gráfico No.12



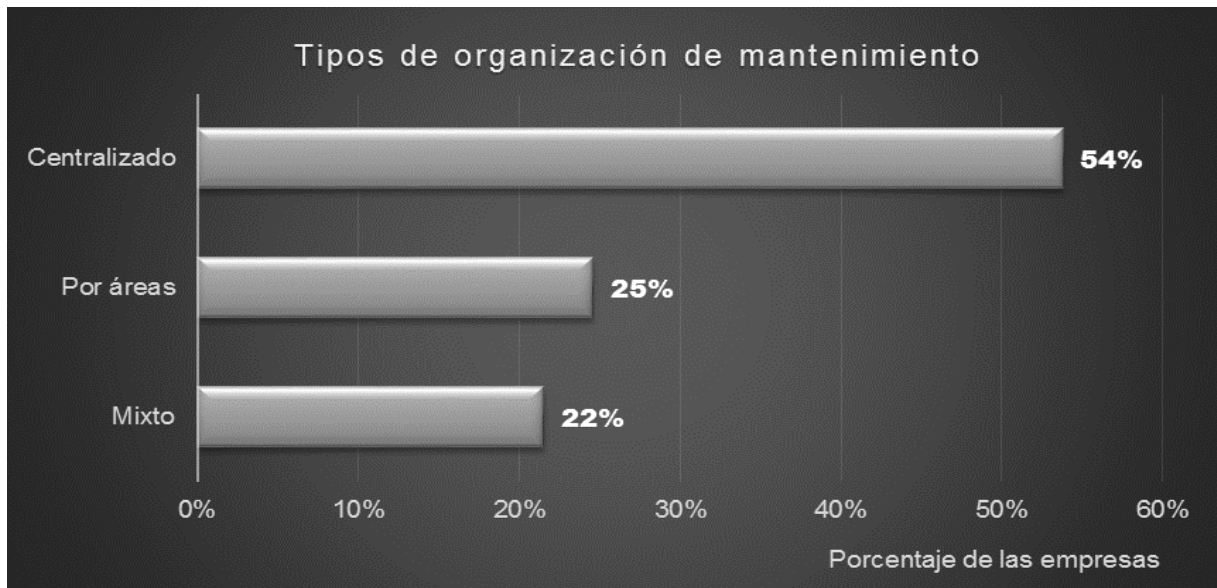
En la mayoría de las empresas, se cuenta con mandos intermedios como supervisores, jefes de taller u otro tipo de personal, de niveles medios con áreas y labores específicas; lo que también permite a los jefes de mantenimiento delegar y ocuparse de otras tareas más generales del departamento.

Gráfico No.13



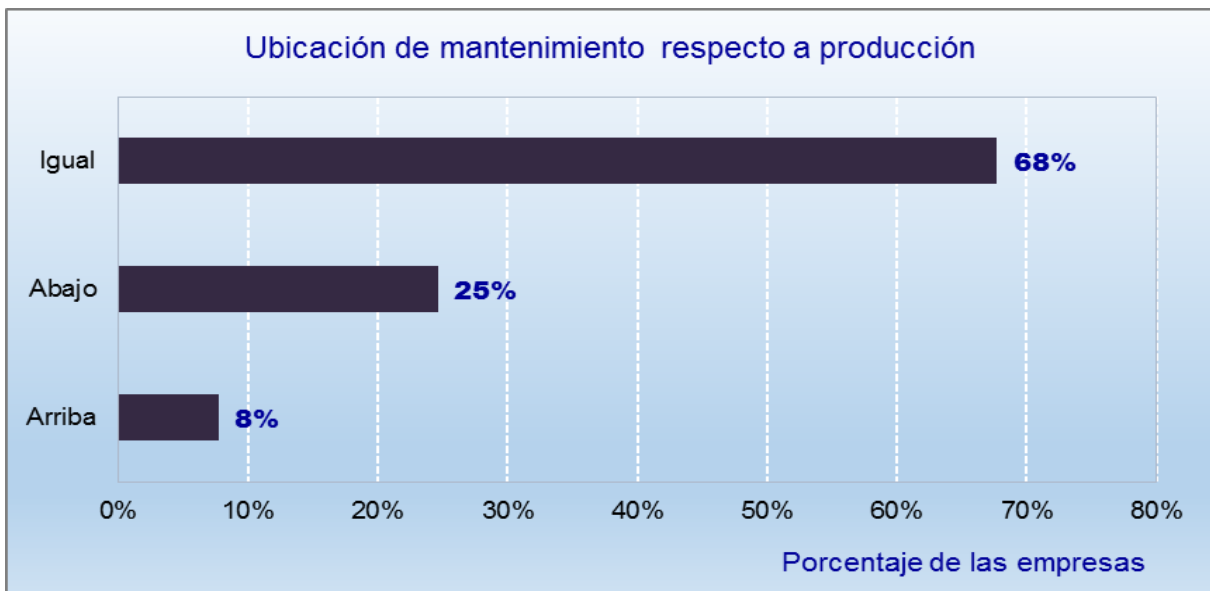
En un 68% de las empresas, la dirección intermedia de mantenimiento recae sobre la figura de supervisores de mantenimiento, en menor porcentaje en jefes de taller y jefes de turno.

Gráfico No.14



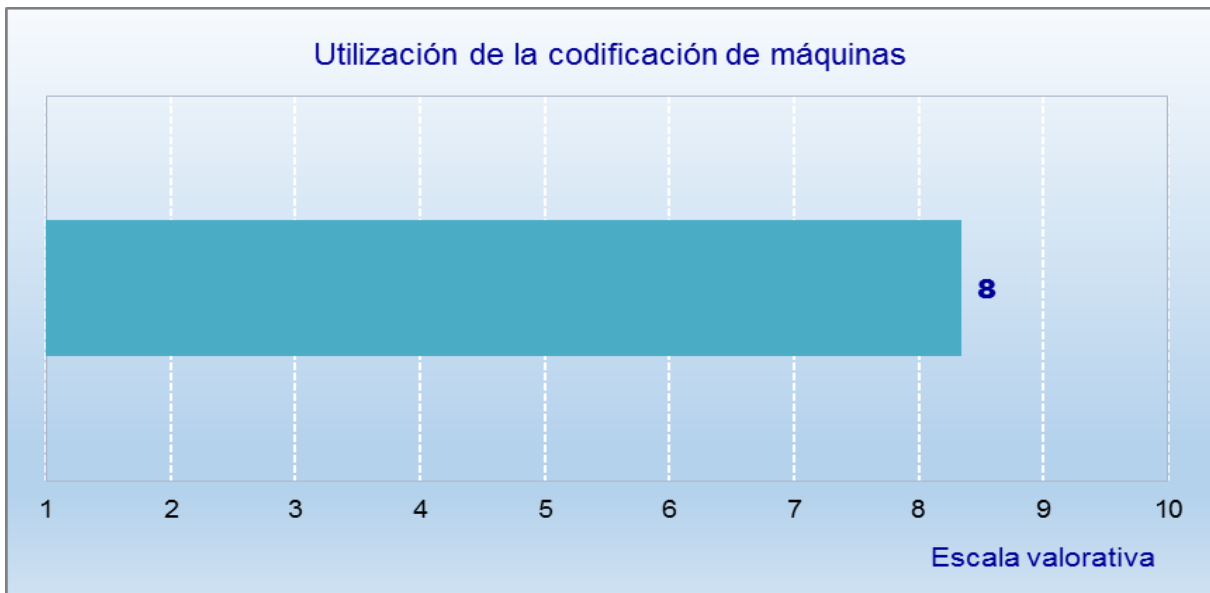
En más de la mitad de las empresas visitadas, el tipo de organización de mantenimiento es centralizado, son pocas las empresas (25%) las que tienen el servicio de mantenimiento dividido o por áreas dentro de la empresa.

Gráfico No.15



En la mayoría de las empresas tanto del departamento de mantenimiento como el de producción se ubican al mismo nivel jerárquico en el organigrama, lo cual permite una adecuada coordinación entre ambos departamentos. En muy pocos casos mantenimiento este por encima del departamento de producción.

Gráfico No.16



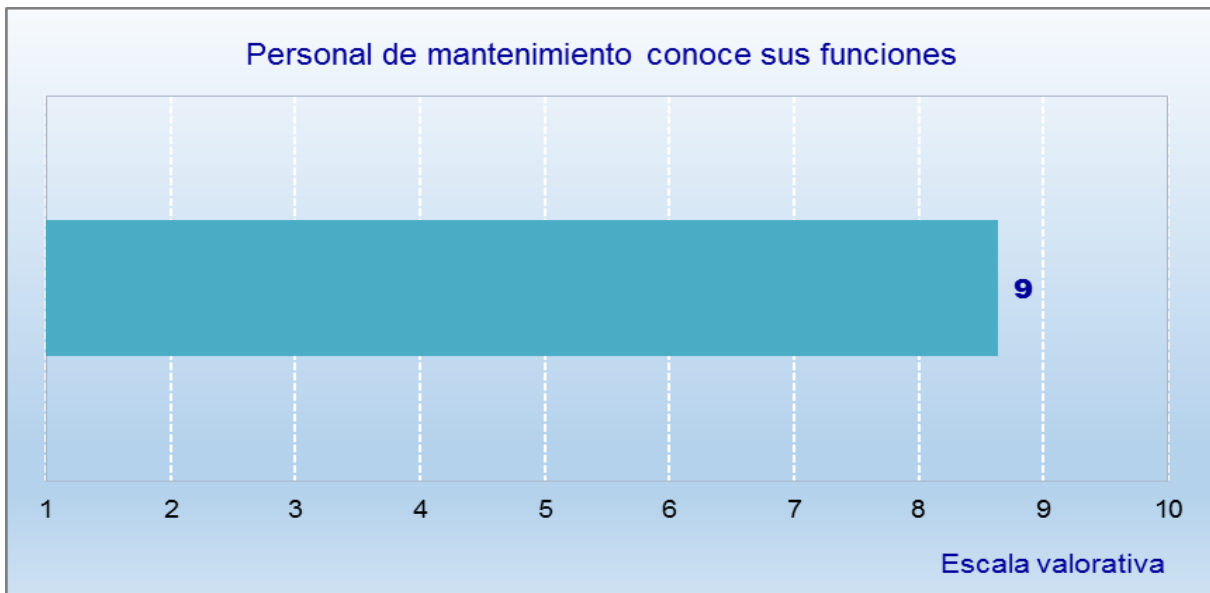
El nivel de codificación de los equipos es bastante bueno, en criterio de los entrevistados el grado de codificación de las máquinas esta en 8,33 pero se redondea a 8 para efectos de representación.

Gráfico No.17



Respecto a la organización de los trabajos del personal técnico, en su mayoría es organizado por el jefe de mantenimiento, existe otra figura denominado "otro" en el instrumento de evaluación, que no es ni jefe de taller, staff, ni otro técnico, que también organiza los trabajos. A pesar de que existen mandos intermedios de mantenimiento, no son estos los que organizan el trabajo al personal técnico.

Gráfico No.18



En la gran mayoría de las empresas, el personal de mantenimiento conoce las funciones que tiene que hacer, aunque esto contrasta con el poco conocimiento de la misión y visión de la empresa.

Gráfico No.19



En criterio de los entrevistados el grado de cobertura de los equipos cubiertos por un historial de reparaciones es de más de un 7, lo cual es consecuente con el buen nivel o grado de utilización de la codificación de las máquinas.

Gráfico No.20

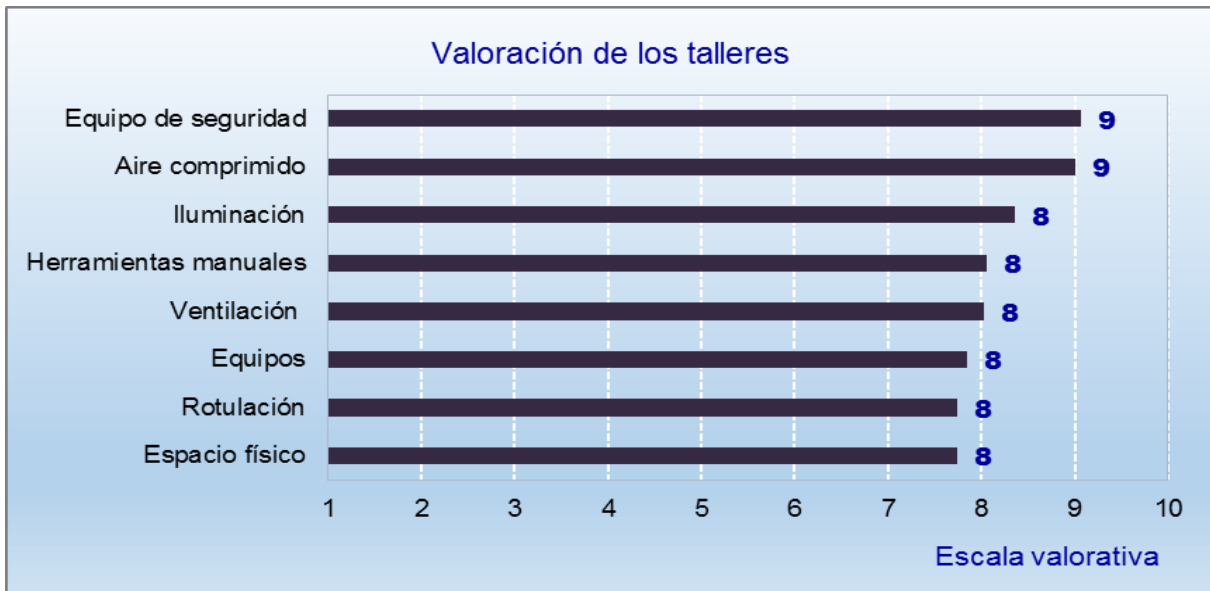


Este gráfico muestra los resultados generales del eje de organización de mantenimiento, siendo los aspectos más relevantes los asociados a la estructura organizativa del departamento de mantenimiento y los mas bajos los asociados a las necesidades de fortalecer la cantidad de personal en las diferentes especialidades técnicas.

## 2. Equipamiento e infraestructura de los talleres

Disposición de las herramientas manuales y eléctricas, disponibilidad de facilidades técnicas, se incluye la disponibilidad de espacio físico para realizar las labores de mantenimiento.

Gráfico No. 21



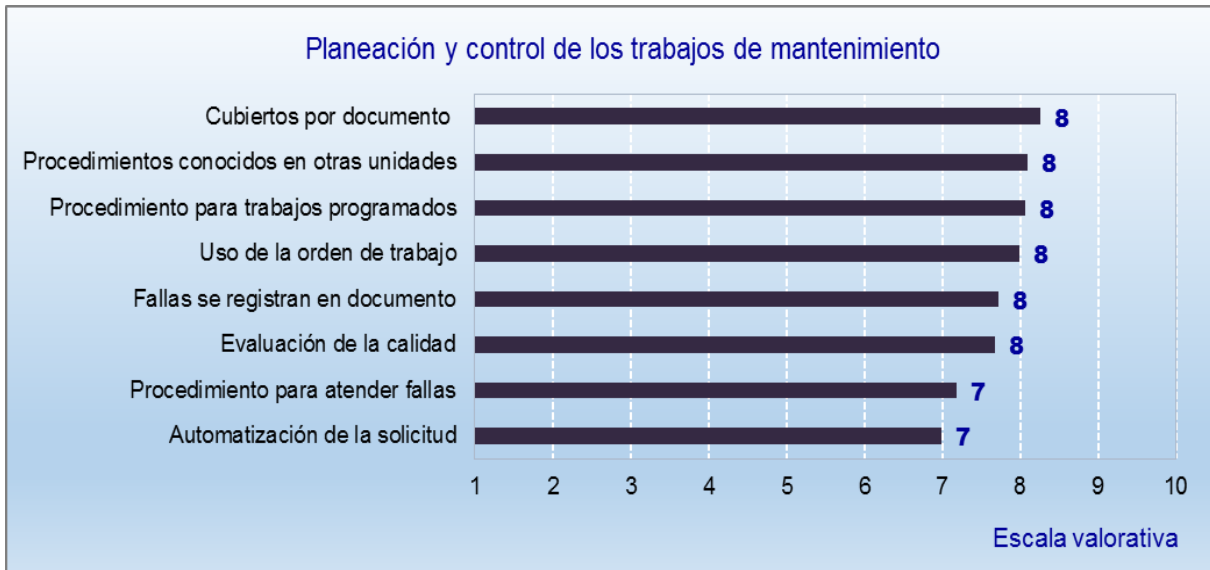
En general los talleres de mantenimiento cuentan con buenas condiciones físicas y recursos técnicos para desarrollar su trabajo.



### 3. Planeación y control de los trabajos de mantenimiento

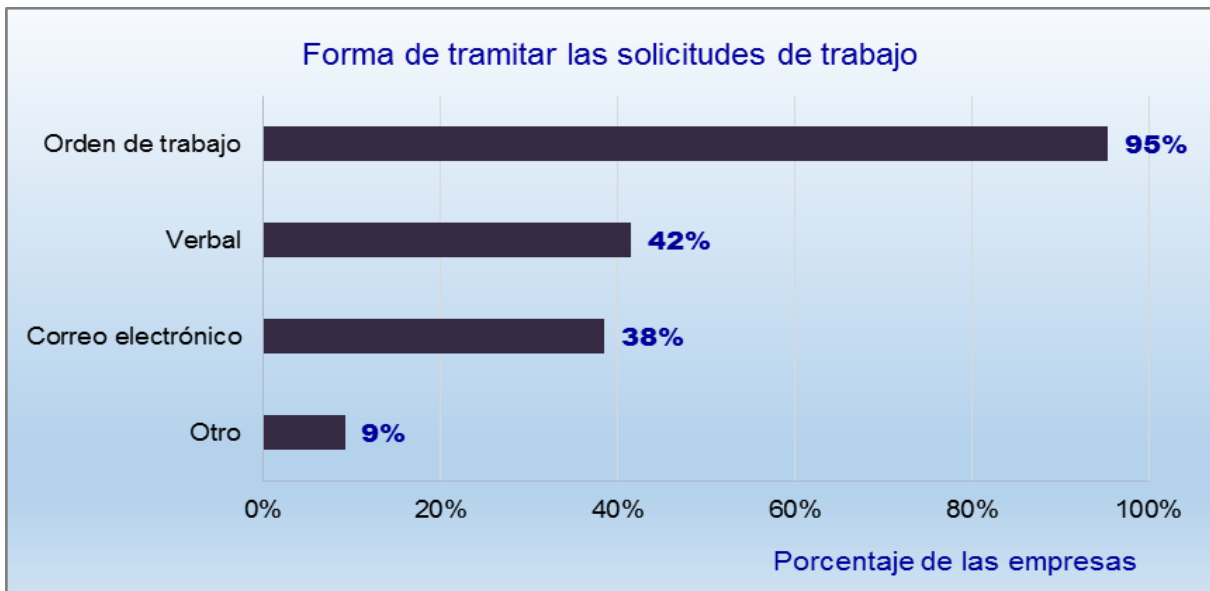
Visualización futura de lo que se va a realizar y la forma en que se ejecutarán las labores, se incluyen los mecanismos o instrumentos para comprobar la ejecución de las labores.

Gráfico No.22



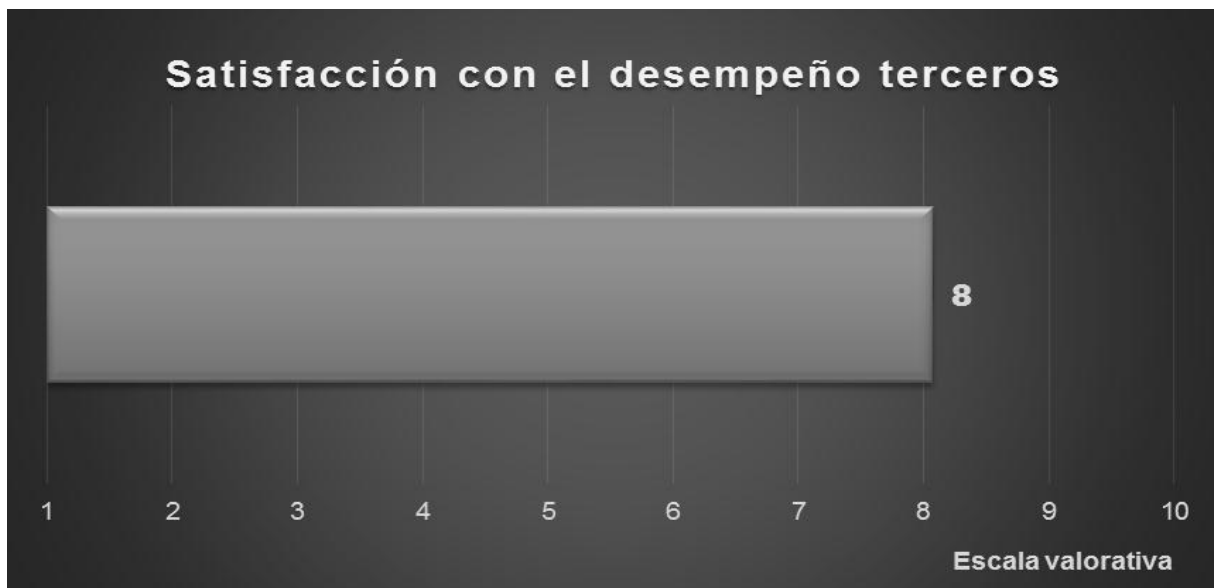
Este gráfico induce que existe una buena cultura en el departamento de mantenimiento por registrar las intervenciones y los procedimientos de mantenimiento, la existencia de este tipo de información, ofrece garantía de calidad de la información para la toma de decisiones, existe un buen nivel de uso de herramientas computacionales para gestionar las solicitudes de trabajos de mantenimiento.

Gráfico No.23



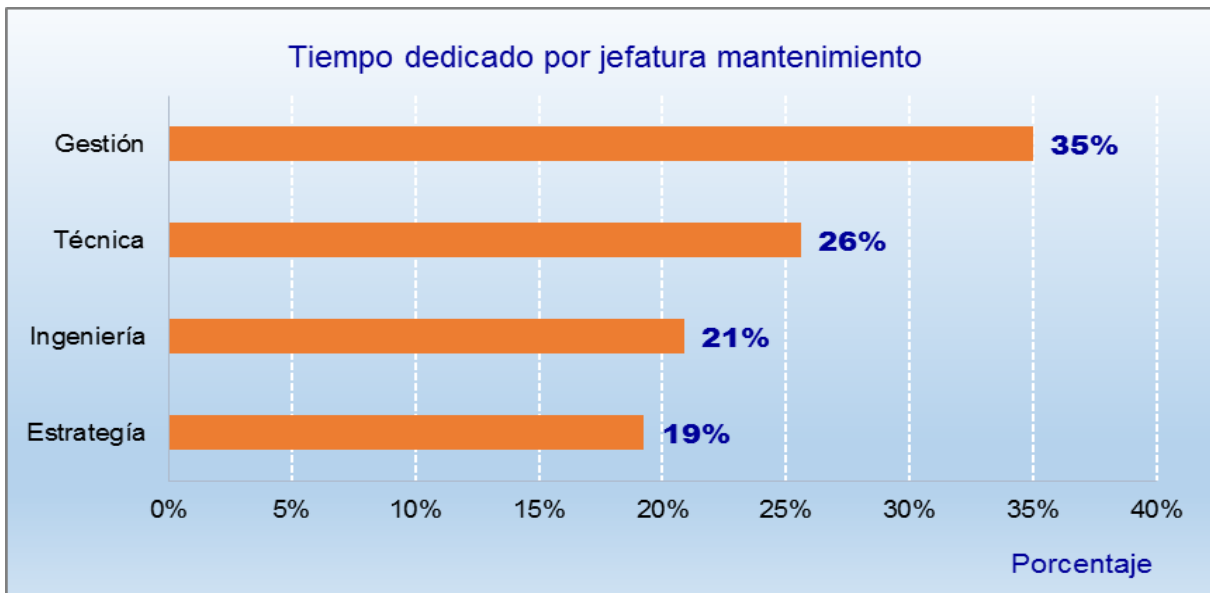
La mayoría de las empresas utilizan la OT como documento para el trámite de las solicitudes de trabajo, es situación fortalece la buena gestión del mantenimiento.

Gráfico No.24



En criterio de los entrevistados, existe un un buen nivel de satisfacción con el desempeño de empresas externas que realizan los distintos trabajos de mantenimiento.

Gráfico No.25

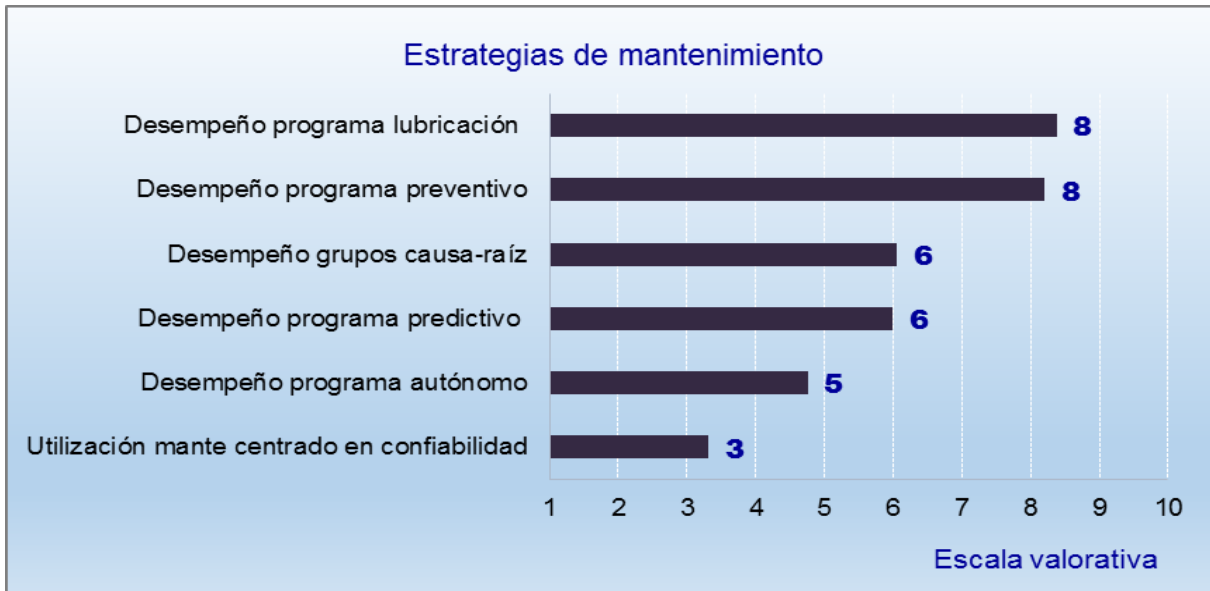


La mayor parte del tiempo de las jefaturas se dedica a labores administrativas propias de su puesto, en un menor grado a labores técnicas y aún en menos porcentaje a labores estratégicas. Aun cuando en la mayoría de las empresas se cuenta con personal de apoyo y mandos intermedios, la carga administrativa para el jefe de mantenimiento es sustancial.

#### 4. Estrategias de Mantenimiento

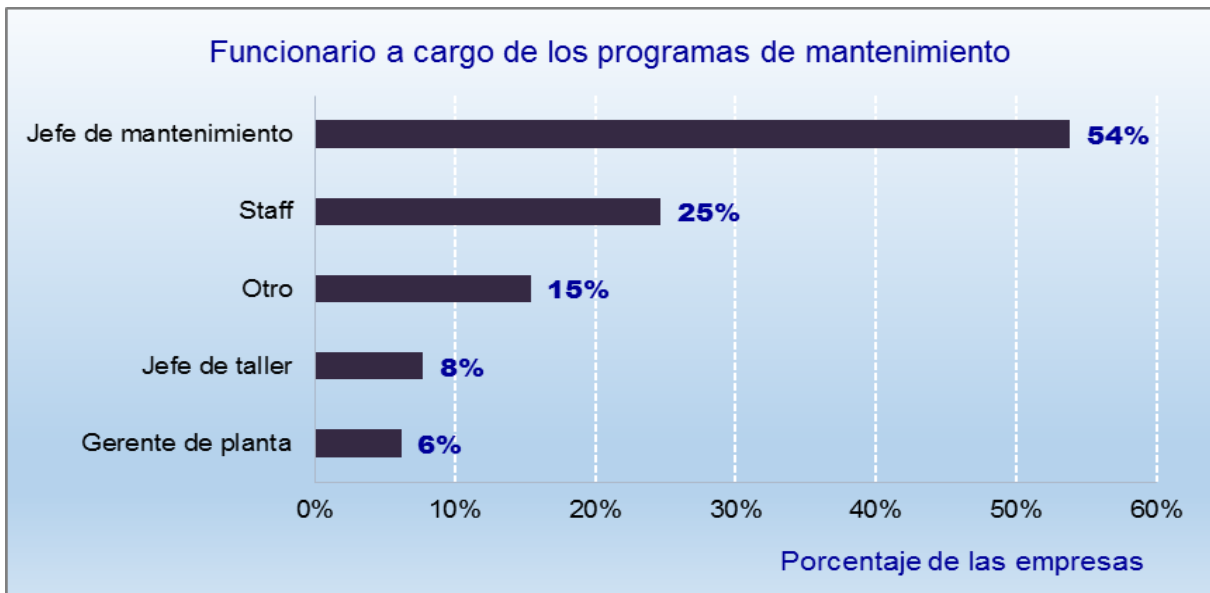
Metodologías, conceptos y ejecución de acciones previamente meditadas, enfocadas hacia el cumplimiento de los objetivos de mantenimiento.

Gráfico No.26



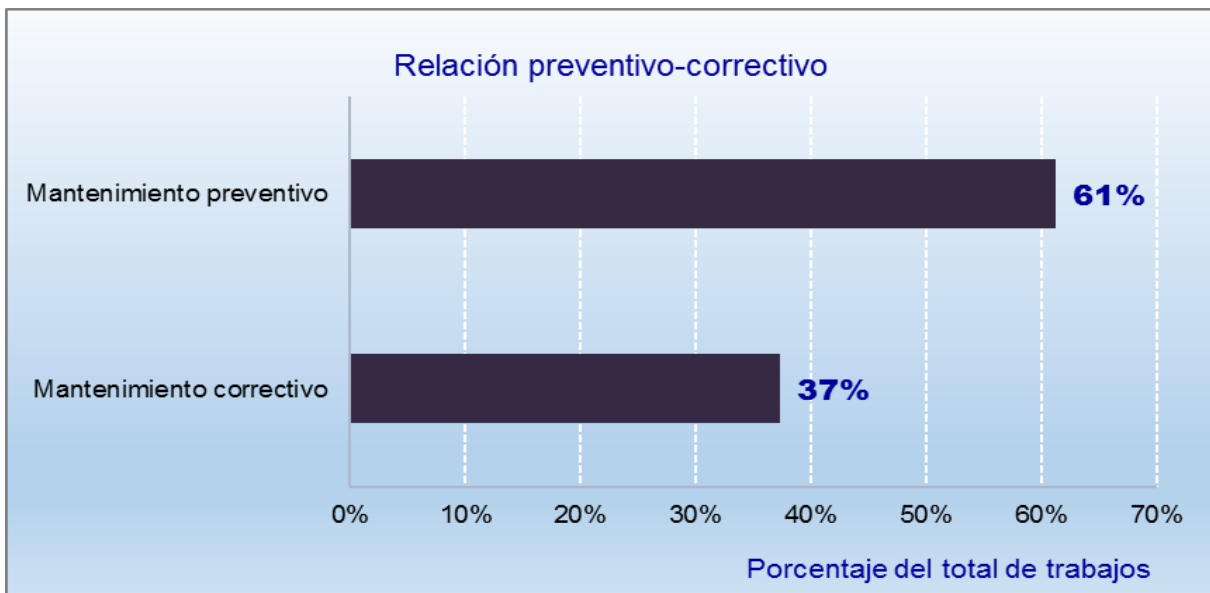
El cumplimiento de las labores técnicas operativas de mantenimiento, son las que presentan un mayor índice de cumplimiento, por el contrario la aplicación de técnicas o estrategias para optimizar el mantenimiento muestran un menor índice de cumplimiento.

Gráfico No.27



En la mayoría de las empresas, es el jefe de mantenimiento el que está a cargo de los programas de mantenimiento, esto es consecuente con la carga administrativa de estas personas.

Gráfico No.28



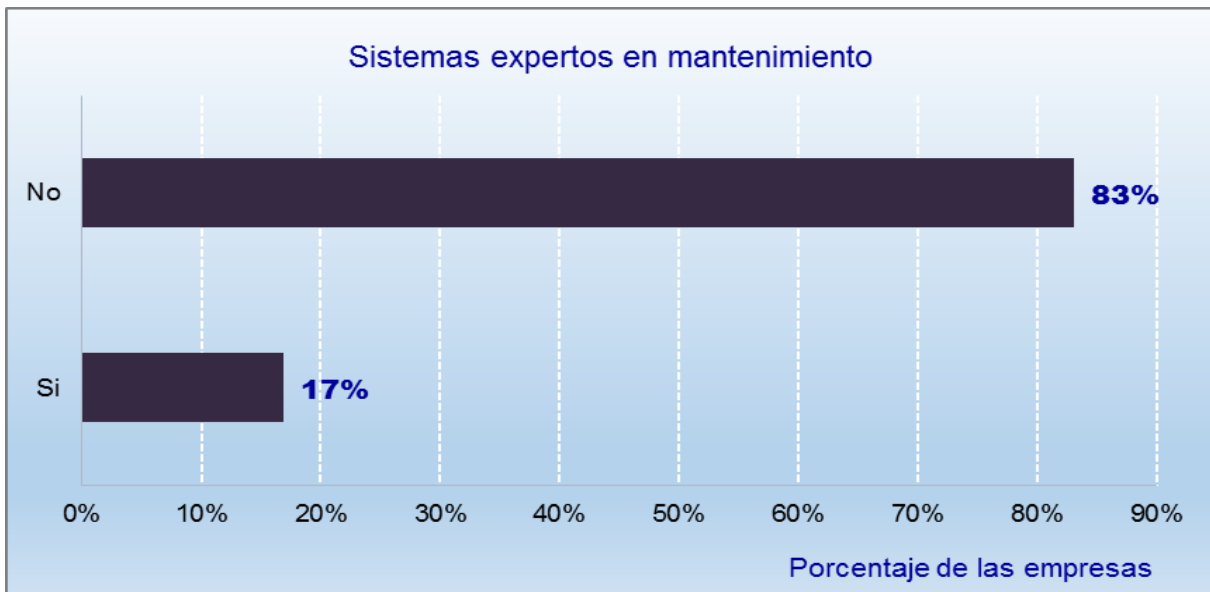
Es claro que la mayoría de las actividades de mantenimiento, esté enfocada a la prevención de los fallos, sin embargo existe una buena cantidad de mantenimiento correctivo, lo cual es representa una oportunidad de mejora.

Gráfico No.29



Se muestra que un 23% de los trabajos de mantenimiento es realizado por terceros, y en su mayoría consiste en instalación de equipos y labores correctivas y preventivas principalmente; llama la atención el hecho de que una buena cantidad de labores naturales y propias de un departamento de mantenimiento, están en manos de empresas externas. Lo cual es consecuente también con la carga administrativa de los jefes de mantenimiento.

Gráfico No.30

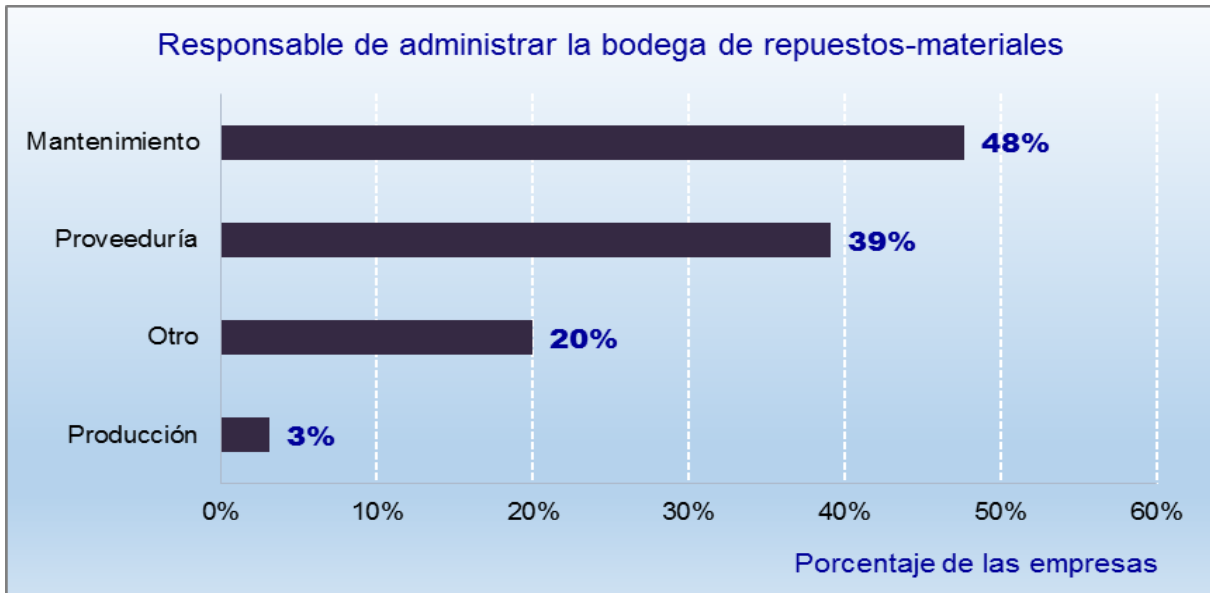


Este gráfico muestra la poca aplicación que tienen los sistemas expertos para la detección temprana de fallas.

## 5. Gestión de repuestos y materiales

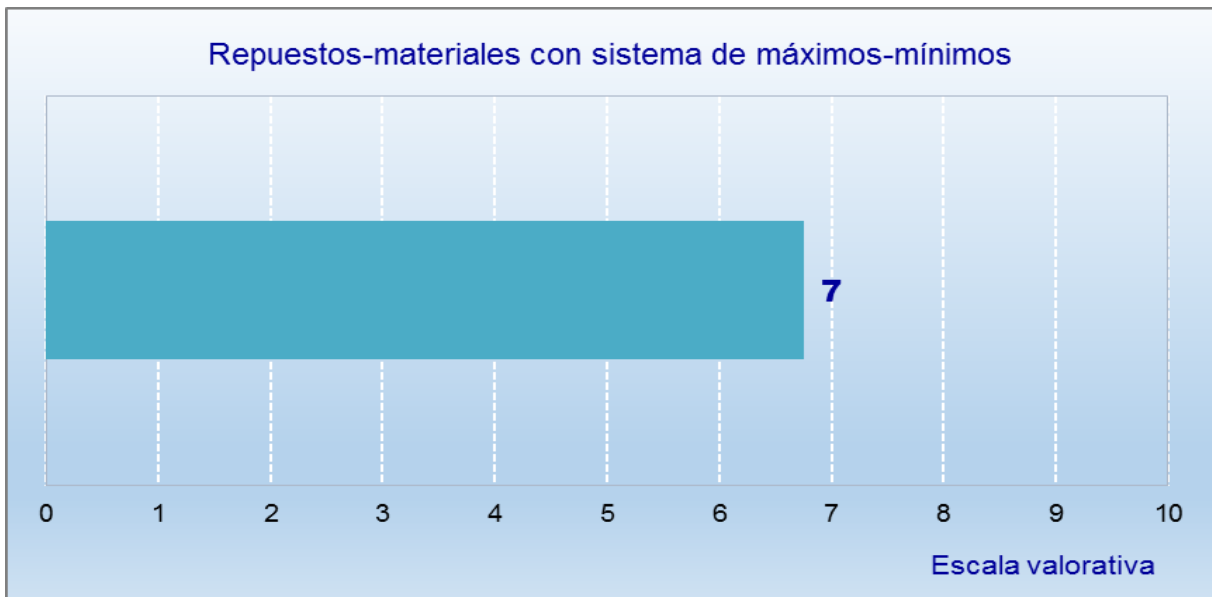
Trámites o procedimientos que el departamento de mantenimiento realiza para conseguir o resolver las necesidades de repuestos y materiales.

Gráfico No.31



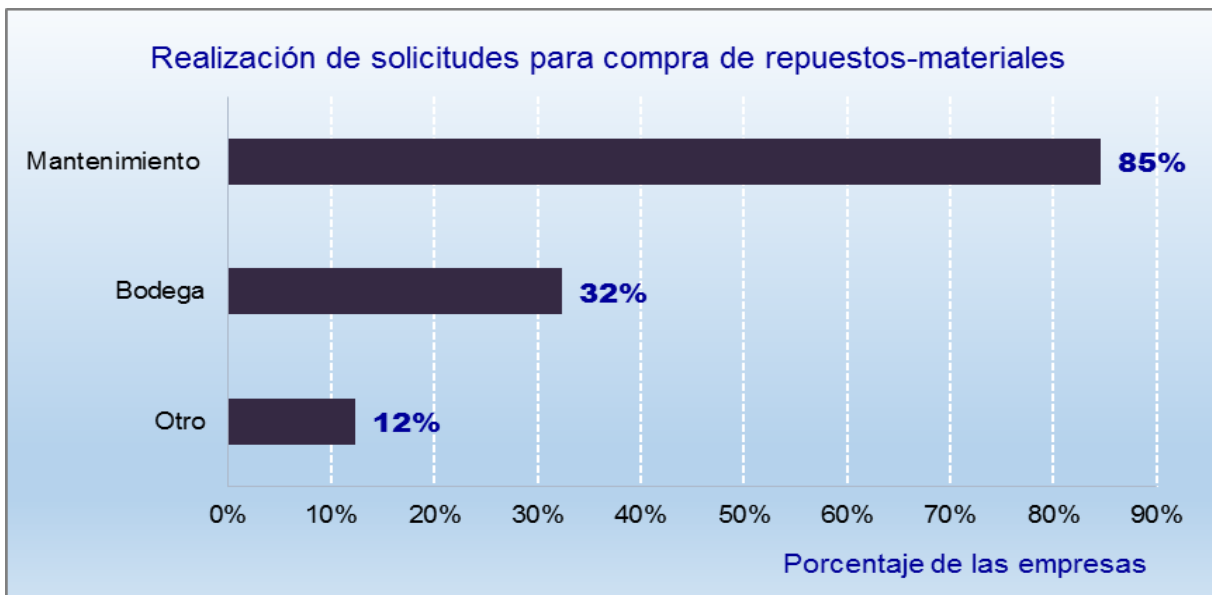
En casi la mitad de las empresas estudiadas, es el departamento de mantenimiento quien tiene a cargo la administración de las bodegas de repuestos y materiales; se induce que hay una oportunidad para el departamento de mantenimiento, en optimizar este recurso y contribuir a mejorar la rentabilidad de la empresa.

Gráfico No.32



Se puede decir que existe un buen grado en el de manejo de repuestos y materiales mediante el control por máximos y mínimos. Esto se puede deber al hecho que en la mayoría de las empresas el control de la bodega es responsabilidad de mantenimiento.

Gráfico No.33



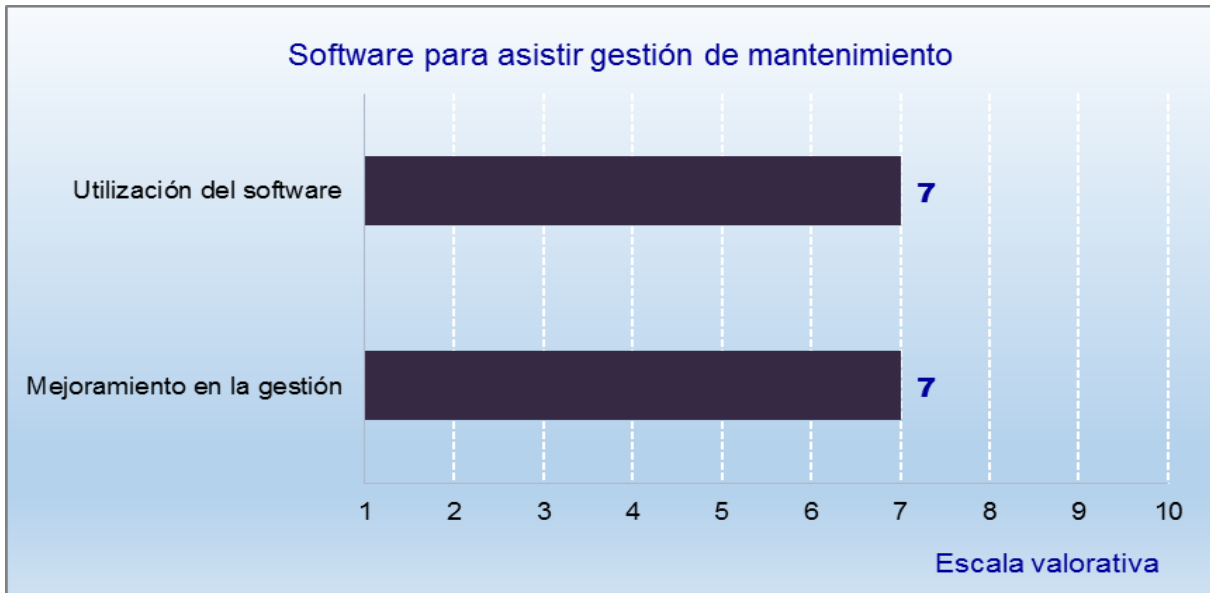
Este gráfico muestra que en la mayoría de las empresas, las solicitudes de compra de materiales y respuestos es realizado por el departamento mismo de mantenimiento, esto ofrece una ventaja de productividad para el departamento.



## 6. Sistemas de información computarizada

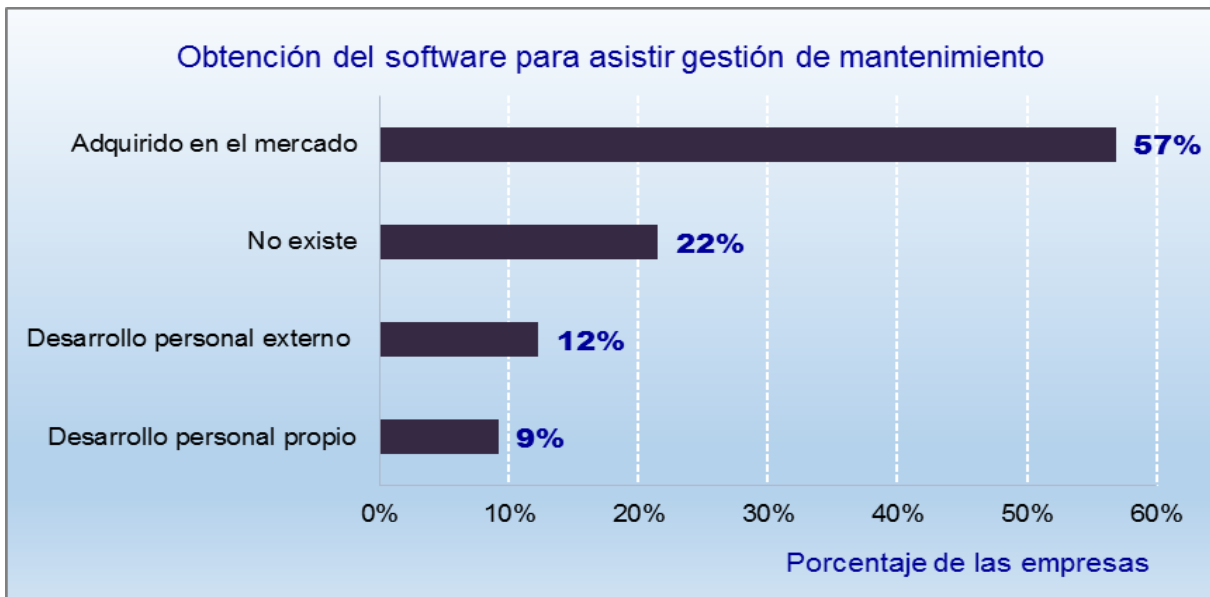
Utilización de recursos informáticos como software y otras herramientas afines que se relacionan entre sí, para gestionar la función de mantenimiento.

Gráfico No.34



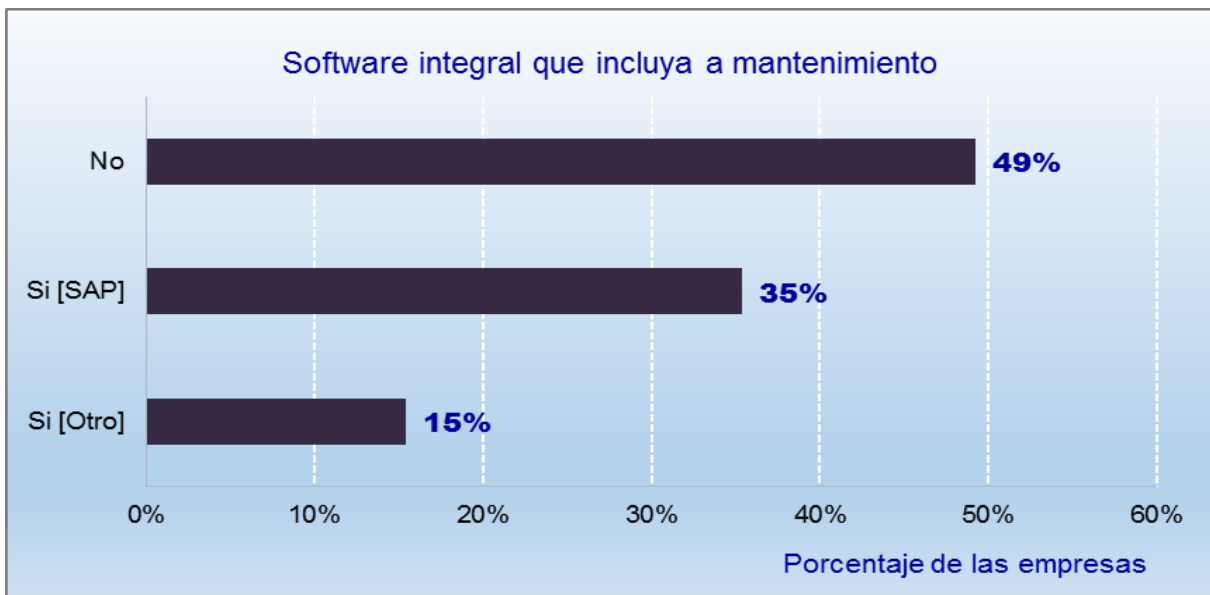
Muestra una valoración aceptable en el uso de un software para asistir la gestión de mantenimiento, así como una valoración aceptable en cuanto al mejoramiento en la gestión con el uso del software.

Gráfico No.35



Muestra alta preferencia por la obtención del software para asistir a la gestión de mantenimiento adquirido en el mercado y desarrollado por personal externo.

Gráfico No.36

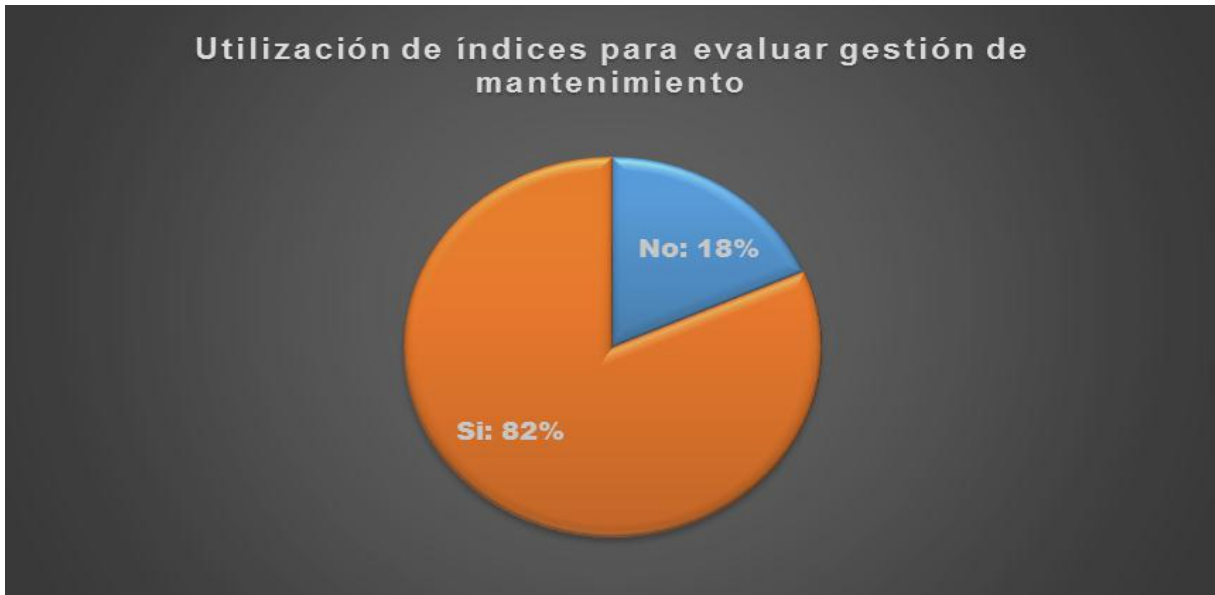


Muestra un porcentaje importante de empresas que no cuentan con un software integral que incluya a mantenimiento. Así mismo en las empresas que sí tienen un software integral que incluya a mantenimiento el más utilizado es el SAP.

## 7. Índices de mantenimiento (KPI)

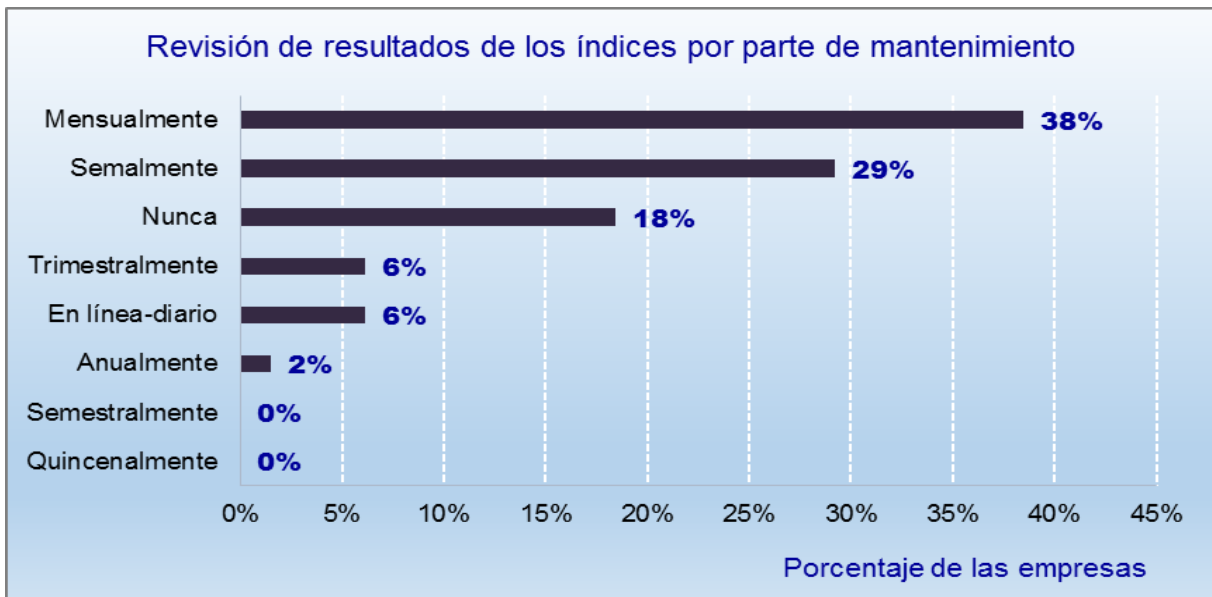
Valor tangible que sirve para conocer o valorar la intensidad y cumplimiento de una variable asociada a la gestión de mantenimiento.

Gráfico No.37



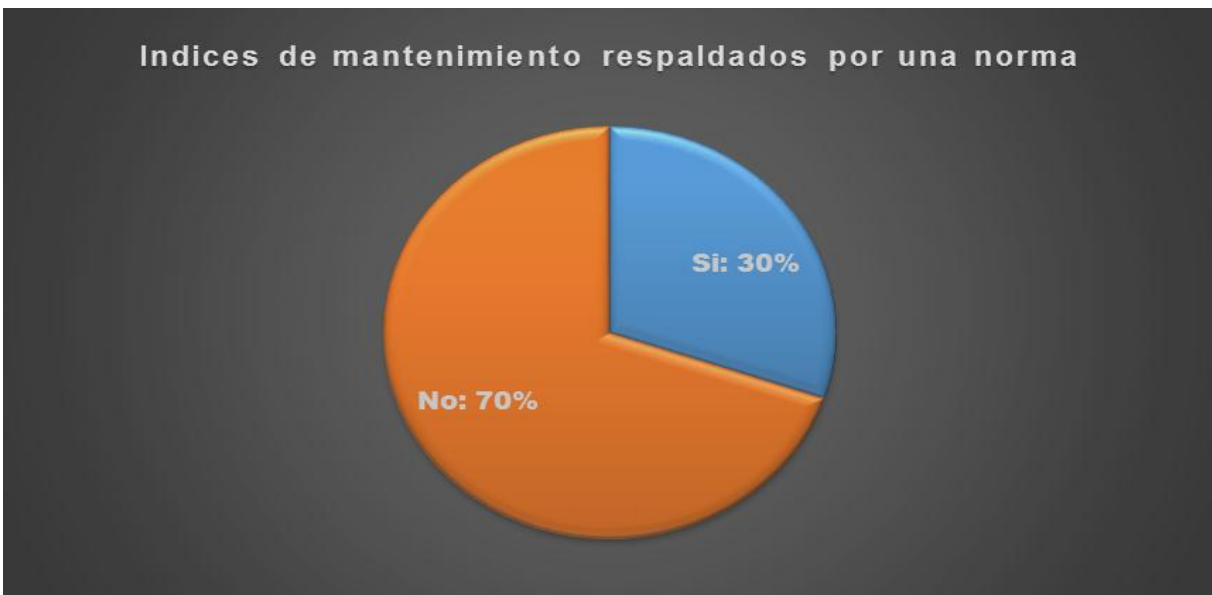
Muestra un alto porcentaje de utilización de índices para evaluar la gestión de mantenimiento. Se evidencia un interés por la medición de la gestión de mantenimiento.

Gráfico No.38



Muestra una preferencia mensual para la revisión de los índices utilizados para evaluar la gestión de mantenimiento.

Gráfico No.39

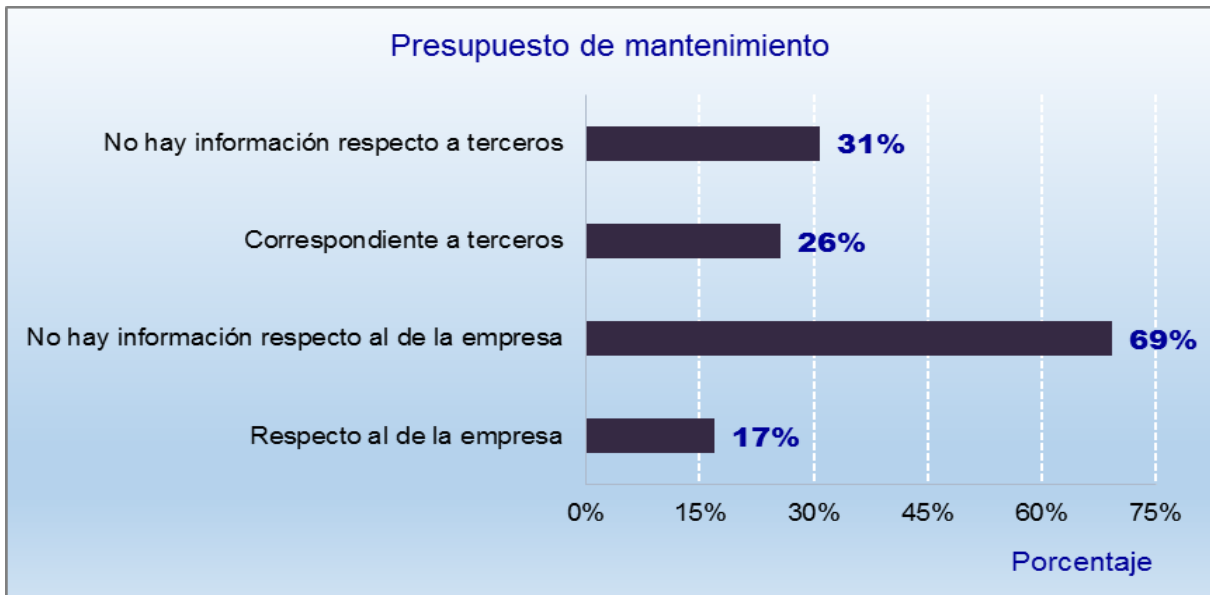


Muestra un bajo porcentaje de los índices utilizados para evaluar la gestión de mantenimiento respaldado por alguna norma. Se evidencia una oportunidad de mejora en la administración del mantenimiento.

## 8. Control presupuestario

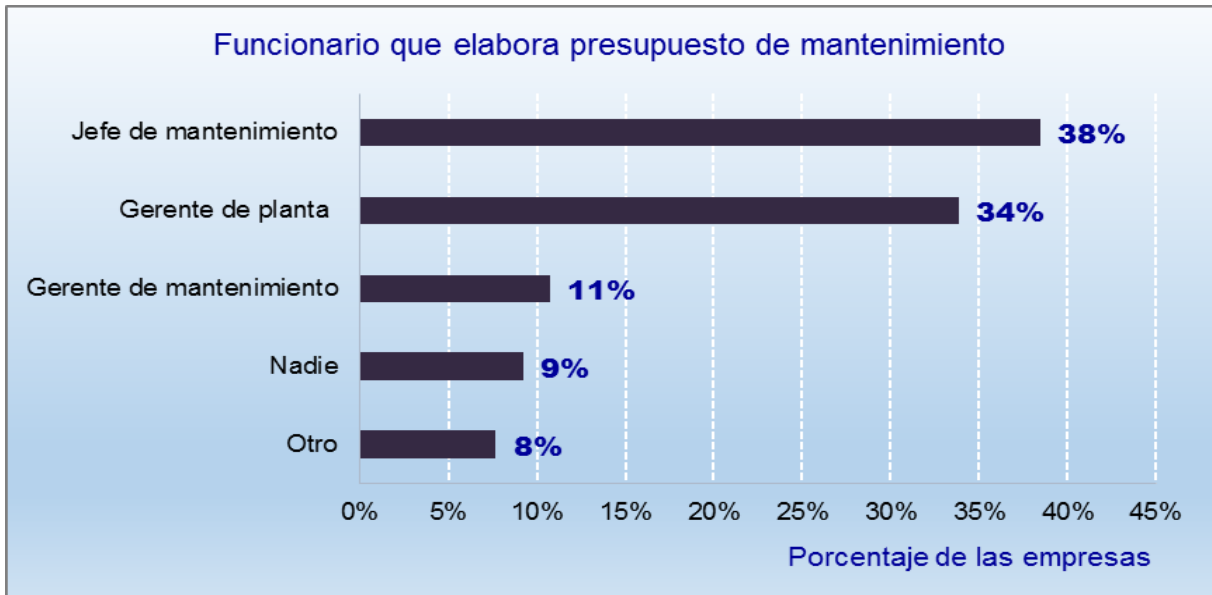
Acciones que realiza el departamento de mantenimiento para analizar y evaluar el grado de ejecución del presupuesto asignado en función de las metas o planes del departamento.

Gráfico No.40



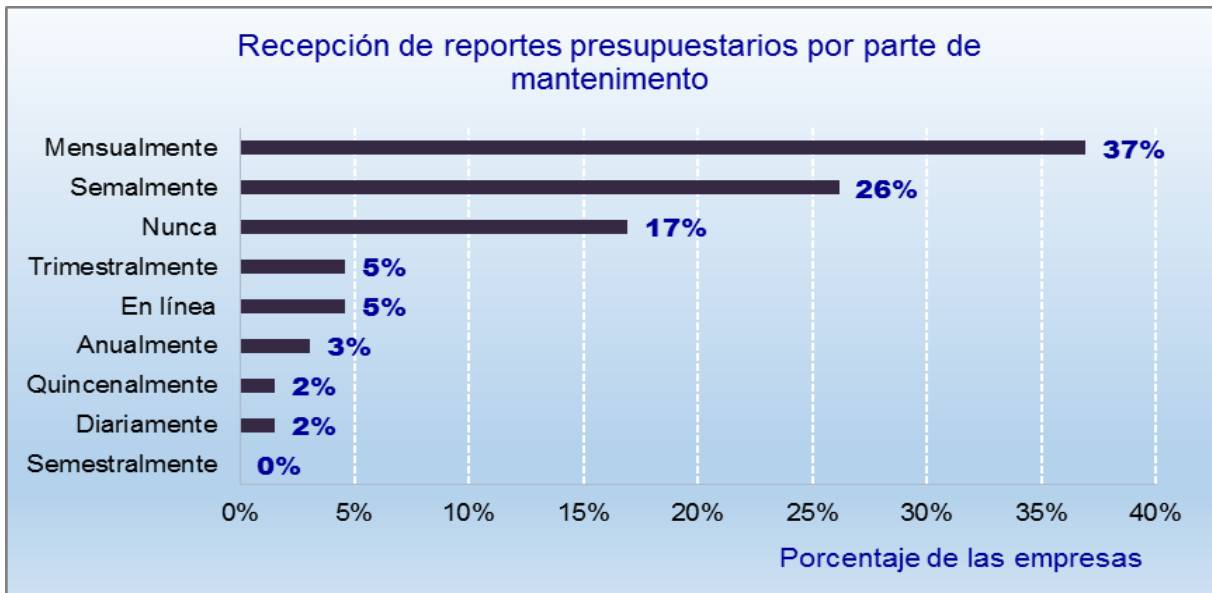
Muestra un alto porcentaje de falta de información del monto destinado al presupuesto de mantenimiento respecto al de la empresa. Se evidencia que las empresas se reservan la divulgación de este tipo de información.

Gráfico No.41



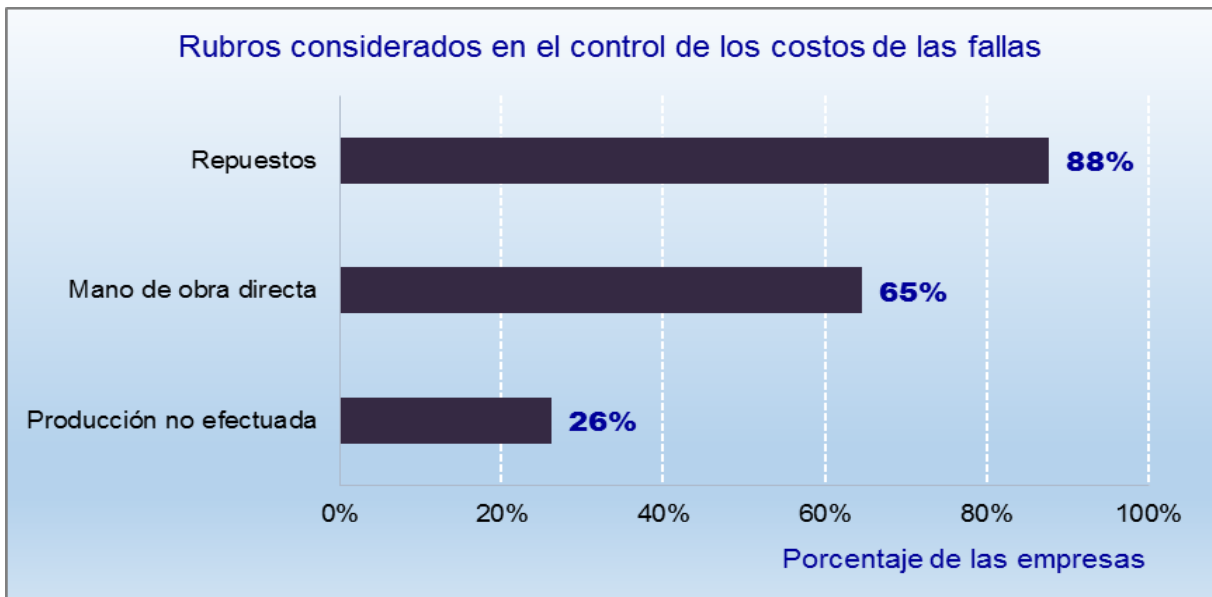
Muestra un buen porcentaje de participación del jefe de mantenimiento en la elaboración del presupuesto de su departamento. Se refuerza la importancia que tiene la parte económica en la gestión del mantenimiento.

Gráfico No.42



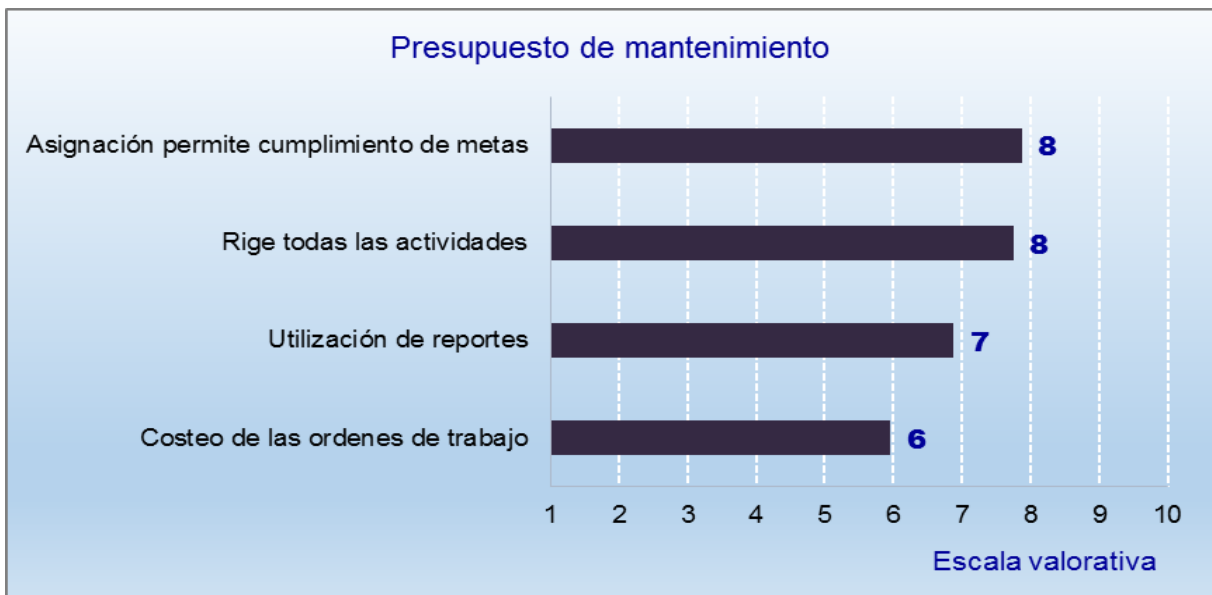
Muestra una preferencia mensual en la recepción de los reportes presupuestarios. Se evidencia que es un buen período para el control del presupuesto.

Gráfico No.43



Muestra que los repuestos son el rubro más considerado en el control de los costos de las fallas. Así mismo se evidencia una oportunidad de mejora en cuanto al cálculo de la producción no efectuada derivada de las fallas.

Gráfico No.44

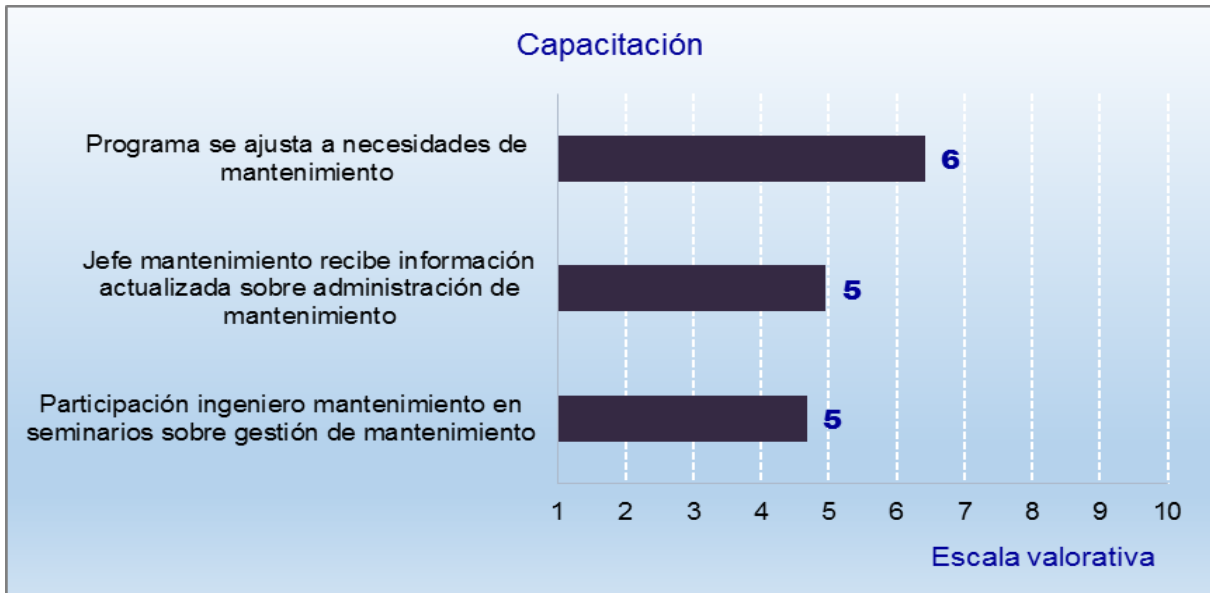


Muestra que el presupuesto asignado a mantenimiento le permite un buen cumplimiento de las metas propuestas. Hay una buena valoración respecto a que mantenimiento se debe regir por un presupuesto. Se evidencia que el cálculo de los costos de las órdenes de trabajo no es un aspecto importante dentro del control del presupuesto.

## 9. Capacitación del personal de mantenimiento

Actividad realizada para mejorar la actitud, conocimiento, habilidades y conductas del personal de mantenimiento, relacionadas con su disciplina técnica.

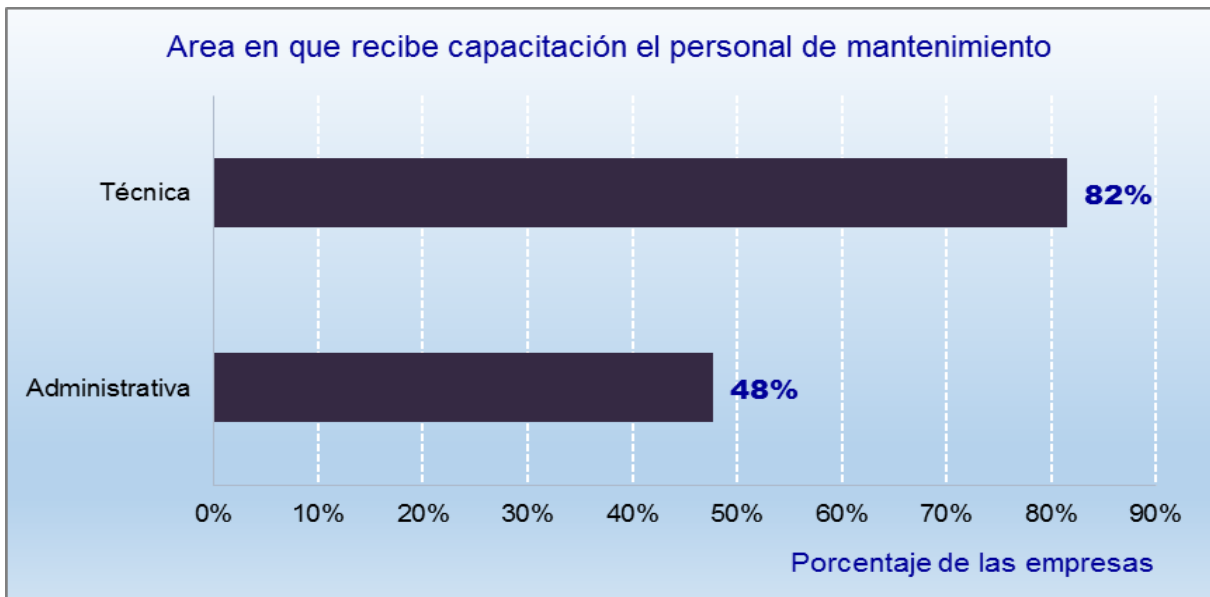
Gráfico No.45



Muestra una valoración baja en cuanto a los programas de capacitación para el personal de mantenimiento. Se evidencia una gran oportunidad de mejora en cuanto a la difusión de información relacionada con administración de mantenimiento. También se evidencia una gran necesidad de acercar al ingeniero de mantenimiento a seminarios y congresos que traten el tema de gestión de mantenimiento.

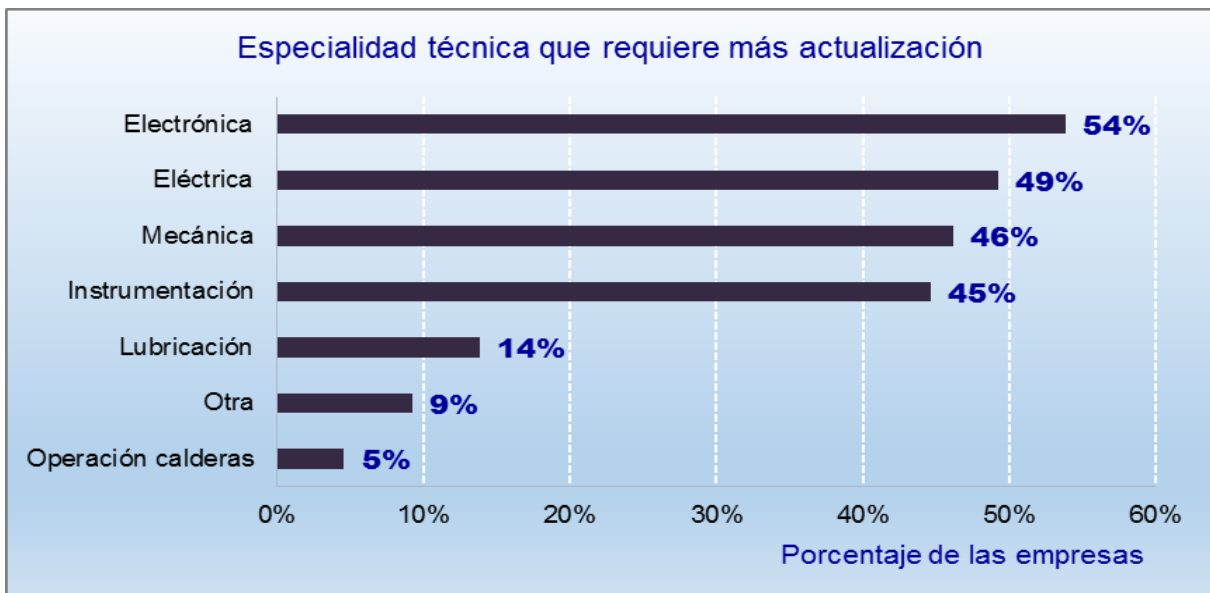


Gráfico No.46



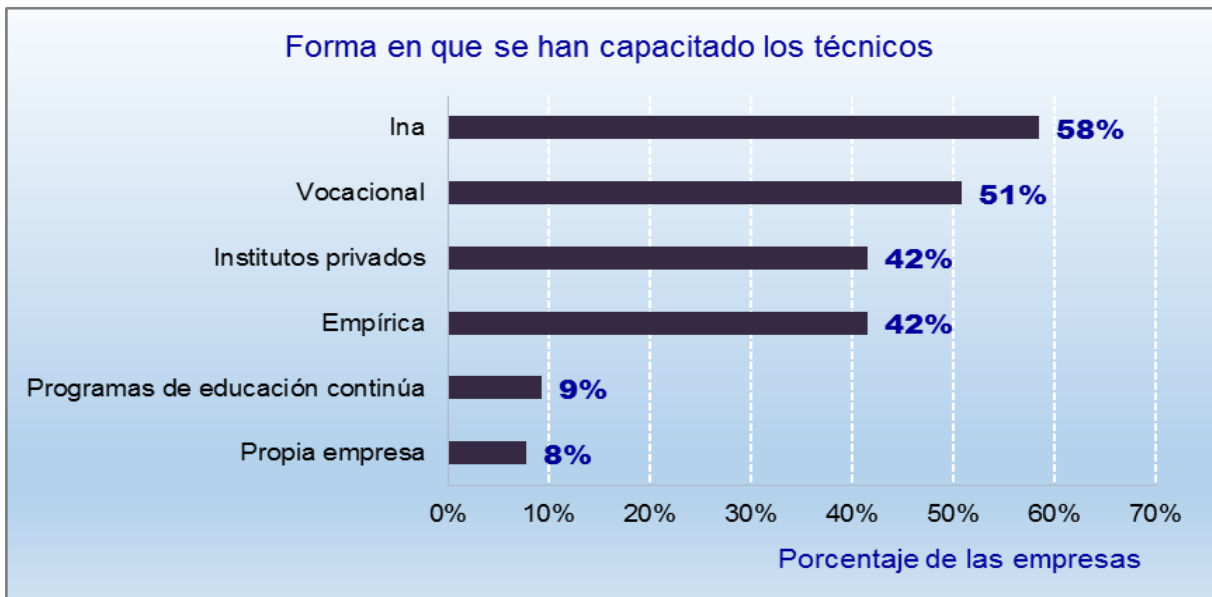
Muestra un alto porcentaje de capacitación del personal de mantenimiento en el área técnica. Se refuerza el carácter electromecánico en el campo del mantenimiento industrial.

Gráfico No.47



Muestra que las especialidades de electrónica e instrumentación han adquirido una gran relevancia en nuestras industrias además de las tradicionales eléctrica y mecánica.

Gráfico No.48



Muestra la preferencia del Ina y Vocacionales como las instituciones más recurrentes para la capacitación de los técnicos.

Gráfico No.49

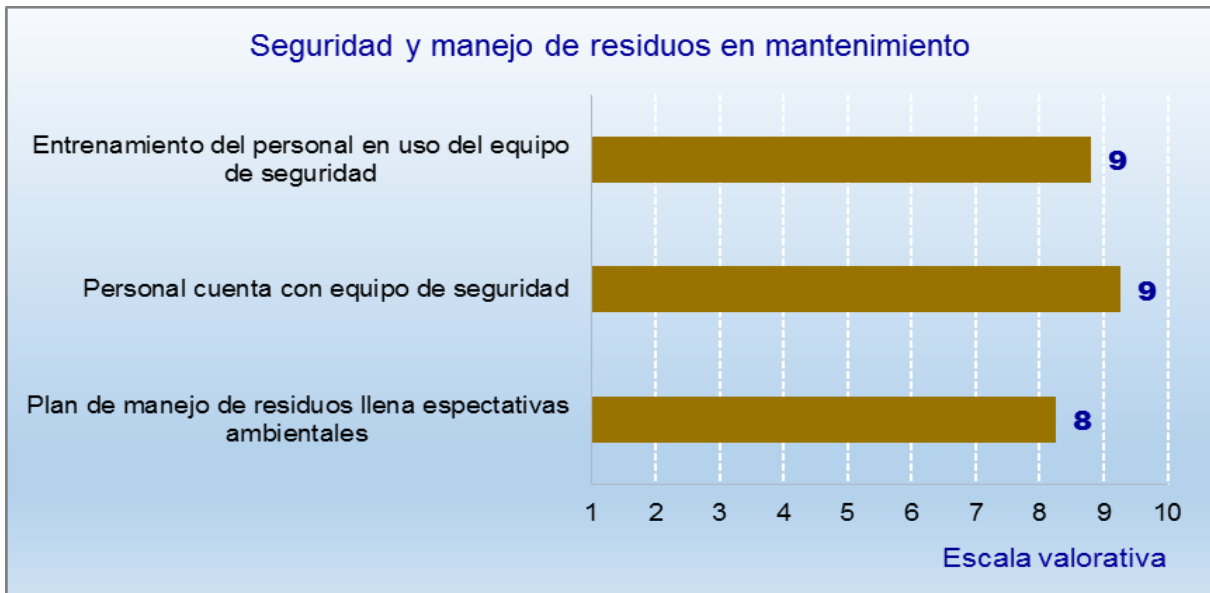


Muestra un alto porcentaje para el ingeniero de mantenimiento como el título profesional del jefe de mantenimiento.

## 10. Gestión ambiental y seguridad en el mantenimiento

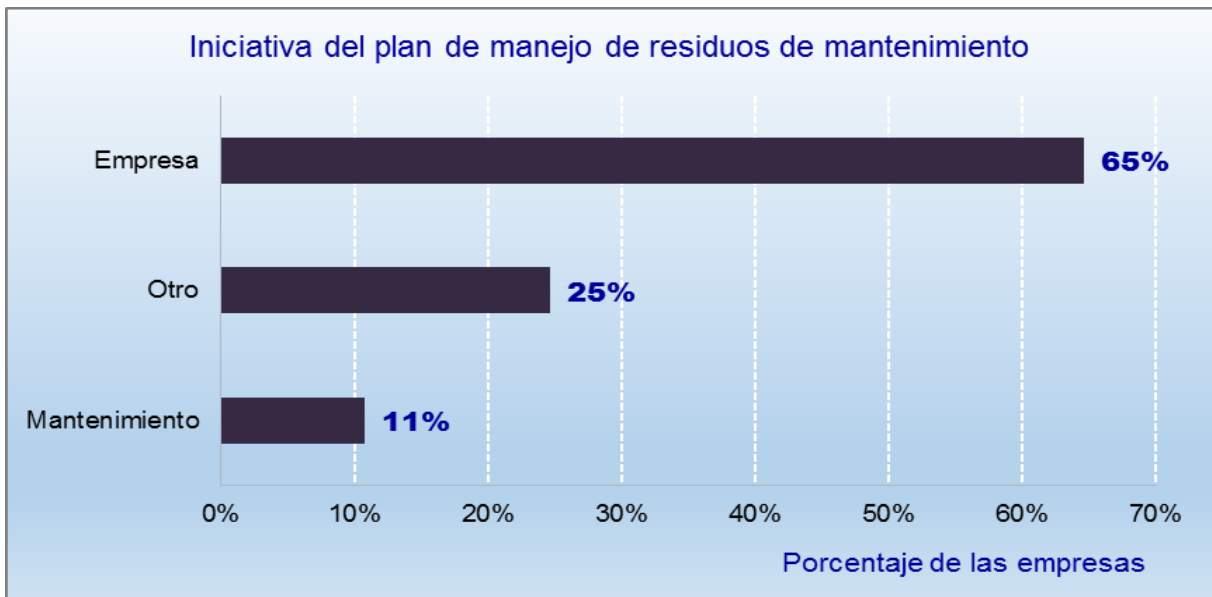
Acciones desarrolladas por el personal de mantenimiento que tienen como fin mitigar o reducir el impacto en el ambiente de sus acciones, se incluye también acciones que el personal de mantenimiento ejecuta para reducir los riesgos de accidentes laborales.

Gráfico No.50



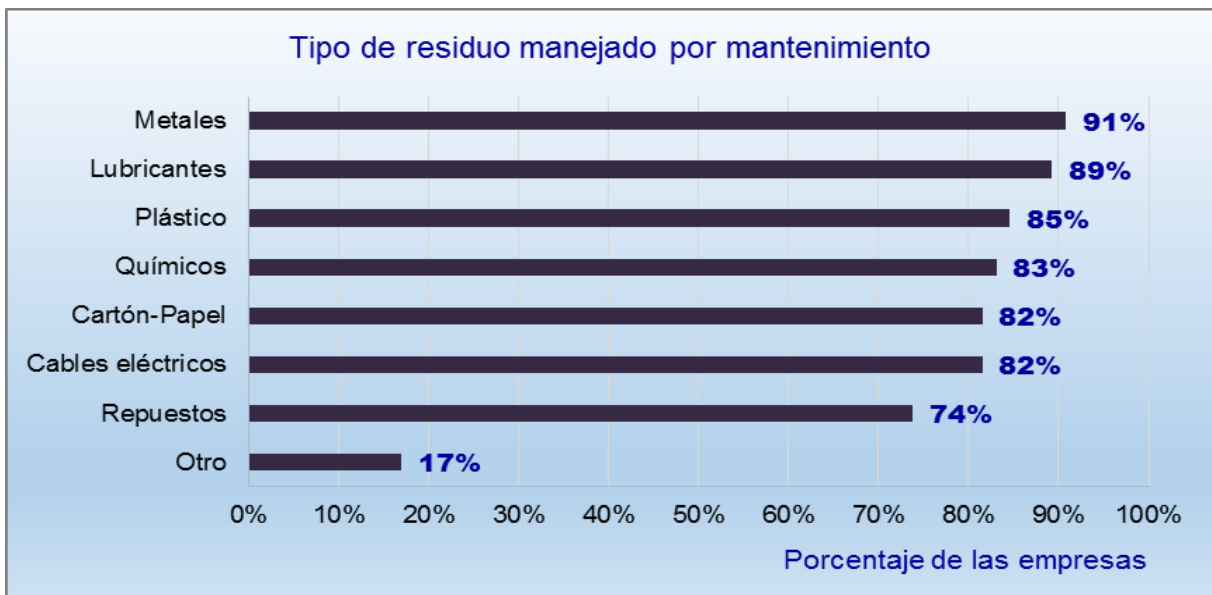
Muestra alta valoración en el entrenamiento y uso de equipo de seguridad del personal de mantenimiento. También alta valoración en el manejo de residuos. Se evidencia departamentos de mantenimiento comprometidos con los aspectos de seguridad y cuidado del medio ambiente.

Gráfico No.51



Muestra porcentajes que evidencian gran iniciativa de las empresas para implementar planes de manejo de residuos.

Gráfico No.52

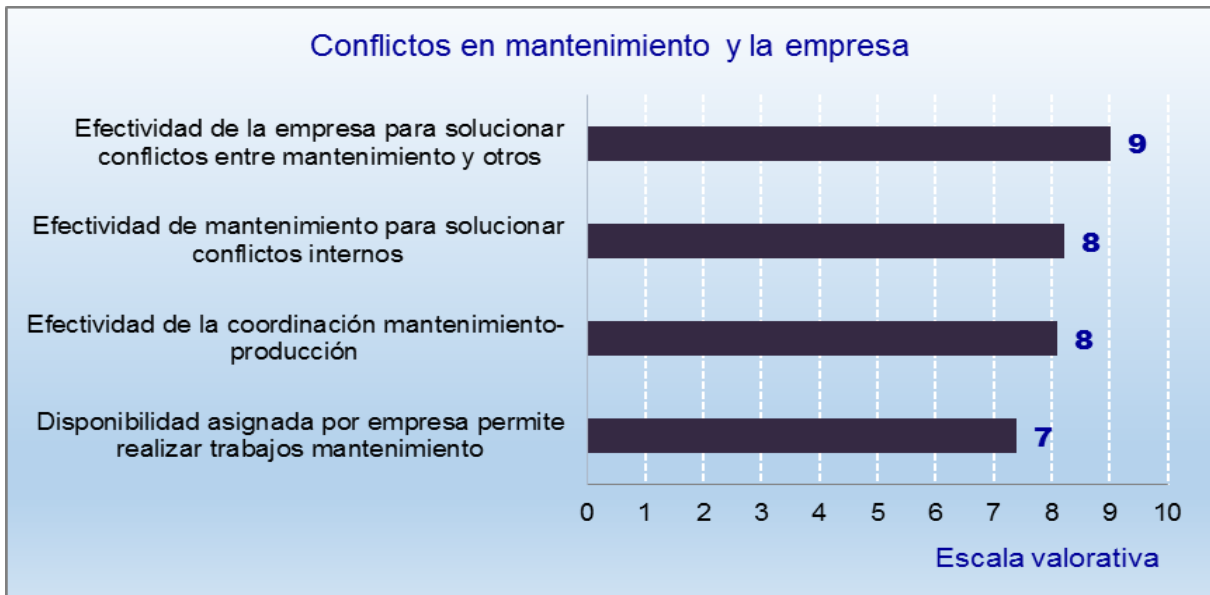


Muestra altos porcentajes en el manejo de los diferentes tipos de residuos que son generados por mantenimiento.

## 11. Relación de mantenimiento con los clientes (externos-internos)

Este eje pretende valorar la efectividad de los procedimientos en mantenimiento y en la empresa, para solucionar los conflictos entre los funcionarios. Así como la efectividad de la coordinación de mantenimiento y producción.

Gráfico No.53

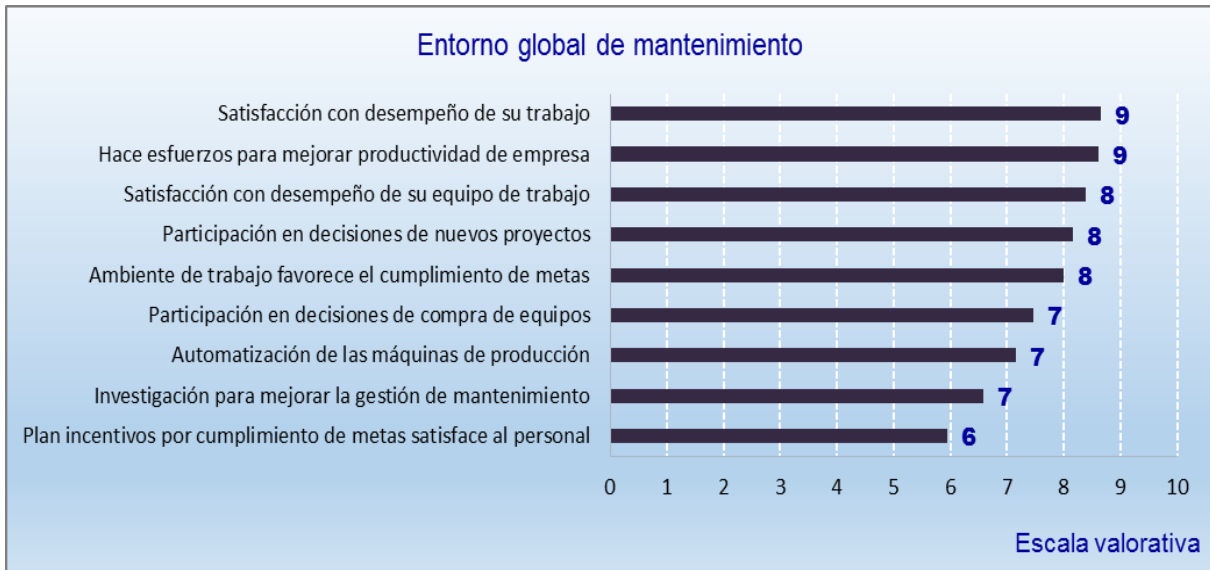


Muestra muy buena valoración en cuanto a la solución de los conflictos que pueda tener mantenimiento internamente y con otros departamentos de la empresa. Muestra una valoración aceptable respecto a la disponibilidad asignada a mantenimiento para poder realizar los trabajos a las máquinas.

## 12. Entorno global del mantenimiento

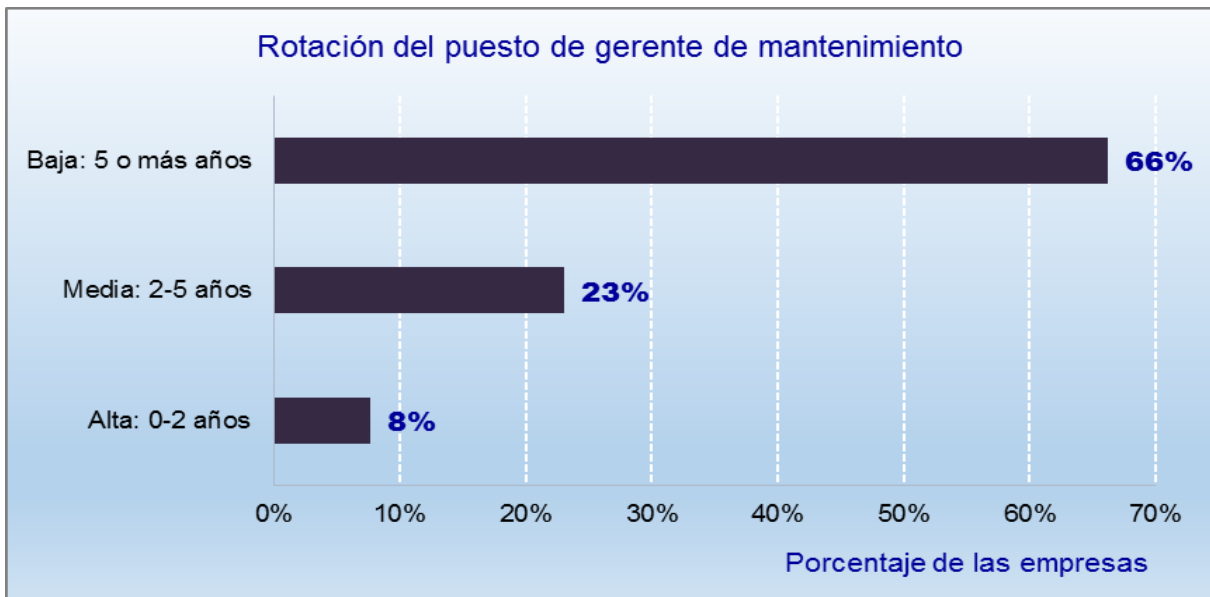
Conjunto de circunstancias o factores existentes en el departamento, que lo rodean y pueden influir en el estado o desarrollo de la gestión de mantenimiento.

Gráfico No.54



Muestra muy buena valoración en cuanto a la satisfacción del jefe de mantenimiento con el desempeño de su trabajo así como con la satisfacción con el desempeño de su grupo de trabajo. Muestra una valoración aceptable respecto al grado de automatización de las máquinas de producción. Muestra una valoración aceptable respecto a la participación de mantenimiento en las decisiones de compra de equipos e investigación para mejorar la gestión de mantenimiento. Finalmente muestra una valoración baja en cuanto a la existencia de planes de incentivos dirigidos al personal de mantenimiento.

Gráfico No.55



Muestra un alto porcentaje en cuanto a la baja rotación del puesto de gerente de mantenimiento. Evidencia gran estabilidad de los profesionales responsables de los departamentos de mantenimiento.

Gráfico No.56



Muestra un alto porcentaje de empresas con certificación ISO o equivalente. Evidencia la importancia que actualmente le dan las empresas a la obtención de algún tipo de certificación.

## 9. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados en la mayoría de las empresas visitadas se trabaja en más de un turno, incluso en un 65% de las empresas, se trabaja a tres turnos, por lo que es fácil deducir que la disponibilidad de los equipos de producción es alta, al mismo tiempo que la disponibilidad para hacer mantenimiento es baja; lo cual es todo un reto para el departamento de mantenimiento, quienes deben optimizar el uso de sus recursos, mediante técnicas modernas y estrategias, para poder satisfacer las demandas de la producción.

Se destaca el hecho de que en aproximadamente más de la mitad de las empresas, se cuenta con misión y visión del departamento de mantenimiento, no obstante el grado de conocimiento de la misma entre los empleados de mantenimiento es bajo; de manera que se puede interpretar como que la gente sabe que existe misión y visión pero el grado de conocimiento es bajo.

Además esta situación contrasta con el gráfico 18 que muestra un alto grado de conocimiento de las funciones por parte del personal, pero son pocas las que conocen la misión y visión del departamento, de acuerdo con el gráfico 4.

Por lo que es llamativo que la mayoría del personal conoce sus funciones, pero no poseen el mismo grado de conocimiento de la misión del departamento.

Existe una predominancia del personal técnico mecánico, electromecánico y eléctrico en las empresas visitadas, sin embargo de acuerdo con el gráfico 8 las empresas siguen requiriendo más de ese tipo de personal mayoritariamente, también se suma a la lista de mayor demanda el personal técnico electrónico.

Esta situación hace pensar que las actividades de mantenimiento se centran principalmente en estas áreas de conocimiento.

Es notorio según los resultados, que en la mayoría de las empresas se cuenta con una buena estructura de organización de mantenimiento, la existencia de personal de apoyo a las jefaturas y los mandos intermedios, sin embargo esto contrasta con la significativa carga de trabajo administrativo por parte de la jefatura, según se aprecia en el gráfico 25.

En este mismo gráfico se aprecia también que las jefaturas de mantenimiento dedican poco de su tiempo al desarrollo de actividades estratégicas de su departamento.

Las estrategias tradicionales como mantenimiento preventivo y lubricación, presentan una alta valoración, en contraste con otras como el predictivo y el mantenimiento autónomo, se puede justificar en el hecho de que al ser relativamente nuevas en la industria, no han alcanzado un nivel mayor de aplicación.

El mantenimiento centrado en confiabilidad es la estrategia que menor grado de aplicación que tienen las industrias, representando una gran oportunidad para el departamento de mantenimiento en la optimización del servicio que presta.



---

Relacionando los gráficos 26 y 28, se evidencia la necesidad de mejorar los programas de mantenimiento preventivo, puesto que el correctivo presenta valores cercanos a un 40%, pues no es lo mismo el grado de cumplimiento que el grado de efectividad.

De acuerdo con el gráfico 29, la tercerización del mantenimiento esta en promedio en un 23%, en las empresas visitadas, mayoritariamente las labores de mantenimiento es realizado con personal propio.

Aun cuando en la mayoría de las empresas la bodega de repuestos es administrada por mantenimiento, se evidencia en el gráfico 32, que el uso del sistema de máximos y mínimos, tiene una valoración apenas aceptable, por lo se interpreta una oportunidad de mejora en esta aspecto, que también se traduciría en una mejora en la gestión general del mantenimiento.

La investigación evidenció que en un 78% de las empresas, se utiliza algún software para la gestión de mantenimiento, no obstante su grado de utilización es de un 7, lo cual es bueno, pero contrasta con el grado de mejora en la gestión, que también es valorado con un 7.

En ese sentido, se considera que los departamentos de mantenimiento, deben esforzarse por lograr una mayor utilización del software de mantenimiento, para mejorar su gestión.

De acuerdo con el gráfico 37, se evidencia el interés en los departamentos de mantenimiento por la evaluación de su gestión, con una predominancia de aquellos indicadores que son de particular interés para la empresa y no necesariamente se ajustan a los denominados índices de clase mundial o que estén respaldados por alguna norma como se aprecia en el gráfico 39.

En relación con el tema de capacitación del personal de mantenimiento, es destacable el hecho que no existe un alineamiento entre los programas de capacitación empresarial, con las necesidades de capacitación del personal de mantenimiento, como se observa en el gráfico 45, además de este mismo gráfico se denota la desconexión de los jefes o encargados de mantenimiento respecto a participar en actividades de capacitación como seminarios y congresos.

No obstante aun cuando es poca la capacitación que recibe el personal de mantenimiento, dichas actividades se dan en el área técnica, evidenciando que la capacitación en el tema de gestión administrativa del mantenimiento es baja.

Según la opinión de los encuestados, tal como lo muestra el gráfico 47, las áreas en las que más se debe reforzar la actualización del personal técnico son en electrónica e instrumentación, llamando la atención esta última especialidad, que al parecer es creciente en las industrias.

En cuanto a la formación profesional de los jefes o encargados del mantenimiento, las empresas mayoritariamente contratan ingenieros en mantenimiento, sin embargo tal como muestra en el gráfico 49, al sumar las otras profesiones, el resultado es que hay un 60% por ciento de puestos de jefaturas de mantenimiento, que son ocupados por otras profesiones.

Según el gráfico 50, existe un alto grado de valoración, hacia el tema de la seguridad laboral, así mismo una alta valoración en lo que corresponde al manejo de residuos; esto demuestra que actualmente el tema ambiental, no es un tema ajeno al mantenimiento, siendo los residuos más comunes los siguientes: metales, lubricantes y plásticos.

En cuanto a las relaciones de mantenimiento con los clientes externos e internos, se denota una alta valoración en cuanto a la solución de conflictos, lo que demuestra su capacidad para mantener relaciones armoniosas en un ambiente laboral, tal como se muestra en el gráfico 53.

Resalta en este mismo gráfico la buena relación entre los departamentos de mantenimiento y producción, lo cual facilita la obtención de los objetivos y metas de ambos departamentos.

---

## 10. Conclusiones

1. La gestión de mantenimiento es una disciplina en constante evolución y actualización.
2. Se denota un crecimiento de la especialidad de instrumentación en las empresas, lo que ha impulsado la formación y capacitación de técnicos de mantenimiento en esta emergente especialidad.
3. La existencia de un staff en los organigramas de mantenimiento confirma la importancia que las empresas al tema de gestión.
4. La posición jerárquica de mantenimiento en un alto porcentaje de las empresas es igual a producción, lo que ofrece una ventaja para la coordinación de actividades.
5. En general en cuanto a organización mantenimiento tiene un buen nivel.
6. En la mayoría de las empresas, el personal de mantenimiento conoce sus funciones, pero no sabe si lo que hace contribuye en el cumplimiento de la misión de la empresa.
7. En general la tendencia a aumentar el personal de mantenimiento en las empresas es baja.
8. El uso de la orden de trabajo se mantiene vigente en un alto nivel en los departamentos de mantenimiento.
9. La mayor parte del tiempo de las jefaturas de mantenimiento es utilizada en labores de gestión.
10. La aplicación de actividades estratégicas de mantenimiento no es aprovechado y hay una pérdida de oportunidad para mejorar la productividad a través de mantenimiento predictivo, autónomo y RCM.
11. Pese a que el mantenimiento como unidad funcional, presenta una buena estructura organizacional, el cumplimiento del mantenimiento preventivo, como estrategia base del mantenimiento planeado, muestra un bajo porcentaje.
12. La aplicación de sistemas de expertos utilizados en mantenimiento, muestra un porcentaje de utilización muy bajo, lo cual representa una oportunidad de desarrollo y mejora.
13. Aun cuando en la mayoría de las empresas se cuenta con algún tipo de herramienta informática para la gestión del mantenimiento, el grado de utilización y mejora de la gestión, es apenas aceptable.
14. En la mayoría de los departamentos de mantenimiento, se están utilizando índices para evaluar su gestión.

15. La gestión del presupuesto para mantenimiento es una actividad relevante para las jefaturas de los departamentos de mantenimiento.
16. Se evidencia que no existen programas de capacitación para el personal de mantenimiento, que se ajusten a sus necesidades.
17. En el 60% de las empresas visitadas, el jefe de mantenimiento no es un ingeniero en mantenimiento.
18. Existe conciencia de protección ambiental en las empresas y en los departamentos de mantenimiento.
19. Los departamentos de mantenimiento se desempeñan en un buen ambiente de trabajo, lo cual favorece el cumplimiento de las metas.
20. Se denota la importancia que le dan las empresas a las certificaciones, lo cual ayuda a mejorar la gestión de mantenimiento.
21. La recopilación personalizada de los datos, ofrece un alto nivel de confiabilidad en los datos recopilados, lo cual brinda un valor agregado al estudio.

## **11. Recomendaciones**

1. Dado el impacto y pertinencia que este tipo de estudios puede aportar a las industrias y a la academia, este tipo de estudios se debe realizar al menos cada dos años, para generar tendencias de comportamiento y poder hacer predicciones.
2. El diagnóstico de la función de mantenimiento realizado, debe retomarse por el área administrativa de nuestra carrera, en función de identificar oportunidades de mejora en el plan de estudios.
3. Para una futura aplicación de los instrumentos de diagnóstico, se debe desarrollar una herramienta informática que facilite el procesamiento de la información.

## **12. Agradecimientos**

Al Lic. Oscar Chacón Navarro, de la Escuela de Administración de empresas y a la Licda, Tania Moreira Mora del departamento de Orientación y Psicología por el apoyo desinteresado, en la guía y asesoramiento para que ofrecieron para cumplir con los objetivos del proyecto.

A todas las empresas que participaron y posibilitaron la recolección de la información.

Al consejo de Escuela de Ingeniería Electromecánica, por el apoyo brindado a los responsables de la investigación.

A la Vicerrectoría de investigación del ITCR por apoyar este tipo de iniciativas que permiten fortalecer la ingeniería en mantenimiento en Costa Rica.

### **13. Referencias**

<sup>1</sup>Encuesta sobre el estado del mantenimiento industrial en España. Aitor Goti-Elordi. 2008

<sup>2</sup>Lourival Tavares. Administración Moderna de mantenimiento

## **14. Apéndices**

En la versión digital se incluye el instrumento diseñado para procesar la información y generar los gráficos.



## **15. Bibliografía**

1. Norma Venezolana de evaluación de sistemas de mantenimiento en la industria. COVENIN 2500-93
2. Tavares Lourival. Administración Moderna de mantenimiento. Novo Polo Publicacoes, Brasil. 2007
3. Hernandez S. Roberto. Metodología de la investigación. Mac Graw Hill. Quinta edición. México. 2010
4. Asociación Española de mantenimiento. El mantenimiento en España. Editado por la Asociación Española de mantenimiento. 2010
5. Gómez B. Miguel. Elementos de estadística descriptiva. EUNED. XX Reimpresión, San Jose, Costa Rica,2010.
6. Kinnear-Taylor. Investigación de mercados. Mac Graw Hill. Quinta edición. Colombia. 1981.