

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
"JOSÉ SIMEÓN CAÑAS"**

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**CONDICIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL
SECTOR INDUSTRIAL PLÁSTICO EN EL SALVADOR**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREPARADO PARA LA
FACULTAD DE POSTGRADOS Y
VICERRECTORÍA DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS UDB**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

POR:

**ERIC EDGARDO ORDÓÑEZ LÓPEZ
CARLOS MAURICIO RODRÍGUEZ CRUZ
ADOLFO ARTURO VELASCO PAREDES**

ABRIL 2017

ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A.

RECTORES

**ANDREU OLIVA DE LA ESPERANZA, S.J.
JOSÉ HUMBERTO FLORES MUÑOZ, SDB.**

SECRETARIAS GENERALES

**SILVIA ELINOR AZUCENA DE FERNÁNDEZ
YESENIA XIOMARA MARTÍNEZ OVIEDO**

DECANA DE POSTGRADO UCA

NELLY ARELY CHÉVEZ REYNOSA

DECANO DE POSTGRADO UDB

HERBERT HUMBERTO BELLOSO FUNES

**DIRECTORES DE LA MAESTRÍA EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL**

**LAURA BEATRIZ ORELLANA HERRERA
NELSON ANTONIO QUINTANILLA JUÁREZ**

DIRECTOR DEL TRABAJO

LUIS AARÓN MARTÍNEZ FIGUEROA

Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a las siguientes personas vinculadas a ASIPLASTIC y que contribuyeron en la realización del trabajo de investigación: Patricia de Sánchez, Ricardo Morán, Tomás Cerna, Jaime Salomé y los representantes de las empresas que ofrecieron amablemente su tiempo en atendernos.

Al mismo tiempo, agradecemos a Marc Gardella, Diana Vizcarra, Odaly Sánchez y Aarón Martínez.

Eric Ordóñez, Mauricio Rodríguez y Adolfo Velasco.

Dedicatorias

Han pasado poco más de dos años desde que inicié la Maestría, en un momento de cambios trascendentales, laborales y personales. Descubrí la pasión por servir a otros y tomar responsabilidad por ellos.

Siempre me considere una persona práctica que no vive de promesas, pero la vida te alecciona y uno aprende; “Hoy es mejor que ayer y mañana será mejor que ahora”.

Que esta Tesis sea una invitación y una prueba que con pasión y dedicación siempre es posible lograr la efectividad.

Quiero agradecer especialmente a Tati sin tu apoyo, paciencia, sacrificio y comprensión no lo hubiera logrado, hice mi mejor esfuerzo para que valiera la pena. “Si la escalera no está apoyada en la pared correcta, cada paso que des te llevará al lugar incorrecto” (Covey S.).

A mi familia, por su comprensión y apoyo, siempre los llevo en mis pensamientos.

Un agradecimiento especial a mis colegas Adolfo y Mauricio, excelentes profesionales y grandes amigos de jornadas maratónicas, a sus familias por el apoyo incondicional y creer en este proyecto.

A José Agustín Moscoso por su ejemplo de liderazgo, pasión y sensatez. Su apoyo y paciencia fue crucial para la culminación de este proceso. A mi equipo PG, por motivarme y exigir lo mejor de mí.

Gracias a todos.

Eric.

Es la culminación de un proceso largo que ha tenido muchas experiencias, dificultades y mucho tiempo invertido. Dicho proceso no hubiera sido posible sin la participación de personas que han facilitado y ayudado a que los objetivos de este trabajo hayan llegado a un feliz término. Por lo tanto, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio, para agradecerles y tomarlos en cuenta, expresándoles mis más sinceros agradecimientos.

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de la carrera, por ser mi fortaleza, mi fuerza y guía en los momentos más difíciles.

Le doy gracias a mis padres, por apoyarme en todo momento, por las enseñanzas que hasta el día ahora trato de practicar, por darme una excelente educación y sobre todo por ser un ejemplo a seguir, no solamente como pareja, sino espiritualmente. A mis hermanas por ser tan lindas conmigo y ayudarme en lo se pueda, aunque no mucho lo expreso es un buen momento para ello. Las amo.

A Odaly por ser una parte muy importante en mi vida, por ese apoyo incondicional, por su paciencia, comprensión, por el tiempo que dejamos de vernos y actividades en las que decía no, por estar estudiando. Por ser un gran apoyo académico cuando más lo necesitamos. Y por sobre todo, por orar por mí y por ese amor incondicional que demuestras en mi vida. Te amo.

A mis amigos Eric y Adolfo por todos los momentos que pasamos juntos y el apoyo profesional que me brindaron. Por las tareas que juntos realizamos, por todas las veces que me explicaron y por la confianza que en mí depositaron. Definitivamente he ganado dos grandes amigos y doy gracias a Dios por ellos y por sus familias. Bendiciones.

A mis compañeros de trabajo e Ing. Marvin Romero, por el tiempo y consideraciones hacia mi persona, por los consejos y estrategias que se utilizaron para actividades de la maestría. A todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Gracias a todos.

Mauricio

Sumergido en un momento de cambios obligados en mi vida, fueron dos razones que me impulsaron a tomar el reto de estudiar un postgrado. La primera era cumplir un objetivo trazado desde hace varios años y que por diferentes motivos lo postergué. La segunda era demostrarme que las únicas barreras que nos alejan de nuestras metas, no provienen de los demás o ambiente que nos rodea; sino de nosotros, de nuestra manera de pensar, fe y actitud. *“La actitud es una cosa pequeña que hace una gran diferencia”* (Winston Churchill).

Principalmente, agradezco y dedico este trabajo de graduación a Dios y virgen María, quienes me guían en este camino llamado “vida”. También, lo hago a cinco mujeres que me apoyaron con la maestría de principio a fin. Mi madre y hermana por sus atinados consejos. Mi esposa Adela e hijas, María Elena y Daniela María, por su apoyo incondicional en ayudarme a cumplir mi objetivo, renunciando a tiempo irrecuperable para compartir en familia. Desde sus trincheras, todas sumaron cuotas de sacrificio y generaron las condiciones para mi estudio.

A lo largo de la maestría conocí a diferentes colegas pero destaco a dos: Eric y Mauricio; con quienes tuve la suerte de generar amistad, aprender y trabajar en un “verdadero equipo”. De ellos no escuche palabras de desaliento o protesta, aún en situaciones adversas. Agradezco también a ellos por su extraordinaria dedicación y a sus respectivas familias por el apoyo en alcanzar este anhelo compartido.

Adolfo Velasco.

Resumen

La innovación, entendida como un proceso de convertir en una solución un problema, puede realizarse a través de mejorar lo que ya existe o crear algo completamente nuevo; involucra tanto los esfuerzos para generar nuevos conocimientos como los de adquirir, adaptar y desarrollar los ya existentes.

El Salvador ocupa la penúltima posición en la región Centroamericana en cuanto a innovación, según el Índice Mundial de Innovación 2016 publicado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). El estudio revela que de un total de 128 países, El Salvador ocupa la posición 104. Comparado con el ranking 2015, el país ha perdido 5 puestos, sólo Nicaragua ocupa un puesto menor en relación al país. Más allá de la posición nacional, el índice revela que Centroamérica está apostando a la innovación en diferentes campos mientras El Salvador empieza a quedar rezagado.

Entonces, ¿Cómo se innova en un escenario que no parece ser el más alentador?; al formar parte de la primera cohorte de la Maestría en Gerencia de Mantenimiento Industrial, y lo visto en su desarrollo, se identificó la necesidad de contar con un diagnóstico que permita la recolección y análisis de información; hasta ahora inexistente, de la gestión de mantenimiento en las industrias en general. Esto combinado con la realidad de un sector que representa el 2.8% de lo que produce la industria manufacturera en el país y un crecimiento del 7% en 2014 con respecto al 2013, aportando US\$63.5 millones de valor de su Producto Interno Bruto a precios constantes, nace la investigación: “Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador”.

La investigación consta de cinco partes donde se describe el proceso utilizado para evaluar la gestión de mantenimiento, a través de un método denominado, Gestión Integral de Mantenimiento (GIM) propuesta y desarrollada por los autores.

La primera es el Marco referencial, en la cual se exponen las generalidades y coyuntura actual de las empresas del sector plástico en El Salvador, a la vez se plantea el problema de la falta de una investigación sobre la condición general de la gestión de mantenimiento.

De acuerdo a la hipótesis, se planteó la posibilidad de conocer y calificar la condición del mantenimiento en el sector plástico. Para ello, el apoyo de ASIPLASTIC fue fundamental facilitando el acercamiento con las empresas representadas, por medio de comunicados oficiales y correos electrónicos, solicitando la valiosa colaboración y disposición para responder las encuestas y entrevistas, como instrumentos para la recopilación de la información.

El Marco Teórico es la segunda parte y resume el sustento que fundamenta la investigación que los autores tomaron de referencia para la creación del modelo y evaluar la gestión de mantenimiento de las empresas. Desde la perspectiva de GIM, la solidez de mantenimiento es soportada por nueve pilares: Organización de la empresa, Organización de mantenimiento, Planificación de mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo, Mantenimiento predictivo, Capital humano, Apoyo logístico y Recursos.

La estructura de los nueve pilares se mantiene en todo el documento para una fácil referencia del lector con los otros capítulos. Su objetivo no es profundizar en cada uno de los temas evaluados y abordados en los pilares, sino exponer la importancia del por qué los autores deciden evaluar la gestión de mantenimiento a través de ellos.

Como tercera parte se presenta el método GIM. Fue creado en base a cuatro fuentes: Norma 2500-93 de COVENIN, Encuesta de la eficacia de mantenimiento del Instituto Marshall, la experiencia de los autores y la ponderación de factores aplicando el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ). Éste consiste en comparar la gestión de mantenimiento de las empresas con los criterios definidos en el modelo.

La presentación de los resultados es la cuarta parte, en la que se hace una lectura de las respuestas obtenidas a través de la encuesta, permitiendo analizar y resumir los hallazgos

más importantes por cada uno de los indicadores y pilares individualmente. La interpretación y síntesis de toda la información se presenta de manera amigable al lector para su fácil lectura empleando un mapa de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De los resultados se calificó la condición de la gestión de mantenimiento del sector plástico como “Buena”, tomando como referencia los criterios del método, estableciendo un punto de partida para generar un plan de crecimiento estratégico a corto y mediano plazo.

Finalmente, con la información recopilada se concluye, que es posible conocer la condición de la gestión de mantenimiento del sector plástico de El Salvador, por medio del método GIM. Aunque la gestión es “buena”, se identificó que la reducción de costos, resistencia al cambio y falta de cultura organizacional son los retos más importantes que los responsables del área de mantenimiento están enfrentando en sus gestiones diarias.

Se identifican áreas de mejora, especialmente en la implementación de sistemas de información. Un aspecto muy importante a resaltar es la confianza que la alta dirección brinda a los gestores de mantenimiento, facilitando los recursos necesarios para realizar sus actividades.

Así mismo, se presentan recomendaciones al sector, universidades y centros de estudio en base a las necesidades de formación y capacitación que las empresas buscan solventar en dichas instituciones. Finalmente se establece el estado de la investigación y se invita a realizar otro tipo de estudios a partir de la información recabada.

Índice

Agradecimientos	v
Dedicatorias	vii
Resumen	i
Índice.....	v
Índice de Figuras	viii
Índice de Tablas	ix
Índice de Gráficas.....	x
Siglas	xi
1. Marco referencial	1
1.1 Antecedentes de la investigación	1
1.1.1 Antecedentes del sector plástico.....	3
1.1.2 Exportaciones del sector.....	3
1.1.3 Empleo del sector plástico.....	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.2.1 Definición del problema.	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.....	6
1.4 Alcance de la investigación	6
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
1.5.1 Censo de la población.....	6
1.5.2 Participación de las empresas.	7
1.5.3 Confidencialidad de información.....	7
1.5.4 Conocimiento.....	7
1.6 Hipótesis.....	7
1.6.1 Planteamiento.....	7
1.7 Tipo y metodología de la investigación.....	7
1.7.1 Tipo de investigación.	7
1.7.2 Metodología de investigación.	8
1.8 Instrumentos para recolección de datos	8
1.8.1 Encuesta.....	8
1.8.2 Entrevistas.....	9
1.9 Población y muestra.....	9
1.9.1 Población.	9
1.9.2 Muestra.....	9
2. Marco teórico	11
2.1 Organización de la empresa	11

2.1.1	Planificación estratégica.....	11
2.1.2	Autoridad y autonomía.	18
2.1.3	Sistema de información.....	21
2.2	Organización de mantenimiento	29
2.2.1	Estructura.	31
2.2.2	Autoridad y autonomía.	38
2.2.3	Sistema de información.....	38
2.2.4	Indicadores de desempeño.	42
2.2.5	Criticidad de equipos.....	51
2.3	Planificación de mantenimiento.....	55
2.3.1	Objetivos y metas.....	55
2.3.2	Directrices de planificación	57
2.3.3	Mantenimiento de oportunidad.	64
2.4	Mantenimiento preventivo	65
2.4.1	Planificación.	65
2.4.2	Programación.	68
2.4.3	Calidad en el mantenimiento preventivo.	70
2.5	Mantenimiento correctivo	71
2.5.1	Soporte.....	71
2.5.2	Priorización.....	73
2.5.3	Registro.	74
2.5.4	Solución de fallas.....	75
2.6	Mantenimiento predictivo	80
2.6.1	Planificación y técnicas.....	81
2.6.2	Programación.	86
2.6.3	Evaluación.	87
2.7	Capital humano.....	89
2.7.1	Selección y formación.	90
2.7.2	Retención del talento.....	96
2.7.3	Mantenimiento autónomo.....	97
2.8	Apoyo logístico	102
2.8.1	Apoyo administrativo	103
2.8.2	Apoyo gerencial.....	105
2.9	Recursos.....	105
2.9.1	Equipos.	106
2.9.2	Herramientas.....	107
2.9.3	Instrumentos.	108
2.9.4	Materiales.....	108

2.9.5	Repuestos.	109
3.	Metodología.....	112
3.1	Modelo GIM	112
3.1.1	Norma COVENIN 2500-93.....	113
3.1.2	Estudio de la Eficacia de Mantenimiento del Instituto Marshall.	114
3.1.3	Experiencia y conocimiento de los autores.	115
3.1.4	Proceso Analítico Jerárquico.....	115
3.2	Aplicación del PAJ al método GIM	115
3.3	Descripción de la metodología.....	116
4.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	118
4.1	Presentación de resultados.....	118
4.2	Discusión de resultados	129
4.2.1	Organización de la empresa.	129
4.2.2	Organización de mantenimiento.	130
4.2.3	Planificación del mantenimiento.	136
4.2.4	Mantenimiento preventivo.....	140
4.2.5	Mantenimiento correctivo.....	142
4.2.6	Mantenimiento predictivo.....	144
4.2.7	Capital humano.....	146
4.2.8	Apoyo logístico.....	147
4.2.9	Recursos.....	150
4.3	Interpretación de resultados.	151
4.4	Análisis FODA.	154
5.	Conclusiones, recomendaciones y estado de la investigación.....	156
5.1	Conclusiones	156
5.2	Recomendaciones	157
5.3	Estado de la investigación.....	160
	Glosario.....	162
	Bibliografía.....	166
	Anexo A. Encuesta con opciones de respuesta	
	Anexo B. Presentación gráfica de respuestas de la encuesta	
	Anexo C. Proceso Analítico Jerárquico	
	Anexo D. Cartas de ASIPLASTIC	

Índice de Figuras

Figura 1. Alcance de la descripción y del análisis de puestos	14
Figura 2. El carácter futurista de la visión en la organización	16
Figura 3. Estructura orgánica, de acuerdo con su tamaño	19
Figura 4. Ejemplo de ubicación de las líneas de mando o autoridad.....	20
Figura 5. Ventajas y desventajas de un ERP en las organizaciones	26
Figura 6. Gráfico “Gartner Magic Quadrant” para el segmento Utility EAM.....	28
Figura 7. Modelo de gerencia estratégica de mantenimiento.....	31
Figura 8. Fases para implementar una política	33
Figura 9. Estructura centralizada	35
Figura 10. Estructura descentralizada.....	36
Figura 11. Estructura matricial	36
Figura 12. Organizaciones relacionadas con mantenimiento.....	37
Figura 13. Pilares de la SMRP.	44
Figura 14. Factores de influencia en los Indicadores de desempeño	47
Figura 15. Modelos de mantenimiento de acuerdo a la criticidad de equipos	54
Figura 16. Objetivos estratégicos de mantenimiento.....	56
Figura 17. Flujo de orden de trabajo.....	59
Figura 18. Toma de decisiones y tercerizar actividades de mantenimiento	61
Figura 19. Modalidades de la falla	76
Figura 20. Diagrama Causa y Efecto	78
Figura 21. Curva de rendimiento versus degradación	83
Figura 22. Razones por el cual abordar procesos de contratación.....	86
Figura 23. Composición del talento humano	90
Figura 24. Proceso de reclutamiento y selección de RH.....	92
Figura 25. Subsistema de retención del talento humano.....	97
Figura 26. 5"S"	99
Figura 27. Modelo de Gestión Integral de Mantenimiento (GIM).....	112

Índice de Tablas

Tabla 1. Salarios promedios sector plástico 2014, enero-noviembre 2015	4
Tabla 2. Censo de empresas dedicadas a la fabricación de productos plástico	9
Tabla 3. Detalle de empresas agremiadas a ASIPLASTIC.	9
Tabla 4. Relación entre técnicos y posiciones clave de mantenimiento.	34
Tabla 5. Relación de personal de mantenimiento por departamentos	34
Tabla 6. Indicadores por pilar del BOK SMRP.	44
Tabla 7. Listado detallado de indicadores de SMRP.	44
Tabla 8. Indicadores estándar EN 15341:2007	46
Tabla 9. Listado de indicadores de mantenimiento de la EN 15341	47
Tabla 10. Valoración de la criticidad de equipos	53
Tabla 11. Prioridades de los trabajos de mantenimiento.	74
Tabla 12. Variables utilizadas en el Mantenimiento Predictivo.	88
Tabla 13. Modelo propuesto para la evaluación de gestión de mantenimiento	113
Tabla 14. Ponderaciones de pilares e indicadores del GIM.	116
Tabla 15. Condición de la gestión del mantenimiento en base al modelo GIM.	117
Tabla 16. Resumen de resultados cuantitativos por cada indicador del modelo GIM.	118
Tabla 17. Calificación de pilares de acuerdo al Proceso Análisis Jerárquico	152
Tabla 18. Análisis FODA del sector plástico.	154

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Crecimiento del sector plástico en El Salvador.....	4
Gráfica 2. Razones del porque no se implementa un sistema de información..	130
Gráfica 3. ¿Quiénes toman decisiones en relación a los equipos?.....	131
Gráfica 4. ¿En que se basan las decisiones de las jefaturas de mantenimiento?.....	131
Gráfica 5. Reto más importante de la gestión de mantenimiento.	132
Gráfica 6. Empresas con listado de indicadores de desempeño.	133
Gráfica 7. Relación entre tipos de empresas e indicadores.....	134
Gráfica 8. Criticidad de equipos	136
Gráfica 9. Objetivos y metas en la planificación.	137
Gráfica 10. Frecuencia de actualización de planes de mantenimiento.	138
Gráfica 11. Período de anticipación de mantenimientos mayores.....	138
Gráfica 12. Mantenimiento de oportunidad.....	139
Gráfica 13. Organización de mantenimiento preventivo.....	140
Gráfica 14. Planificación de mantenimiento preventivo.	141
Gráfica 15. Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento preventivo.....	141
Gráfica 16. Programación y planificación del mantenimiento correctivo.	142
Gráfica 17. Métodos para análisis de falla.	143
Gráfica 18. Recursos, tiempos y respuestas ante fallas.....	144
Gráfica 19. Personal dedicado a mantenimiento predictivo	145
Gráfica 20. Técnicas de mantenimiento predictivo.	145
Gráfica 21. Selección, formación y retención de talento.....	146
Gráfica 22. Herramientas para la aplicación del mantenimiento autónomo.	147
Gráfica 23. Apoyo administrativo.....	148
Gráfica 24. Presupuesto de mantenimiento, en relación al general de organización.....	149
Gráfica 25. Tendencia del presupuesto de mantenimiento en los últimos cinco años.....	150
Gráfica 26. Gestión de Recursos.	151
Gráfica 27. Cumplimiento de GIM en relación la ponderación de cada pilar.....	152

Siglas

ACR	Análisis Causa Raíz.
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
AMFEC	Análisis Modal de Fallas, Efectos y Criticidad
ASI	Asociación Salvadoreña de Industriales.
ASIPLASTIC	Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico.
CEN	European Committe for Standarization.
CFA	Component Failure Analysis (Análisis de Falla de Componente).
CMMS	Computerized Maintenance Management System (Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento).
COVENIN	Comisión Venezolana de Normas Industriales.
CRP	Capacity Resource Planning (Capacidad de Planificar Recursos).
EAM	Enterprise Asset Management (Gestión de Activos Empresariales).
EIA	U.S Energy Information Administration (Administración de Información de la Energía).
ERP	Enterprise Resource Planning (Planificación de los Recursos de la Empresa).
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
FTA	Fault Tree Analysis (Análisis del Árbol de Falla).
GIM	Gestión Integral de Mantenimiento.
GMAO	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador.
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización).
ISSS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social.
KPI	Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño).
MDT	Mean Down Time (Tiempo Medio de Inactividad).
MMF	Maintenance Management Function (Función de la Gestión de Mantenimiento).
MPS	Master Production Schedule (Programación Maestra de Producción).
MRP	Material Resource Planning (Planeación de las Necesidades de Material).

MSDS	Material Safety Data Sheet (Hoja de Información de Seguridad del Material).
MTBF	Mean Time Between Failure (Tiempo Medio Entre Fallas).
MTBM	Mean Time Between Maintenance (Tiempo Medio Entre Mantenimiento).
MTTF	Mean Time To Failure (Tiempo Medio para la Falla).
MTTR	Mean Time To Repairs (Tiempo Medio Para Reparar).
NPR	Número de Ponderación del Riesgo.
OBM	Opportunity Based Maintenance (Mantenimiento Basado en Oportunidad).
OEE	Overall Efficiency Equipment (Eficiencia Total del Equipo).
OT	Orden de Trabajo.
PAJ	Proceso Jerárquico Analítico.
PIB	Producto Interno Bruto.
PMS	Performance Measurement System (Sistema de Medición de Desempeño).
RAV	Replacement Asset Value (Valor de Reposición de Activos).
RCA	Root Cause Analysis (Análisis de Causa Raíz).
RCCP	Rough Cut Capacity Planning (Planificación de la Capacidad de Producción).
RCI	Root Cause Investigation (Investigación de Causa de Raíz).
ROA	Return On Assets (Retorno en Activos).
ROI	Return Over Investment (Retorno Sobre la Inversión).
S&OP	Sales and Operations Planning (Planificación de Ventas y Operaciones).
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje.
SMPR	Society For Maintenance And Reliability Professionals (Sociedad para los profesionales del mantenimiento y la confiabilidad).
TEEP	Total Effective Equipment Performance (Rendimiento Eficaz Total del Equipo).
TPM	Total Productive Maintenance.

1. Marco referencial

1.1 Antecedentes de la investigación

La investigación nace por la necesidad de contar con un diagnóstico que permita la recolección y análisis de información, hasta ahora inexistente, sobre la **condición de la gestión de mantenimiento en las industrias del sector plástico de El Salvador.**

El sector industrial de El Salvador, representado por la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI), está formado por 23 sectores industriales y agroindustriales que juntos producen el 92% de las exportaciones del país, generando el 40% de los empleos formales y permanentes, aportando el 24% del PIB de la economía, y el 25% de los ingresos tributarios del Estado (ASI, 2016).

En El Salvador, la Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico (ASIPLASTIC), es la gremial que aglutina a 84 empresas productoras, transformadoras, recicladoras y comercializadoras de productos plásticos y equipo relacionado. Es gracias a su misión “...ser el organismo facilitador a través del cual, la Industria del plástico en El Salvador, alcance un ventajoso desarrollo y crecimiento a nivel internacional”, y parte de su interés de “apoyar en eventos de gran trascendencia dirigidos a nuestro sector” (ASIPLASTIC, 2016), han abierto sus puertas para colaborar con la investigación.

En cuanto a mantenimiento se refiere, existen diversidad de opiniones y paradigmas, dependiendo a quien se le pregunte. La definición de “Paradigma” tiene su origen en la raíz griega “Paradeigma”, significa patrón, modelo, representación, algo que está en lugar de otra cosa. Es la imagen mental sobre la forma en que son las cosas, de la realidad, provienen de los antecedentes y experiencias acumuladas. *“Todos creemos que vemos el mundo tal como es, de hecho, vemos el mundo tal como somos”* (Covey S. R., 2014).

Entonces, ¿Cuáles son algunos de los paradigmas hacia la gestión del mantenimiento en el sector industrial del plástico de El Salvador?, ¿Hay cambios en la forma como percibimos y ejecutamos el mantenimiento en los últimos 10 años?. Se parte de la realidad que existe

conciencia del impacto (bueno o malo), que tiene en los resultados de las empresas la gestión que actualmente desarrolla mantenimiento.

Deryk Anderson en su artículo “Reduciendo los costos en el mantenimiento preventivo” define desperdicio como “cualquier cosa que no agrega valor al proceso de manufactura”. Los desperdicios en mantenimiento pueden ser considerados un problema de estrategia, planificación y control. Afirma que el sobre-mantenimiento en los activos deja un rastro menos obvio de desperdicios que impactan directamente los costos directos y la rentabilidad del negocio.

En reuniones de trabajo y seminarios sobre reducción y optimización de costos, la misma pregunta se realiza esperando ser respondida; ¿Cuál es el fin de cualquier empresa?, la respuesta es la misma “hacer dinero”. Para este fin, el enfoque principal está en aumentar los volúmenes de ventas y reducir los costos de producción manteniendo la calidad.

El círculo de influencia de mantenimiento está determinado, pero no definido únicamente a la reducción de costos. En muchas organizaciones, la falta de sensibilización sobre el impacto económico de las funciones del mantenimiento en los resultados de la empresa, y la falta de un sistema de gestión sólido; tienen como resultado buscar soluciones triviales y no sostenibles en el tiempo.

Es contradictorio que en la era del “big data” donde cada vez hay más información disponible para la toma de decisiones, la realidad en las empresas es la dificultad para cuantificar y diferenciar los costos asociados al tiempo de inactividad de un activo por mantenimiento planeado o por fallas. Esto conlleva el riesgo de pensar que a toda costa el trabajo debe ser realizado en el tiempo prometido sin importar a que costo. Sin embargo, la importancia de determinar el costo de inactividad de los equipos deber ser transparente e irrefutable a partir de una metodología con capacidad de sobrevivir al escrutinio de ingenieros y financieros de la organización.

Actualmente, el mantenimiento se encuentra bajo la lupa y es responsabilidad de los gerentes de mantenimiento mostrar a la alta dirección que no debe ser visto “como un mal

necesario”, sino todo lo contrario, es una fuente potencial de ganancias a través de la planificación y programación de actividades. Y es que, proactivamente no solo es suficiente identificar las fallas potenciales en los equipos, sino enfocar los recursos para corregirlas antes que ocurran.

Dos aspectos sobre los cuales no se debe perder la perspectiva para lograr resultados en mantenimiento son “Tener definida una estrategia clara” y “La creación de valor para la empresa a través de la estrategia definida”. Aplicada al mantenimiento es “La forma en que se arreglan los tipos de mantenimiento en cada activo para acompañar la creación de valor a mediano plazo” (Barrera, 2013).

1.1.1 Antecedentes del sector plástico.

La industria plástica salvadoreña se caracteriza por su dinamismo dentro la actividad industrial, es una de las ramas con mayores encadenamientos productivos debido a que provee insumos para las Industrias de alimentos, bebidas, farmacéuticos, textil y confección, etc. Esta industria se caracteriza por adecuarse a las necesidades de sus clientes, lo cual le ha permitido mantener un ritmo de crecimiento promedio sostenido durante los últimos años.

A nivel internacional, un aspecto favorable para el sector fue la baja en el precio del petróleo, pues las materias primas que utiliza se derivan directamente de éste. Según las estimaciones de U.S Energy Information Administration (EIA) a finales de 2016 el precio se ubicará alrededor de los US\$40 por barril, por lo que este año estará marcado por precios bajos en esta materia prima.

El sector plástico representa el 2.8% de lo que produce la industria manufacturera en el país. El crecimiento del sector en 2014, fue de 7% con respecto al 2013, llegando a un monto de US\$63.5 millones de valor de su Producto Interno Bruto a precios constantes (ASI, 2016).

1.1.2 Exportaciones del sector.

En 2015, el sector exportó bienes por un valor de US\$367.9 millones, registrando un crecimiento de 3% con respecto a 2014; es decir, US\$10.7 millones adicionales, el cual se

vio afectado por la disminución en los precios finales, consecuencia de la reducción en los precios de materias primas. En la Gráfica 1, se observa el crecimiento dinámico del sector plástico durante los últimos años, especialmente de 2010 a 2012.



Gráfica 1. Crecimiento del sector plástico en El Salvador.

Fuente: Banco Central de Reserva.

1.1.3 Empleo del sector plástico.

Según la información oficial que provee el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), a noviembre 2015, el sector plástico generó en promedio 8,152 puestos de trabajo, con un crecimiento de 8.8%; es decir, 661 puestos de trabajo adicionales con respecto al mismo periodo en 2014. Es importante resaltar que al comparar el promedio anual 2014 con lo disponible a noviembre 2015, se generaron 668 empleos más.

Con datos a noviembre de 2015, el salario promedio del sector se mantuvo en US\$587.05, uno de los más altos de la industria, el cual experimentó un incremento de 17.7% en relación al salario de 2014, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Salarios promedios sector plástico 2014, enero-noviembre 2015

2014	Ene-Nov 2014	Ene-Nov 2015	Variación absoluta Ene-Nov 14/15	Variación porcentual Ene-Nov 14/15
\$499.63	\$498.78	\$587.05	\$88.27	17.7%

Fuente: Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

1.2 Planteamiento del problema

Durante los últimos cinco años, las ventas internacionales del sector plástico salvadoreño mostraron un crecimiento, en promedio, de 11% (ASI, 2015). Su capital, es en su mayoría salvadoreño y brinda una ventana para promover el desarrollo local. Siendo una industria así de importante, no se tienen referentes de la incidencia de mantenimiento en sus empresas.

1.2.1 Definición del problema.

No existe una investigación sobre la condición general de la gestión de mantenimiento del sector plástico en El Salvador.

Se pretenden responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la condición actual del mantenimiento en el sector plástico de El Salvador?
- ¿Cuál es el reto más importante que enfrenta la gestión de mantenimiento actual?
- ¿Son planificadas y programadas las tareas de mantenimiento?
- ¿Cómo se administran los recursos con los que cuenta mantenimiento tales como: equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos?
- ¿Cómo se administran los sistemas de información para la gestión de mantenimiento?
- ¿Cuáles son las variables que mejor definen la condición actual de la gestión de mantenimiento en El Salvador?

1.3 Objetivos

1.3.1 General.

Identificar la condición actual del mantenimiento en la industria del plástico, a través de un análisis descriptivo, que sirva de marco de referencia para la implementación de estrategias comunes que beneficien a las empresas.

1.3.2 Específicos.

- Establecer un marco de referencia de la gestión actual de mantenimiento que proponga estrategias para desarrollo común de las empresas del sector.
- Identificar y ponderar las variables principales para definir la gestión de mantenimiento de las empresas.
- Definir un método de evaluación para calificar la gestión de mantenimiento de las empresas del sector plástico.

1.4 Alcance de la investigación

Es una investigación cuantitativa con alcance descriptivo, realizada a través de la recopilación de información de manera independiente, sobre la condición actual de mantenimiento en un rubro específico. No tiene como objetivo analizar las causas de la condición encontrada, sino tener una línea base para implementar ideas innovadoras en un tema que es desconocido; al menos en el país.

El objeto de estudio es la condición actual de mantenimiento del sector plástico, en relación a nueve variables: Organización de la empresa, Organización de mantenimiento, Planificación de mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo, Mantenimiento predictivo, Capital humano, Apoyo logístico y Recursos.

De toda el área de manufactura del país, se elige el sector plástico debido al acelerado crecimiento que ha presentado en los últimos años. El crecimiento debe estar acompañado de una buena gestión en todos los ámbitos; la de mantenimiento no es la excepción y es el aliado perfecto con la rentabilidad de las empresas.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Censo de la población.

El censo económico más reciente realizado por el Ministerio de Economía de El Salvador fue en 2005. No se tiene información actualizada de las empresas pertenecientes del sector plástico que permita medir con certeza la población bajo estudio. A falta de información, se utiliza la base de datos de ASIPLASTIC para estimar la población del sector.

1.5.2 Participación de las empresas.

A pesar de la buena disposición de ASIPLASTIC, la investigación estuvo limitada por el interés de las empresas en responder la encuesta y participar de una entrevista. La encuesta se envió electrónicamente, a través de ASIPLASTIC, a todos sus agremiados a quienes se les invitó telefónicamente a participar posteriormente. En cuanto a la entrevista y debido a la distribución geográfica de las empresas, no fue posible realizarla a toda la muestra, sino solo a las que mostraron su apoyo en colaborar complementariamente a través de esa herramienta.

1.5.3 Confidencialidad de información.

Las empresas, respetando sus políticas de confidencialidad, no brindan información relacionada con variables sensitivas del negocio; pese a que los autores firmaron un convenio de confidencialidad con ASIPLASTIC.

1.5.4 Conocimiento.

La encuesta está dirigida a jefes y gerentes de mantenimiento. Sin embargo, quedó a discreción de cada empresa la elección de las personas para responderla y, por tanto el conocimiento asociado con el objeto de estudio.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Planteamiento.

Las empresas del sector plástico de El Salvador tienen una buena gestión de mantenimiento.

1.7 Tipo y metodología de la investigación

1.7.1 Tipo de investigación.

Es una investigación del tipo descriptivo. Ésta reseña las características de la situación del objeto de estudio. Describe los aspectos más importantes, distintivos y particulares de la actual gestión de mantenimiento en las empresas del sector plástico en El Salvador. No se indagan las razones de la condición encontrada y puede considerarse como base para otros tipos de investigación más compleja como la explicativa y correlacional.

1.7.2 Metodología de investigación.

La metodología de investigación a utilizar es la medición del cumplimiento cuantitativo de un modelo de gestión de mantenimiento propuesto por los autores y la comparación cualitativa de variables que permitan validar la información.

Básicamente, el modelo consta de nueve variables que para efectos de la investigación, se denominan pilares. Cada pilar está compuesto de indicadores para su medición. El modelo se denomina Gestión Integral de Mantenimiento (GIM) y fue desarrollado para medir la gestión de mantenimiento de las empresas.

El modelo, incluyendo sus pilares e indicadores, de manera detallada, se discute en la sección 3.1.

1.8 Instrumentos para recolección de datos

Se utilizan dos instrumentos para recopilar la información:

1.8.1 Encuesta.

Se desarrolló en base al modelo propuesto y se publicó en un portal electrónico llamado Survey Monkey utilizado para la creación de encuestas en línea. La aplicación permite diseñar y enviar encuestas a través del correo y enlaces electrónicos. El enlace se envió a todas las empresas consideradas sujetas de análisis, quienes respondieron en línea a través del portal, donde se recopiló la información (Monkey, 2016).

Survey Monkey tiene ventajas como disponibilidad para responder 7/24, personalización de encuestas y filtrado de información para análisis.

Entre el 5 de junio al 9 de julio de 2016 fue el período en que se envió la encuesta a las empresas y se recopiló la información. Se hicieron recordatorios a través de llamadas telefónicas y correos electrónicos para incrementar el número de empresas encuestadas. Al finalizar el período de recolección, se contabilizaron 21 respuestas completas.

1.8.2 Entrevistas.

Se realizaron entrevistas presenciales para validar las respuestas de los encuestados y escuchar criterios personales de la gestión de mantenimiento de sus empresas. A través de ellas se profundizó sobre juicios emitidos en las encuestas para realizar interpretaciones posteriores. Fueron 8 empresas las que abrieron sus puertas a tal ejercicio.

1.9 Población y muestra

1.9.1 Población.

Son las empresas encargadas de fabricación de plástico en El Salvador. Según el VII Censo Económico Nacional, elaborado en 2005 por el Ministerio de Economía, 89 empresas están listadas en el rubro; sin embargo, la población objeto de estudio son las incluidas en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) 2519 y 2520 del documento mencionado, que suman 84. El detalle se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Censo de empresas dedicadas a la fabricación de productos de caucho y plástico

División, grupo y clase	Descripción	Número de establecimientos
25	Fabricación de productos de caucho y plástico	89
2511	Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchado y renovación de cubiertas de caucho	5
2519	Fabricación de otros productos de caucho	7
2520	Fabricación de productos de plástico	77

Fuente: (Censos, 2005, pág. 3 de 5 (Cuadro IA))

1.9.2 Muestra.

La muestra escogida de la población abarca las 54 empresas convertidoras agremiadas en ASIPLASTIC. Sin embargo, solo se obtuvieron 21 respuestas y de éstas, 8 empresas accedieron a entrevista presencial posterior a completar la encuesta. El detalle de las empresas agremiadas a ASIPLASTIC, se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Detalle de empresas agremiadas a ASIPLASTIC.

Grupo	Número de establecimientos
Convertidoras	54
Recicladores	8
Casas representantes	29
Total	83

Fuente: Elaboración propia.

2. Marco teórico

La teoría expuesta no tiene como objetivo profundizar en cada uno de los temas evaluados y abordados en los pilares; ya que existe abundante y extraordinaria literatura al respecto. Sino, se pretende exponer la importancia del por qué los autores deciden evaluar la gestión de mantenimiento a través de ellos.

Para cada pilar e indicador se presenta el fundamento teórico que lo respalda bajo condiciones ideales. Con ello se persigue que el lector tenga una referencia de lo evaluado en cada uno y el porqué de la calificación que se le asigna a las empresas.

A continuación se presentan los nueve pilares del modelo propuesto:

2.1 Organización de la empresa

El concepto de organización para efectos prácticos; se define como un proceso que parte de la especialización y división del trabajo para agrupar y asignar funciones a unidades específicas e interrelacionadas por líneas de mando, comunicación y jerarquía, con el fin de contribuir al logro de objetivos comunes de un grupo de personas, que les permitan satisfacer distintos tipos de necesidades emocionales, espirituales, intelectuales, económicas, etc.

“En el fondo las organizaciones existen para lograr objetivos que los individuos en forma aislada no pueden alcanzar debido a sus limitaciones. Mediante las organizaciones, la limitación última para lograr muchos de los objetivos humanos no es la capacidad intelectual o la fuerza, sino la habilidad para trabajar eficientemente en equipo” (Chiavenato, 2007).

2.1.1 Planificación estratégica.

2.1.1.1 Organigrama.

Para funcionar correctamente, todas las organizaciones, independientemente de su naturaleza, campo de operación o ambos, requieren de un marco de actuación. Este marco lo constituye la estructura organizacional, que no es sino una división ordenada y

sistemática de sus unidades de trabajo con base en el objeto de su creación, traducido y concretado en estrategias.

Su representación gráfica también se conoce como organigrama, que es el método más sencillo de expresar la estructura, jerarquía e interrelación de los órganos que la componen en términos concretos y accesibles. Pese a que es un instrumento altamente utilizado, todas las organizaciones deben contar por lo menos con un organigrama general.

“El organigrama es la representación gráfica de la estructura orgánica de una institución o de una de sus áreas, en la que se muestra la composición de las unidades administrativas que la integran, sus relaciones, niveles jerárquicos, canales formales de comunicación, líneas de autoridad, supervisión y asesoría” (Chiavenato, 2007).

Algunas de las ventajas por las que toda organización debe contar con un organigrama es proporcionar una imagen formal, facilitar el conocimiento de la organización, mostrar las relaciones de jerarquía y coordinación.

2.1.1.2 Descriptivo de puestos.

Para conocer el contenido de un puesto de trabajo es necesario describirlo, es la reseña del contenido básico que consiste en enunciar las tareas o responsabilidades que lo conforman y lo hacen distinto a todos los demás que existen en la organización.

Asimismo, su descripción es la relación de las responsabilidades o tareas del puesto (lo que hace el ocupante), la periodicidad de su realización (cuándo lo hace), los métodos que se emplean para el cumplimiento de esas responsabilidades o tareas (cómo lo hace) y los objetivos (por qué lo hace).

Los descriptivos de puesto enumeran por escrito los principales aspectos significativos del puesto, obligaciones y responsabilidades adquiridas. Estas obligaciones y responsabilidades pertenecen al empleado que desempeña el puesto y proporcionan los medios con los cuales contribuyen al logro de los objetivos de una organización (Chiavenato, 2007).

Las diversas fases del trabajo constituyen el puesto completo. De este modo, un puesto “es el conjunto de todas aquellas actividades desempeñadas por una única persona, que pueden ser consideradas en un concepto unificado y que ocupan un lugar formal en el organigrama” (Chiavenato, 2007).

a. Análisis de puestos.

Una vez hecha la descripción, sigue el análisis de puestos. En otras palabras, luego de identificado el contenido (aspectos intrínsecos), se analiza el puesto en relación con los aspectos extrínsecos, es decir, en relación con los requisitos que el puesto impone a su ocupante.

Aunque íntimamente relacionados en sus propósitos y en los procesos de obtención de información, la descripción de puestos y el análisis de puestos son dos técnicas distintas. Mientras la descripción se preocupa por el contenido del puesto (qué es lo que el ocupante hace, cómo lo hace y por qué lo hace), el análisis pretende estudiar y determinar los requisitos, responsabilidades y condiciones que el puesto exige para su adecuado desempeño. Por medio del análisis, los puestos posteriormente se valoran y se clasifican para efectos de comparación.

b. La estructura del análisis de puestos.

Mientras la descripción de puestos es un simple inventario de las tareas o responsabilidades que desempeña el ocupante de éste, el análisis de puestos es la revisión comparativa de las exigencias (requisitos) que esas tareas o responsabilidades le imponen. Es decir, cuáles son los requisitos intelectuales y físicos que debe tener el ocupante para desempeñar exitosamente el puesto, cuáles son las responsabilidades que el puesto le impone y en qué condiciones debe ser desempeñado.

La Figura 1 muestra el desglose de la descripción y del análisis de puestos.

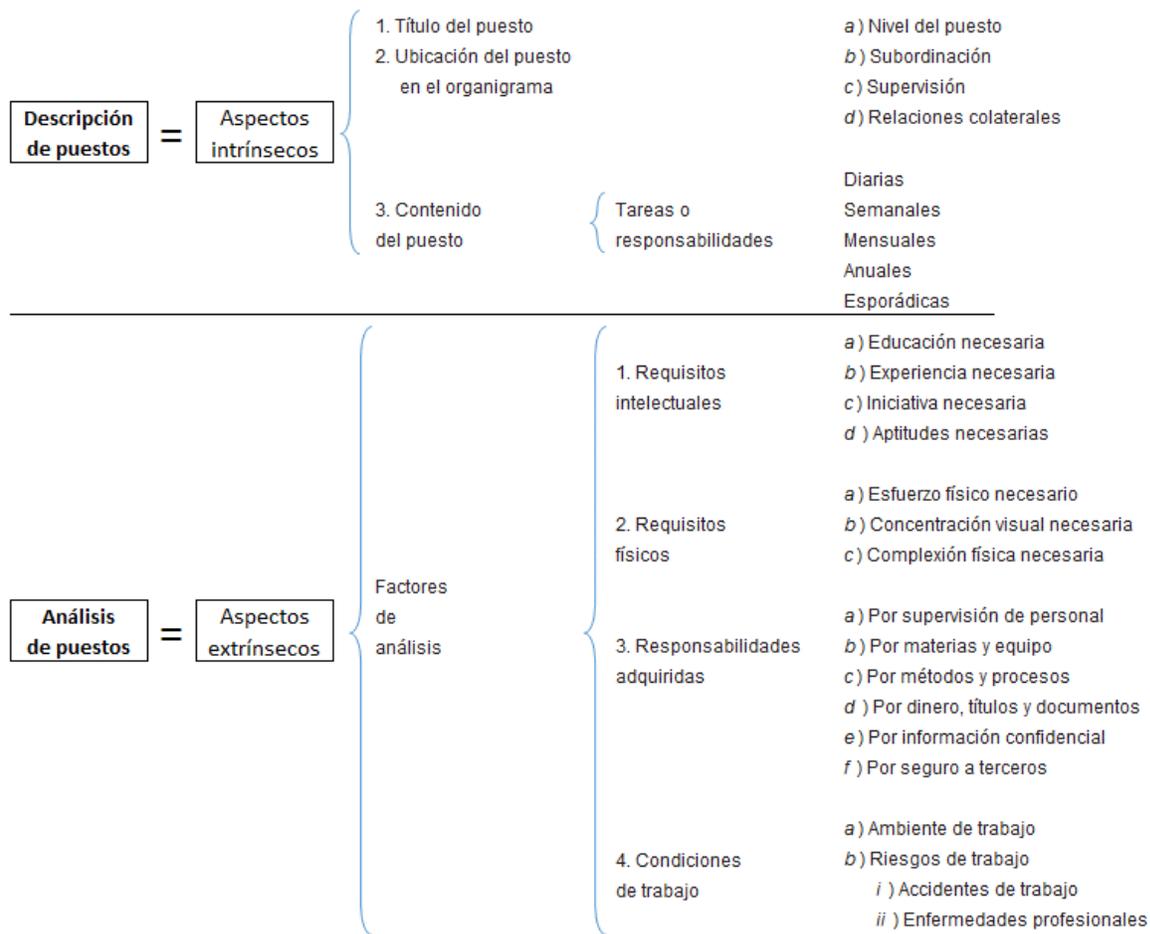


Figura 1. Alcance de la descripción y del análisis de puestos. Fuente: (Chiavenato, 2007).

2.1.1.3 Misión, visión y valores.

a. Misión.

Las organizaciones no son creadas por azar, sino que existen para hacer algo. Todas las organizaciones deben cumplir una misión. *“Misión significa un encargo que se recibe; representa la razón de ser de una organización. Significa el fin o el motivo por el que fue creada y para el que debe servir”* (Chiavenato, 2009).

Una definición de la misión de la organización debe dar respuesta a tres preguntas básicas: ¿Quiénes somos?, ¿Qué hacemos? y ¿Por qué lo hacemos?. La misión incluye los objetivos esenciales del negocio y, por lo general, tiende al exterior de la empresa, a atender las demandas de la sociedad, mercado y cliente.

Es importante conocer la misión y los objetivos esenciales de una organización, porque si las personas no saben por qué existe ni hacia dónde pretende dirigirse, jamás sabrán cuál es la mejor ruta que deben seguir. Y sin conocer la misión, no sabrán cuál es el camino para su realización.

La misión debe ser objetiva, clara, posible y, sobre todo, debe impulsar e inspirar. Debe reflejar un consenso interno y de fácil comprensión para las personas que están fuera de ella. La misión debe traducir la filosofía de la organización, la cual formulan sus fundadores o creadores en razón de sus comportamientos y acciones. Esta filosofía incluye los valores y las creencias, mismos que representan los principios básicos de la organización, que distinguen su conducta ética, su responsabilidad social y sus respuestas a las necesidades del ambiente.

En las organizaciones efectivas, la misión formal, es definida con la ayuda y participación del nivel medio y operativo. En el fondo, todos los miembros deben trabajar juntos para respaldar la misión de la organización y no sólo algunos de ellos. La misión facilita los valores que deben ser cultivados.

Cuando todos los empleados conocen la misión y los valores que orientan su trabajo, todo resulta más fácil de entender, de saber cuál es su papel y cómo contribuir de manera eficaz al éxito de la organización.

b. Visión.

Es el acto en el cual una organización se proyecta en el tiempo y espacio. Toda organización debe tener una visión en relación a los recursos que tiene a su disposición, al tipo de relaciones que desea tener con sus clientes y mercados, lo que quiere hacer para la continua satisfacción de las necesidades y los deseos de los clientes, cómo alcanzar sus objetivos, las oportunidades y desafíos que debe enfrentar, sus principales agentes, las fuerzas que la impulsan y las condiciones en las cuales opera.

La visión está dirigida al futuro y no al presente. Dada esta perspectiva, muchas organizaciones consideran que la visión es el proyecto de lo que les gustaría ser dentro de

cierto espacio de tiempo y del camino que pretenden adoptar para llegar ahí. En la Figura 2 se observa el carácter futurista de la visión en la organización.

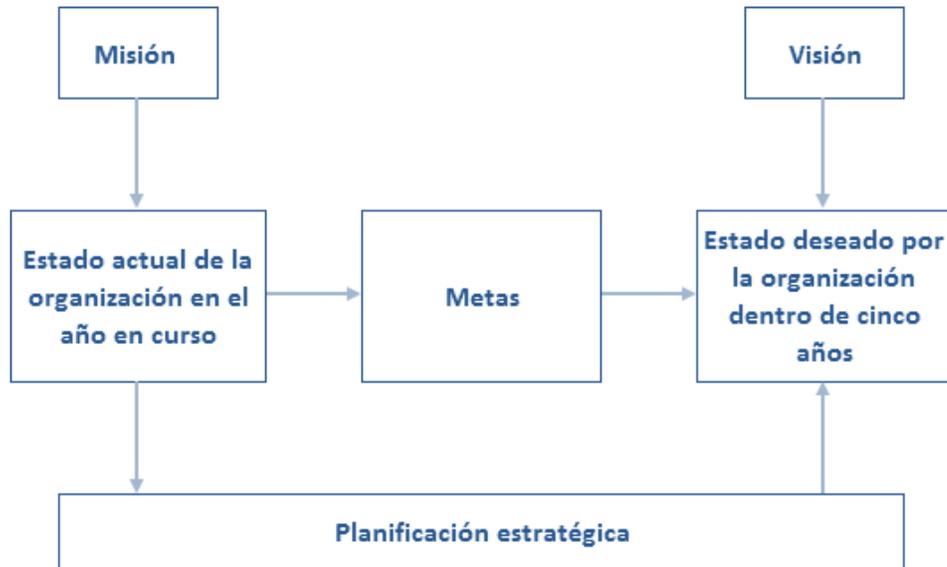


Figura 2. El carácter futurista de la visión en la organización. (Chiavenato, 2007).

c. Valores.

Los valores constituyen las creencias y las actitudes que ayudan a determinar el comportamiento individual. Las organizaciones otorgan prioridad a ciertos valores que funcionan como normas que orientan el comportamiento de las personas. En realidad, los valores que definen una organización, muchas veces difieren de lo que creen o valoran sus dirigentes en sus labores diarias.

Los valores de la organización se derivan de supuestos sobre la naturaleza humana; los cuales funcionan como el núcleo de la cultura organizacional. Estos supuestos provocan una marcada tendencia de las personas hacia el orden y funcionan como principios políticos consistentes que imprimen dirección, integridad y autodisciplina en las personas.

La cultura organizacional es importante para definir los valores que orientan a la organización y a sus miembros. Los líderes asumen un papel importante en la creación y el

sustento de la cultura organizacional por medio de sus acciones, comentarios y las visiones que adoptan.

2.1.1.4 La política de seguridad industrial y salud ocupacional.

Las políticas son guías básicas de carácter general que orientan las acciones para normar la gestión de una organización. Pueden ser internas o externas de carácter voluntario u obligatorio.

Este es el caso de El Salvador, Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de trabajo (Decreto 254) en su artículo 17 literal “a” establece:

“El Comité de Seguridad y Salud Ocupacional tendrá principalmente las siguientes funciones:

a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de la política y programa de gestión de prevención de riesgos ocupacionales de la empresa”.

(Legislativa, 2010)

Adicionalmente, el Reglamento de gestión de la prevención de riesgos en los lugares de Trabajo (Decreto 86) en el capítulo “IX” en sus artículos del 58 al 61 establece que:

“...Siendo el empleador el responsable final de las condiciones de seguridad y salud ocupacional del lugar de trabajo, deberá formular por escrito, con la participación del Comité, tal como lo establece el Art. 17, literal a) de la Ley, una política que reflejará el compromiso de la alta dirección en esta materia y que constituirá el fundamento a partir del cual se desarrollan los objetivos y los fines del sistema de gestión”.

Además, clarifica los principios, objetivos y el expreso compromiso de la organización que debe contener la política para que sea considerada válida:

a) La protección de la seguridad y salud ocupacional de todos los trabajadores, mediante la prevención de lesiones, daños, enfermedades y sucesos peligrosos relacionados con el trabajo.

- b) El cumplimiento de los requisitos legales pertinentes sobre la materia en los contratos colectivos de trabajo, en caso de existir, en el reglamento interno de trabajo y en otras fuentes del derecho del trabajo.
- c) La garantía que los trabajadores y sus representantes sean consultados y asumen una participación activa en todos los elementos de la gestión.
- d) La mejora continua del desempeño del sistema de gestión (Legislativa, 2010).

La política formulada deberá cumplir con las siguientes características, para su efectiva aplicación:

- *Ser específica para la actividad que se desempeña en el lugar de trabajo.*
- *Ser concisa y estar redactada con claridad, firmada por el empleador.*
- *Ser revisada periódicamente para adaptarse a las condiciones particulares del lugar de trabajo.*

La política se deberá dar a conocer y ser accesible a los trabajadores y sus representantes y tenerse a disposición de las autoridades con competencia en la materia (Legislativa, 2010).

Sin importar si la política es voluntaria u obligatoria, es necesario para su funcionamiento, el absoluto compromiso de la alta dirección y de todos los colaboradores en la empresa.

2.1.2 Autoridad y autonomía.

2.1.2.1 Jerarquización.

Jerarquizar es establecer líneas de autoridad (de arriba hacia abajo) a través de los distintos niveles organizacionales y delimitar la responsabilidad de cada empleado ante un solo superior inmediato. Este enfoque permite ubicar a las unidades administrativas respecto de las que se subordinan a ellas en el proceso de delegación de la autoridad.

La estructura de una organización puede integrarse con diversos niveles relacionados entre sí; es decir, las unidades administrativas deben ubicarse en una escala que permita su atención, control y supervisión, ya que a la función asignada corresponde una autoridad y

responsabilidad determinada: a mayor contacto con el público o con los bienes y servicios producidos, más baja será su ubicación en la escala, y a mayor número de tareas de planeación, más alta será la coordinación y control. En la Figura 3, se observa una estructura orgánica de una empresa.

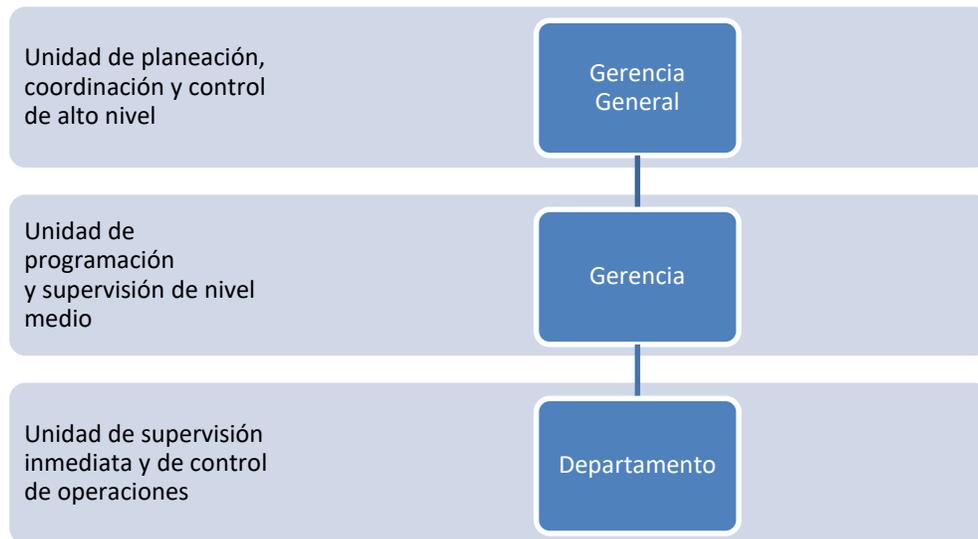


Figura 3. Estructura orgánica, de acuerdo con su tamaño. (Fincowsky, 2009).

2.1.2.2 Línea de mando.

Estas se relacionan estrechamente con la jerarquización porque simbolizan el enlace entre las unidades, según se hace referencia en la Figura 3, y constituyen el elemento estructural de los organigramas, ya que representan gráficamente la delegación de autoridad mediante niveles jerárquicos. De acuerdo con este principio, una dirección o gerencia (supervisión intermedia), debe manejar varios departamentos (unidades de supervisión inmediata), en tanto que las direcciones (regularmente en un número reducido) tienen que ser controladas por una dirección general. En la Figura 4 se observa un ejemplo de ubicación de líneas de mando.

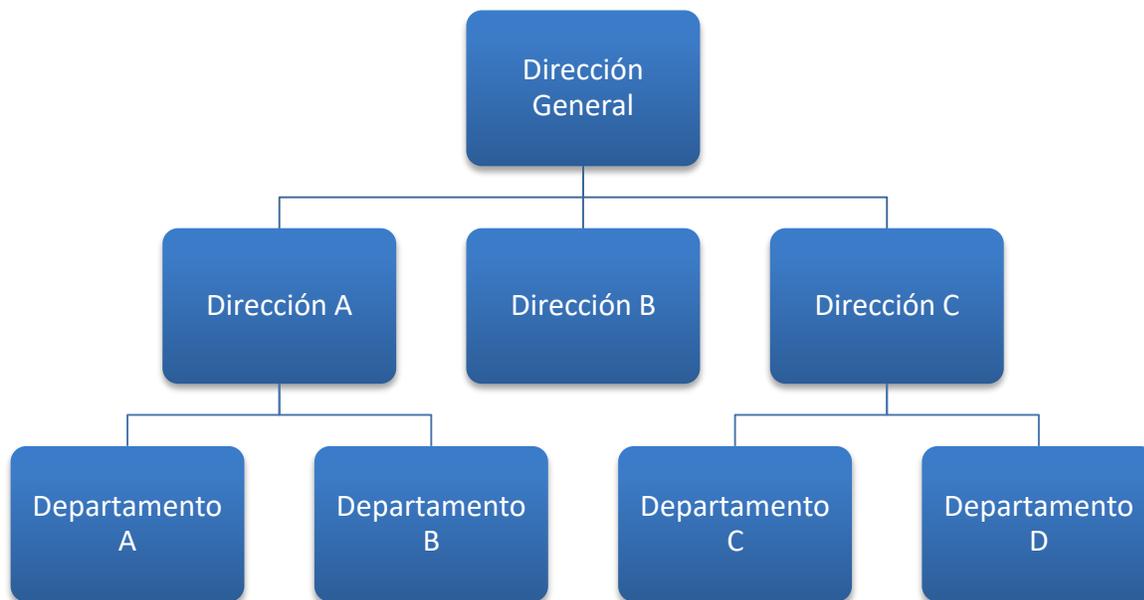


Figura 4. Ejemplo de ubicación de las líneas de mando o autoridad. (Fincowsky, 2009).

2.1.2.3 Unidad de mando.

Es conveniente que una unidad administrativa no tenga más que un solo titular, lo que evita la duplicidad de mando y posibles conflictos de autoridad.

2.1.2.4 Responsabilidad.

Es la exigencia que tiene todo individuo u órgano administrativo de cumplir las acciones encomendadas y de rendir cuentas de su ejecución a la autoridad correspondiente. La responsabilidad implica que toda unidad administrativa y sus miembros deben responder al ejercicio de la autoridad; por lo tanto, son primordiales la necesaria adecuación, el equilibrio y la correspondencia entre estos factores: no puede ejercerse ninguna autoridad sin responsabilidad, y viceversa.

2.1.2.5 Autoridad funcional.

Por lo general, este tipo de autoridad, que se basa en el conocimiento experto, se asigna a unidades que tienen a su cargo funciones de apoyo o asesoría, aunque también puede recaer en unidades de línea. Su ejercicio es el único caso en que se justifica que una unidad staff pueda girar instrucciones a una unidad de línea o en el que una unidad de línea ordene a un órgano que no depende jerárquicamente de el (Fincowsky, 2009).

2.1.2.6 Empoderamiento.

Proceso que pretende la construcción, desarrollo e incremento del poder de la organización a través de la cooperación, participación y trabajo conjunto; significa “facultar” a los empleados; es decir, liberar el conocimiento y energía del personal para que comparta información y tome decisiones eficaces en equipo, con el propósito de mejorar de manera continua la organización. Se trata de facultar, autorizar y habilitar a los trabajadores para que realmente puedan desarrollar su potencial en el trabajo.

2.1.3 Sistema de información.

John Ward (1998) define el sistema de información como *“un sistema que conecta la entrada de datos, procesamiento, e información de salida de un modo coherente y estructurado”* (Edwards, 1998).

Los sistemas de información en las organizaciones representan un recurso fundamental para impulsar su desempeño. Como parte de la mecánica que se establezca, debe identificarse la categoría de los sistemas que manejan, los cuales pueden ser (Fincowsky, 2009):

- Procesamiento de transacciones, para llevar a cabo las tareas operativas en la organización.
- Información administrativa, cuyo objetivo es apoyar las actividades, para lo cual utilizan datos relacionados con las transacciones, así como cualquier otra información generada dentro o fuera de la organización.
- Apoyo a las decisiones, que constituyen un soporte para enfrentar problemas de decisión únicos, no recurrentes. Por sus características, pueden servir para la toma de decisiones en los ámbitos individual, ejecutivo y grupal.
- Información estratégica, cuya función primordial es lograr ventajas competitivas por medio de aplicaciones de sistemas de códigos de barra y punto de venta, intercambio electrónico de datos, transferencia electrónica de fondos y comercio electrónico, entre otras.

- Personales de información, que se enfocan en incrementar la productividad de usuarios a través de hojas de cálculo, procesadores de texto, etcétera.
- Integrales de información, destinados a brindar soporte a procesos productivos tales como gestión financiera, ventas y distribución, producción, recursos humanos, sistemas de proyectos, control total de la calidad, etcétera.
- En forma complementaria, deben ajustarse las aplicaciones de los sistemas y redefinirse la configuración necesaria tanto del equipo (hardware) como de los sistemas de programación y paquetería (software).

2.1.3.1 ERP

Las siglas ERP traducida literalmente significa, "Planificación de los Recursos de la Empresa", lo que nos transmite la realidad de sus objetivos.

El Enterprise Resource Planning (ERP) es un sistema de información que consiste en un software soportado por módulos que interactúan entre sí y es un factor crucial para el acceso instantáneo a la información, ya que facilita el flujo de información dentro de la organización con los proveedores, clientes y otros actores como ventas, distribución, gestión de producción, control de inventario, gestión de la calidad, recursos humanos, gestión financiera, contabilidad y gestión de información, entre otros (Nuñez Burgos, 2016).

A pesar de los beneficios provenientes de la gestión de la información a través de la utilización de sistemas ERP, su éxito depende bastante de la fase de implementación, ya que es la parte más crítica de todo el proceso.

El éxito de la implementación de una solución ERP depende de la rapidez con la que se consigue recoger beneficios de la misma, es decir, reducir la resistencia al cambio de los usuarios y tener un ROI (Return-On-Investment) más rápidamente. Por lo tanto, la comunicación, cooperación, formación, el apoyo de los gestores y la complejidad tecnológica, son factores que están relacionados al proceso de implementación del ERP en la empresa.

Los sistemas ERP surgieron con la promesa de solucionar problemas relacionados con la obtención de informaciones integradas, con calidad y confiables para apoyar la toma de decisiones. De este modo se desarrolló en un único sistema, aportando funcionalidades que soportan las actividades de los diversos procesos de negocio de las empresas.

Estos tienen sus raíces en los sistemas MRP - "*Materials Resource Planning*" (planificación de las necesidades de material). El principio básico del MRP es el principio del cálculo de la cantidad de requisitos de artículos en base a las necesidades de los productos finales, las informaciones de las recetas del producto y su disponibilidad en inventario.

De una forma más práctica los sistemas MRP permitían gestionar y planear inventarios, explorando en busca de los productos finales a través de la planificación de una producción específica; es decir, una tabla de órdenes de pedidos y producción, incluyendo las cantidades en inventario.

Al módulo básico del cálculo de necesidades de materiales se le fueron agregando otros con funciones de la cadena de suministros, como la planificación de la capacidad de producción (RCCP- Rough cut capacity planning y CRP- Capacity resource planning), planificación de ventas y operaciones (S&OP- Sales and Operations Planning), programación de la producción (MPS - Master Production Schedule), control de compras (PUR - Purchasing), entre otros factores.

Una organización que trabaje como uno todo integrado aumenta la eficiencia operacional y mejora su rendimiento general, disminuyendo los riesgos y haciendo claras las responsabilidades (Nuñez Burgos, 2016).

Algunos de los tipos de ERP en el mercado son:

a. SAP.

Fundada en 1972 en Alemania por cinco ingenieros de IBM. Su sistema fue optimizado para gestionar los procesos de producción y gestión, logística y recursos humanos. Es considerada la mayor empresa proveedora de ERP a nivel mundial, ya que ha sido una de las pioneras en este mercado.

b. PeopleSoft.

Su imagen de marca son los módulos de gestión de recursos humanos. Actualmente, está direccionando sus productos hacia el área de servicios con control de costos.

c. Oracle.

Produce y vende aplicaciones ERP desde 1987, siendo la mayoría de sus clientes empresas conectadas a la producción y consumo de datos, siendo así un adversario directo de SAP. Curiosamente alrededor del 80% de los casos, el software de SAP opera sobre una base de datos de Oracle.

d. Microsoft.

Empresa multinacional norteamericana fundada en 1975, frecuentemente abreviada como MS. Microsoft Dynamics NAV es la línea de la Microsoft destinada a las empresas. Anteriormente conocido por su nombre de proyecto Green, sustituye a la familia de aplicaciones de Microsoft Business Solutions. Esta familia de productos incluye un variado software como Microsoft Dynamics AX [ex-Axapta], orientado a la gestión corporativa – ERP.

e. Primavera BSS.

Empresa portuguesa de software, fundada en 1993. Desarrolla y comercializa soluciones de gestión y plataformas para integración de procesos empresariales, disponiendo de soluciones para las pequeñas, medias, grandes organizaciones y administración pública.

f. Baan.

Fundada en 1978 por Jan Baan en Barneveld, Países Bajos, para prestar servicios de consultoría administrativa y financiera. Con el desarrollo de su primer paquete de software, Jan Baan y su hermano Paul Baan, se introdujeron en la industria de ERP. Baan ganó popularidad al inicio de los años noventa.

g. J.D. Edwards.

Empresa fundada en 1977 en Denver, Colorado por Jack Thompson. Tuvo éxito en la creación de un programa de contabilidad para pequeñas empresas, el Sistema/38. La compañía fue añadiendo funciones a su software de contabilidad, en 1996 desarrolló una aplicación ERP a la que llamó OneWorld. En junio de 2003, el consejo de administración de J.D. Edwards accedió a la oferta de adquisición de PeopleSoft, completándose la adquisición en julio del mismo año. OneWorld se añadió a la línea de productos de PeopleSoft.

Es importante destacar que cada empresa se especializó en un área determinada, es decir, la Baan en la producción, PeopleSoft en recursos humanos, SAP en logística y Oracle en el área financiera (Nuñez Burgos, 2016).

El resultado es un mercado extremadamente competitivo, que presenta productos con características muy semejantes y difíciles de diferenciar. Esta competitividad alienta a las empresas proveedoras a actualizar continuamente sus productos y añadir nuevas funcionalidades que puedan ser soportadas por la tecnología actual. Un cuadro comparativo con ventajas y desventajas de la implementación de un ERP, se presenta en la Figura 5.

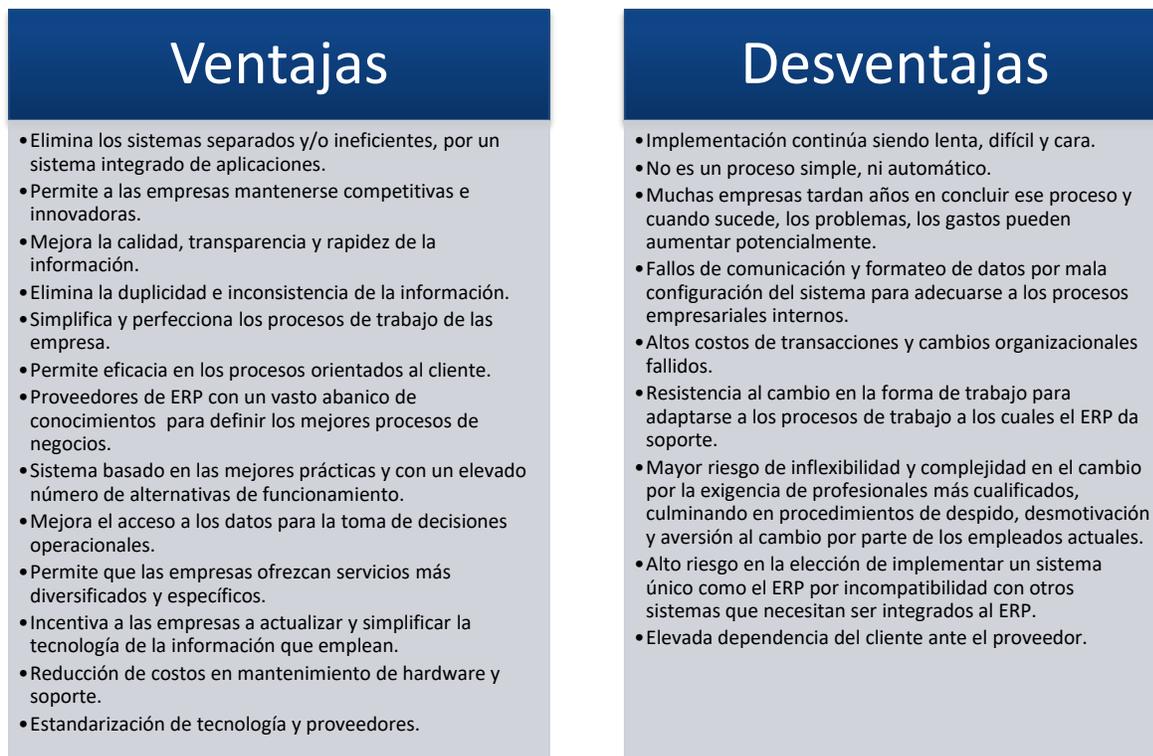


Figura 5. Ventajas y desventajas en la implementación de un ERP en las organizaciones. Adaptación propia de (Nuñez Burgos, 2016).

Cada vez más, las organizaciones buscan mejoras significativas en el rendimiento de su negocio, tales como reducción de costos, mayor calidad, mejor servicio o más eficiencia. Para eso invierten en sistemas de información cada vez más eficientes adaptados a su realidad.

El uso de la tecnología de la información como soporte para los procesos de negocio de las organizaciones creció drásticamente con el desarrollo de las tecnologías de comunicación. Es por esa razón que los ERP posibilitan presentar la información detallada de las operaciones empresariales mediante la tecnología informática permitiendo una mejor gestión.

2.1.3.2 EAM.

La gestión de activos empresariales, EAM por sus siglas en inglés (*Enterprise Asset Management*) busca gestionar el ciclo de vida de los activos de una organización,

idealmente desde la planificación de la compra hasta su retiro. Su finalidad es promover la correcta utilización de estos para maximizar su retorno económico.

Activo empresarial es todo bien que posee una empresa para el ejercicio de su negocio. En un planeta donde se calcula existen 170 billones de dólares en activos, una mínima mejora en la gestión puede significar mayores rentabilidades, menor desperdicio y un medio ambiente más limpio (BackOffice, Magazine, 2013).

a. EAM como sistema adicional al ERP.

A diferencia de los ERP que tienen la vista contable de planificación de los recursos, un EAM tiene una visión centrada en la gestión de los activos. Al concepto ERP no le importa la confiabilidad, condiciones de operación, reducción de riesgos o prevención de fallas de sus equipos. Para el ERP un equipo crítico es principalmente un número.

La utilización de una herramienta vertical de EAM permite además la correcta implementación de normativas, estándares y especificaciones mundiales como PAS 55 (ISO 55.000) que elevan el nivel de profesionalismo y demuestran una mayor preocupación por la eficiente gestión de sus activos.

Si bien muchos de los ERP de clase mundial cuentan con alguna funcionalidad en módulos para gestión de activos, incluyen solo lo básico. Esto particularmente es una de las razones por las cuales históricamente el personal técnico ha resistido la utilización de este tipo de soluciones.

A nivel tecnológico la utilización del módulo de mantenimiento de un ERP puede requerir cambios de configuración en otros módulos críticos para el negocio, tales como los módulos de compras, inventario y contabilidad. Esto puede introducir riesgos para la cadena de suministro en toda la empresa requiriendo pruebas en todos los módulos afectados en el ERP, siendo relevante cuando se requiere que todos los módulos permanezcan en la misma versión o cuando se requiere intervenir la base de datos unificada del sistema.

b. EAM en el mercado.

En la Figura 6, se muestran algunas empresas que firma consultora Gartner señala en sus estudios como participantes relevantes del mercado EAM.



Figura 6. Gráfico “Gartner Magic Quadrant” para el segmento Utility EAM. (BackOffice, Magazine, 2013).

Un EAM debe permitir:

- Mantener sus equipos críticos disponibles y funcionando.
- Alcanzar un alto grado de confiabilidad.
- Prevenir las fallas críticas.
- Planificar eficientemente paradas de planta y mantenimientos rutinarios.
- Determinar KPI que impulsen la estrategia de confiabilidad.

- Reducir los costos de mantenimiento.
- Reducir el costo del stock de repuestos al realizar compras acordes a las necesidades reales.
- Estandarizar los activos para reducir costos y tiempo de mantenimiento.
- Gestionar las rutas del personal técnico según especialidad para aumentar su efectividad.
- Detectar cuándo un equipo en garantía falla para poder gestionar su reparación y la recuperación de los gastos asociados.

2.2 Organización de mantenimiento

La organización de la empresa tiene influencia en la de mantenimiento. El compromiso de la alta dirección con la gestión de mantenimiento marca la diferencia entre considerar a éste como un grupo de personas que son llamadas para “*apagar fuegos*”, a un socio estratégico parte del equipo que genera rentabilidad.

Los hechos históricos han demostrado que la visión antigua de mantenimiento, en que solo se preocupa de las fallas que advierte producción; no están en concordancia con el pujante entorno globalizado; que constantemente exige líneas de mando enmarcadas con visión y planificación estratégica.

Julio Garrido dice en su obra *Organización y gestión integral de mantenimiento*: “Para que la organización funcione es necesario que funcionen todos sus departamentos...”. También acentúa que: “la eficiencia de una organización está determinada por el departamento que peor funcione” (Garrido, 2003). Todos los departamentos que conforman una organización deben trabajar juntos y a un mismo ritmo, siguiendo un solo plan y compartiendo la misma visión.

Mantenimiento es una función indispensable de la empresa que dentro de la cadena de valor es actividad primaria dentro de las operaciones; es decir, puede transformar el estado del sistema productivo en función de las paradas de los equipos (Garrido, 2003). El pensamiento existente que considera a mantenimiento un “mal necesario”, no reconoce que el costo de mantenimiento puede ser un factor significativo en la rentabilidad de la

organización. Para la manufactura, el costo de mantenimiento podría alcanzar entre el 2% y 10 % de los ingresos de la organización (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009).

En el libro *Organización y planificación de sistemas de mantenimiento*, Luis Martínez afirma que en países desarrollados, el mantenimiento industrial representa en promedio el 5% del valor de venta de los productos elaborados. En los países en desarrollo, representan valores más altos y con tendencia al aumento (Martinez, 2007). El Salvador, siendo un país en desarrollo, necesita prestar atención a la organización de mantenimiento para lograr la efectividad de las empresas. Por tal razón, para el modelo GIM, la organización de mantenimiento es uno de los pilares de mayor importancia.

Miguel Ruíz en su obra *Gerencia estratégica de mantenimiento*, integra tres modelos de planeación estratégica, adaptándolos a un departamento de mantenimiento. Este consta de tres fases. La primera es **Formulación estratégica**, compuesta por tres actividades fundamentales para su logro: investigación, análisis y toma de decisiones. La segunda es la **Ejecución estratégica**, se caracteriza por la acción para llevar a cabo las estrategias; consta de tres actividades: fijación de metas, de políticas y la asignación de recursos. La tercera es la **Evaluación estratégica**, es una etapa crítica en el proceso de gerencia estratégica, ya que es necesario estar permanentemente evaluando los objetivos, las metas y las estrategias a fin de tomar las acciones correctivas en forma oportuna; el éxito presente no garantiza un éxito futuro (Ruíz, 2003).

El modelo GIM integra en sus pilares parte de lo descrito por Miguel Ruiz en su modelo de gerencia estratégica de mantenimiento. Para el caso, en el pilar Organización de mantenimiento, se toman en cuenta a los indicadores en la sección 2.2.4. En la Figura 7 se observa el modelo de gerencia estratégica de mantenimiento mencionado.

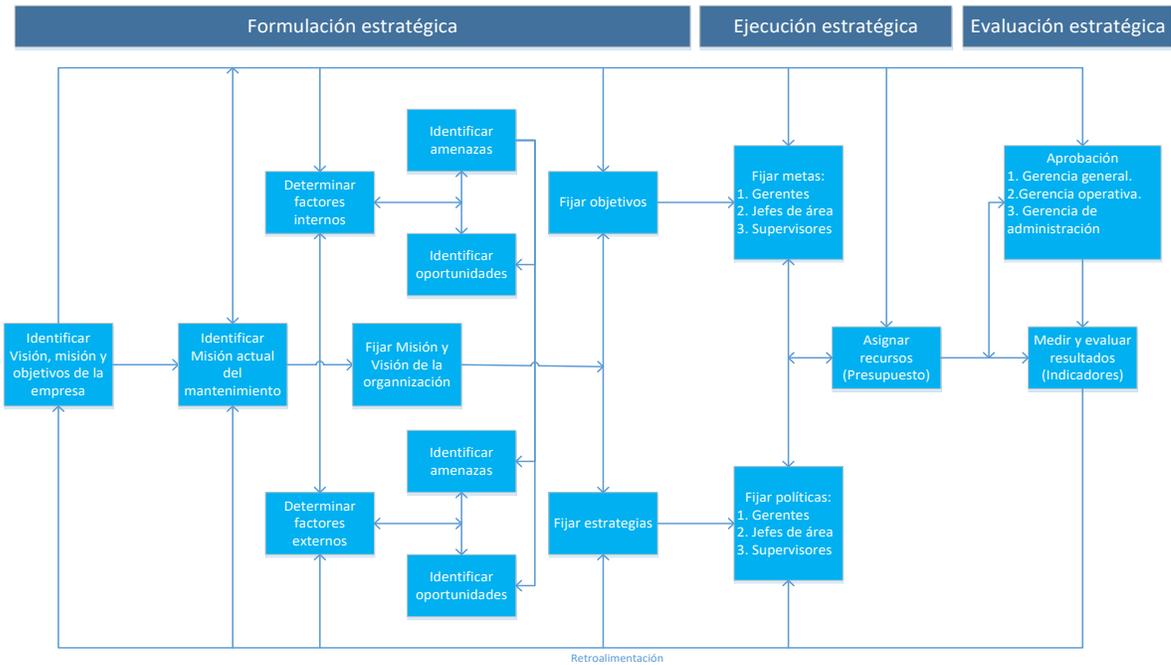


Figura 7. Modelo de gerencia estratégica de mantenimiento (Gerencia estratégica de mantenimiento. Aplicando Prospectiva y Cuadro de Mando Integral, 2003).

El modelo para la evaluación de la organización de mantenimiento que sugieren los autores, se realiza desde cuatro indicadores:

2.2.1 Estructura.

Jiménez y Milano (2006) en su libro *Planificación y gestión del mantenimiento industrial*, de una manera simple expresan la función de toda empresa: *“Independientemente de cualquier consideración ética o filosófica, el principal objetivo de cualquier equipo o sistema productivo construido por el hombre es proporcionar beneficios, mediante la realización de una cierta función requerida”* (Jiménez & Milano, 2006).

La obtención de beneficios no es parte de la suerte; sino de un proceso estructurado y detallado en una organización. Siendo la organización de mantenimiento un eslabón de toda la cadena que promueve estos beneficios, debe contar con una política conocida por cada uno de sus integrantes y una estructura definida con funciones y responsabilidades que se cumplan.

Conociendo las políticas de mantenimiento que le permiten entender la realidad del negocio, la independencia de su estructura organizacional y la relación del departamento con sus pares para resolver problemas, son parámetros que miden la robustez de la estructura para hacer frente a los retos de la gestión de mantenimiento.

2.2.1.1 Políticas.

Las políticas son directrices específicas, métodos, procedimientos, reglas, formas y prácticas administrativas establecidas para implementar estrategias y fomentar la ejecución de actividades para lograr objetivos propuestos (Jiménez & Milano, 2006). Esas directrices son el “verdadero norte” que los integrantes de las organizaciones de mantenimiento deben seguir.

Según Miguel Ruíz, son tres los tipos de políticas que corresponden a los niveles jerárquicos de una organización en general. Las **políticas empresariales** que tienen aplicación en toda la organización; si es un grupo de empresas se denominan políticas corporativas. Las **políticas divisionales** que se implementan en una división específica y la **Funcional o departamental** que se aplican a un departamento específico.

La política funcional de la organización de mantenimiento debe estar enmarcada a la realidad del negocio; no en una utopía que sirva de prueba para el cumplimiento de algún requisito de certificación, pero nunca alejada de los lineamientos de la organización. Los elementos a considerar para incluir en la política de mantenimiento son:

- Tipos de mantenimiento.
- Costos de mantenimiento.
- Disponibilidad.
- Confiabilidad.
- Manejo de repuestos.
- Gestión de trabajo

La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio así como los métodos a implementar y los medios necesarios para

alcanzarlos. En la Figura 8 se observan las diferentes fases de la puesta en marcha de una política de mantenimiento:



Figura 8. Fases para implementar una política. Fuente: (Martinez, 2007).

2.2.1.2 Estructura de mantenimiento.

La estructura de mantenimiento depende directamente del plan de operaciones de negocio y los tipos de trabajos que desarrollan (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

a. Plan de operaciones de negocios.

Los planes de operaciones determinan las necesidades que la organización de mantenimiento debe satisfacer. Por la naturaleza en la fabricación de productos plásticos, las jornadas de trabajo responden a la necesidad de trabajar de manera continua y por lotes. Dependiendo del tipo de cobertura en horarios de trabajo, la mano de obra debe ser distribuida para apoyar la operación continua y tener una planificación eficaz que aproveche ventanas de oportunidad para optimización de costos (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

b. Tipos de trabajo de mantenimiento.

Dependiendo de la robustez de las empresas y tipo de operación, serán los diferentes niveles de mantenimiento involucrados en sus políticas. Sin embargo, como mínimo, debe estar configurada para brindar cooperación y apoyo de calidad al mantenimiento preventivo y correctivo.

Ninguno de los dos factores anteriores, tiene validez si no se acompaña de un excelente equipo de fuerza laboral. En la Tabla 4 se muestra la relación de fuerza laboral entre técnicos y otros niveles de mando en un departamento de mantenimiento. Aunque no es una regla, es una buena referencia para evaluar la idoneidad de una organización, en relación a este tema.

Tabla 4. Relación entre técnicos y posiciones clave de mantenimiento.

Posición	Relación con los técnicos
Supervisores	1:10 (8 a 15)
Planeador/Programador	1:20 (12 a 30)
Ingenieros de Confiabilidad/Mantenimiento	1:40 (40 a 70)
Obrero de mantenimiento	1:40
Coordinador de mantenimiento	1:80
Compuestos	1:5

Fuente: (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

En la Tabla 5 se presenta en más detalle la necesidad de personal de mantenimiento, según el tamaño de departamento.

Tabla 5. Relación de personal de mantenimiento por departamentos.

Técnicos	Gerentes	Supervisores	Planeador/ Programador	Auxiliares	Ingeniero de confiabilidad	Gerente de control de mantenimiento	Coordinador de entrenamiento
1-8		1					
9-13		1	1				
14-19		2	1	1			
20-24	1	2	1	1			
25-29	1	3	1	1			
30-34	1	3	2	1			
35-39	1	4	2	1			
40-44	1	4	2	1			
45-49	1	5	2	1	1		
50-54	1	5	2	1	1		
55-59	1	6	3	1	1		
60-64	1	6	3	1	1	1	
65-69	1	7	3	2	1	1	
70-74	1	7	3	2	1	1	
75-79	1	8	3	2	1	1	1
80-84	1	8	3	2	2	1	1
85-89	1	9	4	2	2	1	1
90-94	1	9	4	2	2	1	1
95-99	1	10	4	2	2	1	1
100-109	1	10	4	2	2	1	1
110-119	1	11	5	2	3	1	1
120-129	1	12	5	2	3	1	1
130-139	1	13	6	2	3	1	1
140-149	1	14	6	2	3	1	1

Fuente: (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

2.2.1.3 Jerarquía.

Existen varios tipos de estructuras jerárquicas, dependiendo del tamaño de la organización y de sus políticas (Martinez, 2007). Aunque la investigación no pretende establecer un patrón específico de estructura organizativa en mantenimiento, se mencionan las típicas que responden a uno de los siguientes tipos:

a. Centralizado.

Es una estructura similar a la organización gerencial de la empresa presentada en la sección 2.1.2.2, ubicándose en el mismo nivel jerárquico de producción. Se encuentra principalmente en empresas grandes y complejas. Un ejemplo se presenta en la Figura 9.

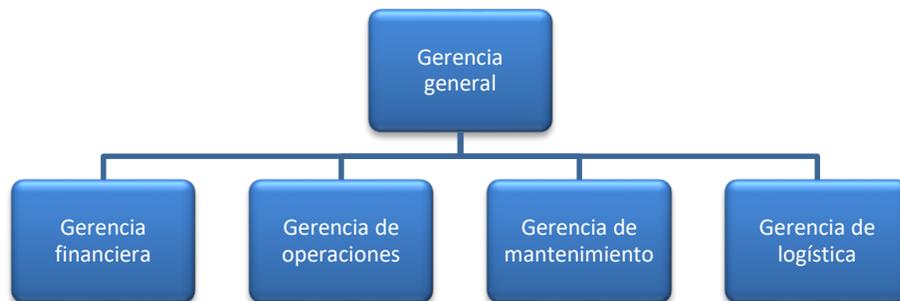


Figura 9. Estructura centralizada (Martinez, 2007, pág. 30).

b. Descentralizado.

La organización de mantenimiento se subdivide en secciones, de acuerdo a las unidades productivas. Se encuentra en aquellas empresas que poseen varias plantas con tipos de maquinarias diferentes, o cuando las plantas están distribuidas en un área geográfica extensa.

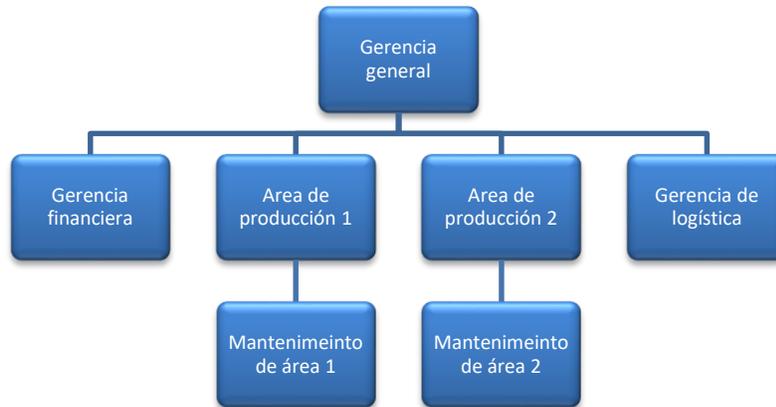


Figura 10. Estructura descentralizada (Martinez, 2007, pág. 30).

c. Mixto.

Se presenta cuando existe una organización central independiente y una serie de unidades de mantenimiento que dependen total o parcialmente de las unidades de producción.

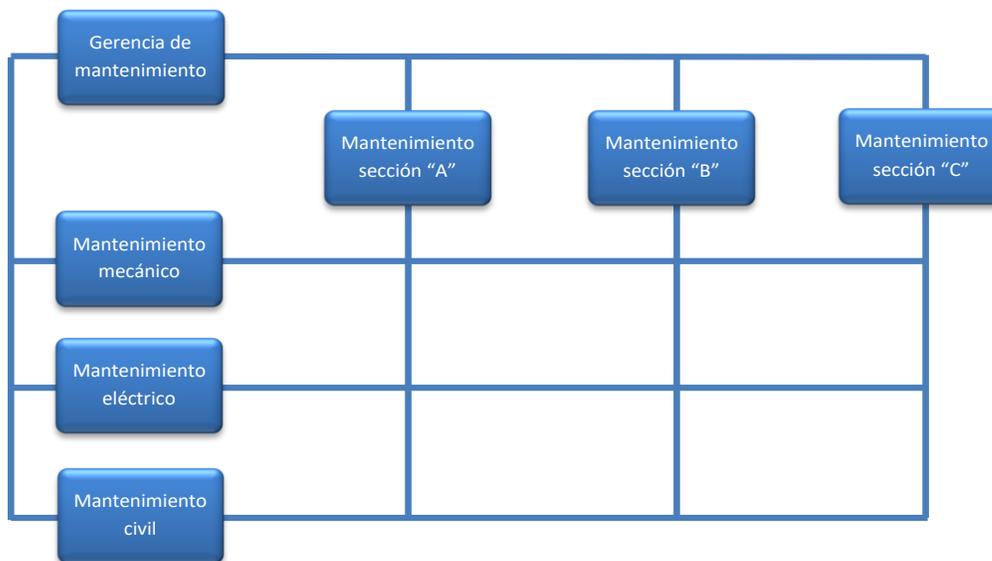


Figura 11. Estructura matricial (Martinez, 2007, pág. 31)

2.2.1.4 Relaciones interdepartamentales de mantenimiento.

Todos los departamentos dentro de una organización deben trabajar en conjunto, teniendo cada uno la visión estratégica y claros los objetivos que se persiguen. Difícilmente se alcanzarán las metas propuestas si trabajan por separado, siguiendo intereses departamentales y no corporativos. El liderazgo es fundamental para promover fuerzas de cohesión entre los diferentes actores involucrados, de tal manera que impulsen el

desarrollo de estrategias y procesos expeditos en cada departamento. La buena comunicación es primordial para lograrlo y tiene cuatro funciones principales: control, motivación, expresión emocional e información (Robbins & Judge, 2009).

Por medio de la comunicación controlan el comportamiento de sus miembros, motivan porque aclaran lo que se hace, cómo se hace y lo que debe mejorarse; brinda un medio para la expresión emocional de sentimientos y satisfacción de necesidades sociales. Por último, proporciona la información que los individuos y grupos necesitan para tomar decisiones.

La organización de mantenimiento, consciente de la importancia de su relación con todos los departamentos, debe realizar una labor conjunta para programar parada de equipos, ejecutar revisiones, autorizar reparaciones, contabilizar gastos y elaborar informes. Esta coordinación y cruce de información permite priorizar los trabajos de mantenimiento. De manera gráfica, se representa en la Figura 12, la relación de mantenimiento con otros departamentos de la organización.



Figura 12. Organizaciones relacionadas con mantenimiento (Adaptado de Jiménez & Milano, 2006)

2.2.2 Autoridad y autonomía.

Robbin y Judge definen la autoridad, en su obra *Estructura Organizacional*, como “los derechos inherentes a un puesto directivo para dar órdenes y esperar que éstas se obedezcan”. Para facilitar la coordinación, se asigna a cada puesto de dirección un lugar en la cadena de mando, y cada directivo recibe cierto grado de autoridad a fin de que cumpla con sus responsabilidades.

Por otro lado, también definen autonomía como “Al grado en que el trabajo proporciona libertad sustancial, independencia y discrecionalidad al individuo para que programe sus labores y determine los procedimientos por usar para llevarlo a cabo” (Robbins & Judge, 2009).

En el libro *Maintenance Engineering Handbook*, sus autores Mobley et all (2008), aseguran que la estructura organizativa de mantenimiento depende de establecer la división clara de autoridad con un mínimo de superposición para evitar confusión y conflicto. También de mantener las líneas verticales de autoridad lo más corto posible reduciendo capas intermedias de supervisión (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

Aunque esté definida la estructura por medio de un organigrama, no significa que la organización de mantenimiento tenga autoridad y autonomía. Dependiendo de la rigidez de la organización, la rama de cada departamento puede verse minimizada o aumentada; esto será desde la óptica de quien tiene la autoridad y poder.

2.2.3 Sistema de información.

Las exigencias a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, calidad, cambio rápido de producto, entre otros; conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que puedan ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento.

Los cambios tecnológicos cada día son más impresionantes, lo que hoy es novedad, mañana es obsoleto; éste fenómeno se observa con claridad en el mundo de la electrónica, donde existe una guerra sin cuartel entre fabricantes de software por la supremacía en el campo

de la computación (Ruíz, 2003). Esta dinámica impulsa a mantenerse a la vanguardia en los diferentes tipos de gestión; y la de mantenimiento no es la excepción.

Los sistemas de información deben tener en cuenta los siguientes criterios (Lucía, 1990):

- Los datos no constituyen en sí mismos información. Son sólo la materia prima para una información útil.
- El exceso de información suele conducir a no prestar atención a la información realmente útil.
- En general la mayor parte de los problemas a resolver proceden de una parte muy pequeña de los hechos que se producen en la organización y esto también es válido en mantenimiento.
- Aunque un dato sea necesario para múltiples finalidades, su captura debe ser única, en la medida de lo posible.
- Cada nivel de decisión, incluidos los más bajos, debe tener acceso a la información compatible con su responsabilidad de decisión.
- La información útil, retrasada en aras de su perfección, queda degradada para su finalidad pretendida.

2.2.3.1 Criterios para la informatización de la gestión del mantenimiento.

Un sistema integral de gestión de mantenimiento debe contemplar lo siguiente (Lucía, 1990):

- Información técnica de mantenimiento.
- Sistema de mantenimiento correctivo.
- Sistema de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Sistema de paradas programadas.
- Sistema de seguimiento y control de la gestión del mantenimiento.
- Interfaz con otras aplicaciones informáticas.

2.2.3.2 Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador.

Los criterios descritos en la sección 2.2.3.1 están contemplados en un software para la Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) o llamado CMMS, acrónimo de Computerized Maintenance Management System. En esencia es una herramienta que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento de una organización.

Es una base de datos que contiene información sobre la organización y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones (Gil, 2012).

La tendencia general de los departamentos de mantenimiento de las grandes industrias es hacia la informatización. Es importante resaltar las ventajas de la implementación de un GMAO y las falsas expectativas que puedan crear en los usuarios.

Los fines para los cuales se realiza esta investigación, apoya la utilización de un GMAO; sin embargo, la implementación de estos software no siempre tienen éxito. En esos casos se presumen desventajas de dicha implementación, pero analizando detenidamente, no son más que producto de una justificación y posterior implementación de falsas expectativas.

2.2.3.3 Ventajas y falsas expectativas.

a. Ventajas.

- Permite la planificación y control del mantenimiento, incluyendo las herramientas necesarias para realizar esta labor de forma sencilla.
- Suministra información procesada y tabulada de forma que pueda emplearse en la evaluación de resultados y servir de base para la correcta toma de decisiones.
- Control y gestión de la infraestructura y todos los servicios asociados a algún departamento.
- Controla la actividad de mantenimiento.

- Controla el gasto.
- Facilita la consulta de históricos.
- Facilita la obtención de indicadores.

b. Falsas expectativas.

- El sistema proporciona datos, pero no información, mucho menos interpretación.
- La adquisición del software elimina fallas.
- Una vez adquirido el software, no se cometerán errores.

2.2.3.4 Módulos del GMAO.

Un GMAO generalmente está acompañado de los siguientes módulos y herramientas:

a. Ejecución de órdenes de trabajo.

Asignación de recursos humanos, reserva de material, costos, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración del fallo y recomendaciones para acciones futuras.

b. Plan de mantenimiento.

Seguimiento de tareas de mantenimiento, creación de procedimientos, listado de materiales necesarios entre otros. Normalmente se programan procesos de mantenimiento automáticamente en relación a agendas o la lectura de diferentes parámetros.

c. Gestión de activos.

Registro referente a los equipos y propiedades de la organización, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que ayude a la gestión de mantenimiento.

d. Recursos Humanos.

Establece el control y gestión de los recursos humanos del área o servicio de mantenimiento. Pueden ser establecidos como competencias laborales necesarias versus existentes.

e. Control de Inventarios.

Gestión de repuestos, herramientas y otros materiales incluyendo la reserva para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, entre otros.

f. Identificación del trabajo.

Gestión de permisos y documentación para cumplir normativas de seguridad. Pueden incluir accesos restringidos, riesgo eléctrico o aislamiento de productos y materiales o información sobre riesgos, entre otros.

g. Compras y contrataciones.

Gestión de proveedores y todo el circuito correspondiente al departamento de administración (generación de pedidos, tramitación automática de pedidos, generación de facturas y pagos).

2.2.4 Indicadores de desempeño.

Uno de los principios para la toma adecuada de decisiones y calidad de las mismas, es fundamentarse en hechos y datos que brinden información precisa antes de la ejecución de los planes, durante y después de éstos.

El concepto general de administración implica como acciones básicas: planear, organizar, dirigir y controlar. En ese concepto, existe la tendencia a “medirlo todo” con el fin de eliminar incertidumbre, o al menos reducirla; sin embargo, la clave es saber elegir variables que resuman, lo mejor posible, la actividad que se lleva a cabo en cada área funcional (Beltrán Jaramillo, 1999).

De manera general, Beltrán Jaramillo (1999) define indicador como: *“La relación entre las variables cuantitativas y cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos e influencias esperadas. Estos pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas, etc.”* En el caso de mantenimiento, las variables que se interrelacionan son: tiempo, número de fallas, costos, número de paradas, entre otras. Las tendencias de cambio que se observan están relacionadas a los objetivos, definidos en la visión estratégica y política de mantenimiento.

“Lo que no se mide no se puede mejorar” es una frase atribuida a Peter Drucker, considerado como el padre del management. Los indicadores de desempeño en mantenimiento, tienen fundamentalmente esa misión, medir para mejorar.

De acuerdo a la norma europea EN **15341:2007** (European Standard, 2005) los indicadores se utilizan para:

- Medición de estado.
- Comparar (Benchmarking interno o externo).
- Diagnosticar (Análisis de fortalezas y debilidades).
- Identificación de metas y objetivos.
- Medición continua de cambios sobre una línea de tiempo.

Un sistema de procesamiento es aquel que convierte datos en información útil para tomar decisiones (Garrido, 2003). Cuando se dispone de un sistema GMAO, el cálculo de indicadores suele ser rápido ya que lo automatiza, generando informes diarios, con un esfuerzo mínimo. (Garrido, 2003).

Los indicadores pueden ser principales y de resultados. Los primeros indican o advierten de la condición de rendimiento anticipadamente y actúan como impulsores de éste. Los de resultados son en su mayoría financieros e indican el rendimiento después de finalizadas las actividades (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009).

Medir las cosas correctas de la manera correcta es la clave para cualquier proceso exitoso de mantenimiento y confiabilidad. Para el trabajo de investigación se consideran dos referentes de indicadores de mantenimiento:

2.2.4.1 Sociedad para los profesionales del mantenimiento y la confiabilidad (SMPR, por sus siglas en inglés).

Establece dentro de su cuerpo de conocimiento cinco pilares que aplicados de manera práctica, sostenida y equilibrada conducen a un mejor desempeño de mantenimiento y confiabilidad (SMRP, 2016). Los cinco pilares del SMRP, se muestran de manera gráfica en la Figura 13.

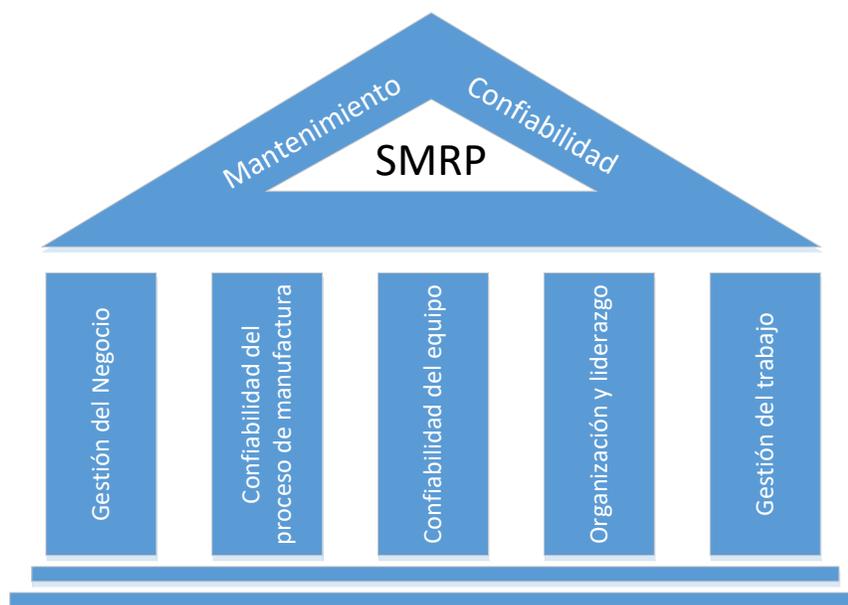


Figura 13. Pilares de la SMRP (Lárez, 2015).

Cada uno de los pilares tiene indicadores que totalizan 67, distribuidos según se muestra en Tabla 6.

Tabla 6. Indicadores por pilar del BOK SMRP.

Pilar	Tema	Indicadores
1	Gestión del negocio	4
2	Confiabilidad del proceso de manufactura	6
3	Confiabilidad del equipo	9
4	Organización y liderazgo	4
5	Gestión del trabajo	44
TOTAL		67

Fuente: (Manríquez V. D., 2016, pág. dd)

En la Tabla 7, se presenta el listado detallado de los indicadores de la SMRP de acuerdo a sus pilares:

Tabla 7. Listado detallado de indicadores de SMRP.

PILAR BoK SMRP	Métrica	Descripción
1	1.1	Relación del Valor de Reemplazo de los Activos (RAV) a la cantidad de personal
	1.3	Costo de mantenimiento por unidad producida
	1.4	Costo total de inventario (Repuestos + materiales) como porcentaje del RAV
	1.5	Costo total de mantenimiento como porcentaje del RAV
	2	2.1.1
2.1.2		Rendimiento Total Efectivo del Equipo (TEEP)
2.2		Disponibilidad

	2.3	Tiempo de operación
	2.4	Tiempo de Stand by
	2.5	Tiempo de utilización
3	3.1	Sistemas cubiertos por Análisis de Criticidad del total del sistema
	3.2	Tiempo total de parada (MDT)
	3.3	Tiempo de parada programado
	3.4	Tiempo de parada no programado
	3.5.1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)
	3.5.2	Tiempo medio para reparar o reemplazar (MTTR)
	3.5.3	Tiempo medio entre mantenimientos (MTBM)
	3.5.4	Tiempo medio de paradas
	3.5.5	Tiempo medio para fallar (MTTF)
4	4.1	Re trabajo
	4.2.1	Costo de entrenamiento en mantenimiento
	4.2.2	Horas de entrenamiento en mantenimiento
	4.2.3	ROI del entrenamiento en mantenimiento
5	5.1.1	Costo de mantenimiento correctivo
	5.1.2	Horas de mantenimiento correctivo
	5.1.3	Costo de mantenimiento preventivo
	5.1.4	Horas de mantenimiento preventivo
	5.1.5	Costo del Mantenimiento Basado en Condición (CBM)
	5.1.6	Horas del Mantenimiento Basado en Condición (CBM)
	5.1.9	Costo paradas mantenimiento
	5.3.1	Trabajo planeado
	5.3.2	Trabajo no planeado
	5.3.3	Costo real a estimado de la planificación
	5.3.4	Horas reales a estimadas de la planificación
	5.3.5	Índice de variación de la planificación
	5.3.6	Productividad del planificador
	5.4.1	Trabajo reactivo
	5.4.2	Trabajo proactivo
	5.4.3	Cumplimiento de las horas programadas
	5.4.4	Cumplimiento de Órdenes de Trabajo (OT) programadas
	5.4.5	OT no operativas
	5.4.6	Envejecimiento de la OT
	5.4.7	Ciclo de tiempo de la OT
	5.4.8	Backlog planeado
	5.4.9	Backlog listo
	5.4.11	Retraso de OT de mantenimiento, preventivo y predictivo
	5.4.12	Rendimiento del mantenimiento preventivo y predictivo
	5.4.14	Cumplimiento del mantenimiento preventivo y predictivo
	5.5.1	Relación de trabajadores a supervisor
	5.5.2	Relación de trabajadores a planificador
	5.5.3	Ratio de personal de mantenimiento directo a indirecto
	5.5.4	Costo del personal indirecto de mantenimiento
	5.5.5	Costo de empleados internos de mantenimiento
	5.5.6	Relación de trabajadores por turno
	5.5.7	Costo sobretiempo de mantenimiento
	5.5.8	Horas de sobretiempo de mantenimiento
	5.5.31	Rotación inventarios

5.5.32	Inventario gestionado por proveedores
5.5.33	Falta stock
5.5.34	Inactive Stock
5.5.35	Transacciones de almacén
5.5.36	Registros de almacén
5.5.38	Costo materiales de mantenimiento
5.5.71	Costo de contratistas
5.5.72	Horas de contratistas
5.6.1	Tiempo activo de mantenimiento
5.7.1	Horas de mejora continua

Fuente: (Manríquez V. D., 2016)

2.2.4.2 Indicadores claves de desempeño para mantenimiento de la norma europea EN 15341:2007.

Este sistema de indicadores clave de desempeño se estructura en tres grupos: Económicos, Técnicos y de Organización con el fin de cubrir todos los aspectos de mantenimiento. Cada uno de los grupos de indicadores que totalizan 71, se distribuyen, según se muestra en Tabla 8.

Tabla 8. Indicadores estándar EN 15341:2007

Grupo	Indicadores por nivel			TOTAL
	Nivel1	Nivel2	Nivel3	
Indicadores económicos	6	8	10	24
Indicadores técnicos	4	2	15	21
Indicadores organizacionales	8	2	16	26
Total	18	12	41	71

Fuente: (Manríquez V. D., 2016)

La perspectiva de la norma EN 15431, se presenta de manera gráfica en la Figura 14. En la Tabla 9 se detallan los indicadores para el cumplimiento de objetivos.

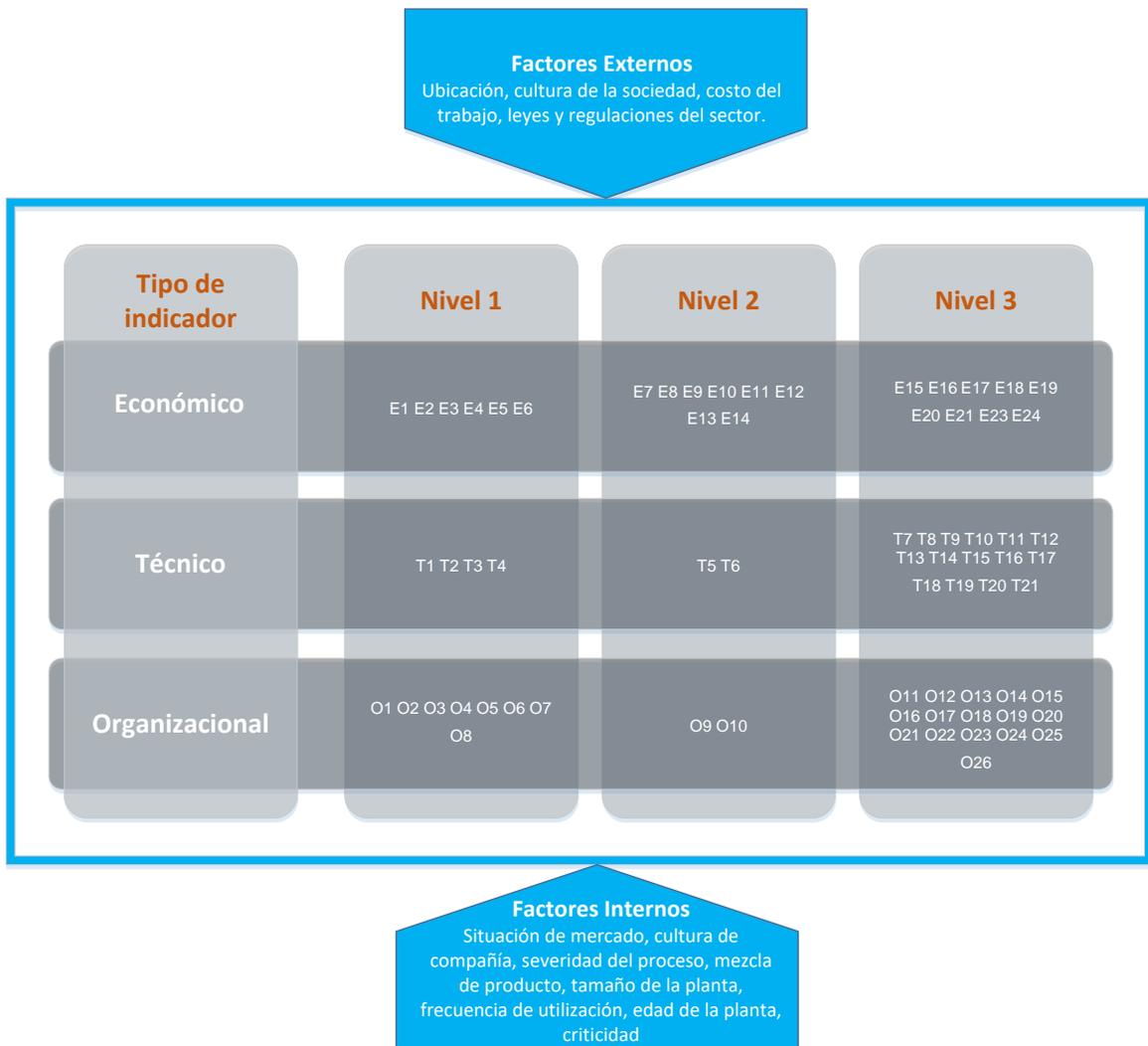


Figura 14. Factores de influencia en los Indicadores de desempeño en mantenimiento. Adaptación y traducción propia de (European Standard, 2005, pág. 5).

Tabla 9. Listado de indicadores de mantenimiento de la EN 15341 (European Standard, 2005).

Indicadores	Factores
E1	Costo Total de Mantenimiento/ Valor del Reemplazo de Activos (Valor de Reemplazo en Planta)
E2	Costo Total de Mantenimiento/ Valor agregado más Costos externos de Mantenimiento.
E3	Costo Total de Mantenimiento/ Salida de operaciones
E4	Costo Total de Mantenimiento/ Costo de transformación de Producción
E5	Costo Total de Mantenimiento + Costos de indisponibilidad relacionada a mantenimiento/ Salida de operaciones
E6	Disponibilidad relacionada a mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento

E7	Valor promedio de inventario de los materiales de mantenimiento/ Valor de reemplazo de los activos respectivos
E8	Costo total interno del personal en mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento
E9	Costo total externo del personal en mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento
E10	Costo total de contratistas/ Costo Total de Mantenimiento
E11	Costo total de materiales de mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento
E12	Costo total de materiales de mantenimiento/ Valor promedio de inventario de los materiales de mantenimiento
E13	Costos indirectos del personal de mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento
E14	Costo Total de Mantenimiento/ Total de energía utilizada
E15	Costo de mantenimiento correctivo/ Costo Total de Mantenimiento
E16	Costo de mantenimiento preventivo/ Costo Total de Mantenimiento
E17	Costo de mantenimiento basado en condición/ Costo Total de Mantenimiento
E18	Costo de mantenimiento predeterminado/ Costo Total de Mantenimiento
E19	Costo de mantenimiento de mejora/ Costo Total de Mantenimiento
E20	Costo de paros por mantenimiento/ Costo Total de Mantenimiento
E21	Costo de entrenamiento para mantenimiento/ Número de personal de mantenimiento
E22	Costo total de los contratistas mecánicos/ Costo total de los contratistas de mantenimiento
E23	Costo total de los contratistas electricista/ Costo total de los contratistas de mantenimiento
E24	Costo total de los contratistas de instrumentación/ Costo total de los contratistas de mantenimiento
T1	Tiempo total de operación/ Tiempo de paradas atribuible a mantenimiento
T2	Tiempo cumplido durante el periodo requerido/ Tiempo requerido
T3	Número de fallas debido a daño ambiental creado por mantenimiento/ Tiempo calendario
T4	Número de daño a personas debido a mantenimiento/ Tiempo calendario
T5	Tiempo total de operación/ Tiempo de paro relacionado a fallas
T6	Tiempo total de operación/ Tiempo de paro relacionado a tiempo perdido por planeación y programación de mantenimiento

T7	Tiempo de paro causado por mantenimiento preventivo/ Tiempo total de paro relacionado a mantenimiento
T8	Tiempo de paro causado por mantenimiento predeterminado/ Tiempo total de paro relacionado a mantenimiento
T9	Tiempo de paro causado por mantenimiento basado en condición/ Tiempo total de paro relacionado a mantenimiento
T10	Número de fallas causando daños a personas/ Número total de fallas
T11	Número de fallas causando daños potenciales a personas/ Número total de fallas
T12	Número de fallas causando daños a medioambiente/ Número total de fallas
T13	Número de fallas causando daños potenciales a medioambiente/ Número total de fallas
T14	Tiempo total de operación/ Número de órdenes de trabajo causando tiempos de parada
T15	Tiempo total de operación/ Número órdenes de trabajo de mantenimiento
T16	Tiempo total de operación/ Número total de fallas
T17	Número total de fallas / Valor de reemplazo de activos
T18	Número de sistemas cubiertos por análisis críticos/ Número total de sistemas
T19	Horas-hombre utilizadas en un proceso sistemático de planeación (Planeación inicial)/ Hora-hombre del personal interno de mantenimiento
T20	Tiempo de paro en producción causado por planeación y programación de mantenimiento/ Tiempo de paro requerido por planeación y programación de mantenimiento
T21	Tiempo total para restaurar/ Número total de fallas
O1	Número de personal interno de mantenimiento/ Total de empleados internos
O2	Número de personal indirecto de mantenimiento/ Número de personal interno de mantenimiento
O3	Número de personal indirecto de mantenimiento/ Número de personal directo de mantenimiento
O4	Horas-hombre del mantenimiento del operador/ Horas-hombre del total de personal directo de mantenimiento
O5	Horas-hombre de programación y planeación de mantenimiento/ Horas-hombre totales disponibles de mantenimiento
O6	Número de daños a personal de mantenimiento/ Número de personal interno de mantenimiento
O7	Horas-hombre perdidas debido a lesión al personal de mantenimiento/ Horas-hombre totales trabajadas por el personal de mantenimiento
O8	Horas-hombre internas utilizadas para mejora continua/ Horas-hombre del personal interno de mantenimiento
O9	Horas-hombre de mantenimiento del operador de producción/ Horas-hombre totales de los operadores de producción

O10	Personal directo de mantenimiento en turno/ Total de personal directo de mantenimiento
O11	Tiempo de mantenimiento correctivo inmediato/ Tiempo total de parada debido a mantenimiento
O12	Horas-hombre directas internas de mecánicos/ Horas-hombre totales del personal directo de mantenimiento interno
O13	Horas-hombre directas de eléctricos/ Horas-hombre totales del personal directo de mantenimiento interno
O14	Horas-hombre directas de instrumentación/ Horas-hombre totales del personal directo de mantenimiento interno
O15	Número de personal de mantenimiento multi-propósito/ Número de personal interno de mantenimiento
O16	Horas-hombre de mantenimiento correctivo/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O17	Horas-hombre de mantenimiento correctivo inmediato/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O18	Horas-hombre de mantenimiento correctivo/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O19	Horas-hombre de mantenimiento basado en condición/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O20	Horas-hombre de mantenimiento predeterminado/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O21	Horas-hombre del sobretiempo interno de mantenimiento/ Horas-hombre del personal de mantenimiento interno
O22	Número de órdenes de trabajo realizadas de acuerdo a lo programado/ Número total de órdenes de trabajo programadas
O23	Horas-hombre del personal de mantenimiento en entrenamiento/ Horas-hombre totales de mantenimiento
O24	Número de personal interno de mantenimiento utilizando software/ Número de personal interno directo de mantenimiento
O25	Horas-hombre totales utilizadas por personal indirecto en actividades de programación y planeación/ Horas-hombre totales programadas y planeadas para personal directo.
O26	Número de repuestos suministrados por bodega de acuerdo a lo solicitado/ Número total repuestos requeridos por mantenimiento

Fuente: (European Standard, 2005).

Los patrones para medición de indicadores presentados por SMRP y EN 15431, provienen de culturas diferentes, la americana (En base a estructura de E.E.U.U. pero aplicada en varios países de América) y europea respectivamente. Sin importar su procedencia, ambas tienen la misma finalidad. Utilizan indicadores para medir el rendimiento de la gestión de mantenimiento. El método GIM, toma de referencia los indicadores de la SMRP.

2.2.5 Criticidad de equipos.

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de éstos a los más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa (Garrido, 2003).

2.2.5.1 Clasificación de equipos.

Para diferenciar los equipos que tienen una gran influencia en los resultados de los que no la tienen, se hace uso del Análisis de Criticidad. El enfoque de criticidad de una empresa a otra puede variar; sin embargo a continuación se presenta una clasificación sugerida:

a. Equipos críticos.

Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.

b. Equipos importantes.

Aquellos cuya parada, falla o mal funcionamiento afecta la empresa, pero las consecuencias son asumibles.

c. Equipos prescindibles.

Tienen una incidencia menor en los resultados de una empresa, provocando un cambio de poca trascendencia con un bajo costo.

2.2.5.2 Criterios de clasificación de equipos críticos.

Los criterios para clasificar cada uno de los equipos en alguna de las categorías anteriores, cambia de una organización a otra. No es el mismo listado de equipos críticos para una petrolera que para una planta nuclear. Cada una de ellas elige las variables bajo las cuales considera a sus equipos críticos y la ponderación de éstas en el respectivo análisis.

La dirección de la organización debe estar de acuerdo con las variables elegidas y con las acciones que se dispongan para restablecer las condiciones de los equipos críticos, de lo contrario no se tendrá el apoyo y atención necesaria para ello.

La buena elección de equipos críticos incide directamente en la gestión de mantenimiento, y aunque las variables para evaluarlos no se pueden considerar estándar, se proponen cuatro criterios:

a. Producción.

Ante la falla de un equipo, la producción es inequívocamente afectada.

b. Calidad.

El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final; que de no cumplirse genere reclamos o demandas judiciales con repercusiones en la reputación de la organización.

c. Mantenimiento.

El equipo puede ser poco confiable, con averías caras y frecuentes; o un equipo con costos bajos de reparación.

d. Seguridad y medioambiente.

Por medio de esta variable se evalúan las consecuencias de la falla de equipos en la seguridad y medioambiente. Un fallo puede suponer un accidente muy grave para el medioambiente o personas. Es posible también que un fallo no tenga incidencia perceptible en la salud de las personas o afectación en el medio ambiente; es decir, no tenga ninguna influencia en seguridad.

En la Tabla 10 se muestra la valoración de criticidad de equipos, cuando se realizan análisis de este tipo.

Tabla 10. Valoración de la criticidad de equipos

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
Crítico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puede originar accidente muy grave ▪ Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales) ▪ Ha producido accidentes en el pasado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Su parada afecta al plan de producción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es clave para la calidad del producto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto costo de reparación en caso de falla ▪ Averías muy frecuentes. ▪ Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales)
Importante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necesita revisiones periódicas (anuales) ▪ Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afecta la producción pero es recuperable (No afecta a clientes o al plan de producción) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es el causante de un alto porcentaje de rechazos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo medio en mantenimiento
Prescindibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca influencia en seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca influencia en producción 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No afecta a la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo costo de mantenimiento

Fuente: (Garrido, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003).

La gestión de mantenimiento está íntimamente ligada con el análisis de equipos críticos. De lo contrario, existe el riesgo que se dispongan recursos a equipos que no lo necesiten y queden sin atender aquellos que son fundamentales en los procesos.

Teniendo establecidos los equipos críticos, es necesario adecuar estrategias de mantenimiento que respondan a la importancia y priorización de dicho listado. En la Figura 15 se presentan modelos de mantenimientos aplicados de acuerdo a criticidad de equipos.

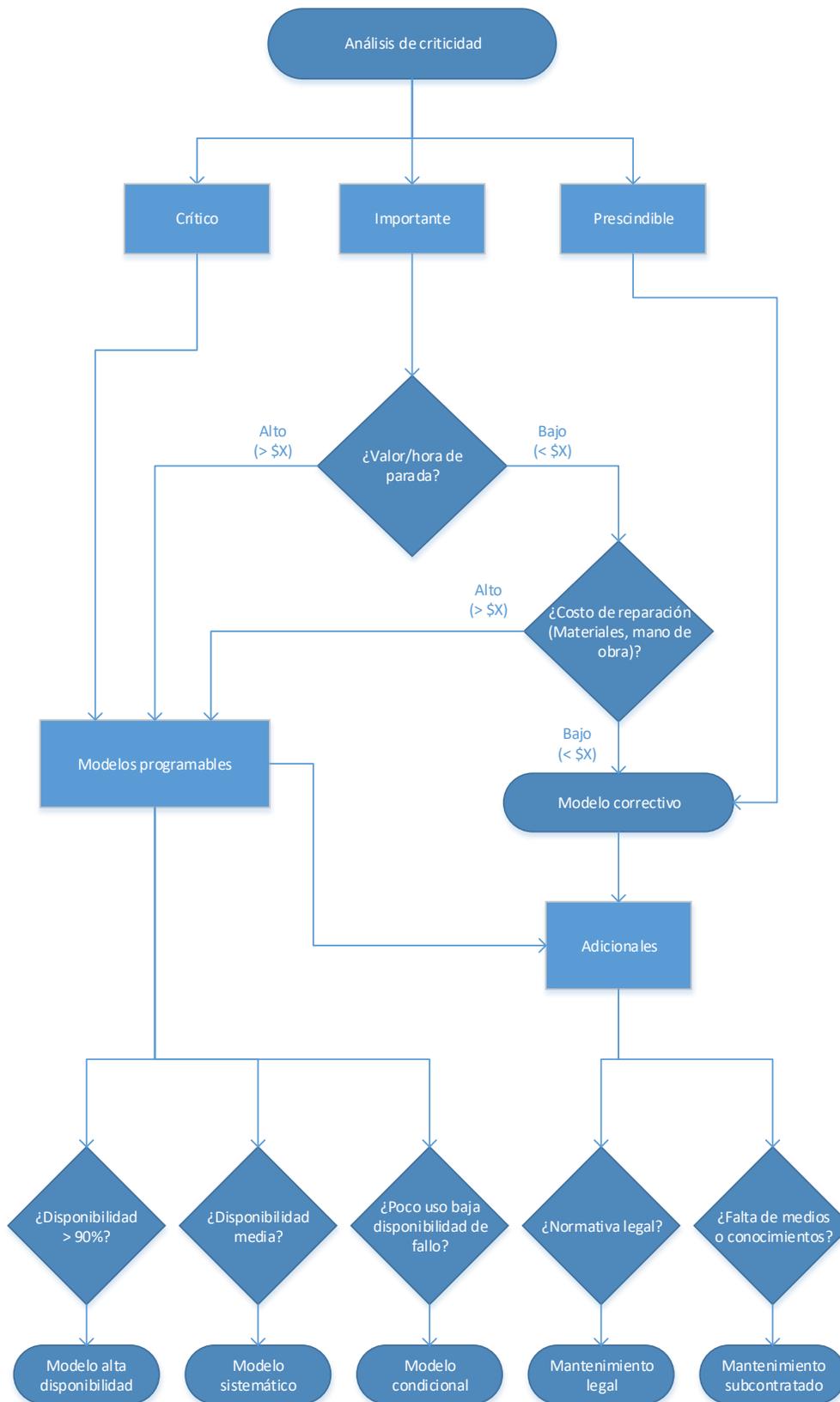


Figura 15. Modelos de mantenimiento de acuerdo a la criticidad de equipos. Fuente: (Garrido, 2003).

2.3 Planificación de mantenimiento.

Planificar es un proceso dirigido a producir un determinado estado futuro al cual se desea llegar y que no se puede conseguir a menos que previamente se emprendan las acciones precisas y adecuadas. Por tanto, planificar exigiría (Jiménez & Milano, 2006):

- Tomar decisiones anticipadamente, determinando lo que se hará y como se hará antes de la ejecución de las tareas.
- Conocimiento de la organización o unidad responsable de la ejecución, así como la adecuada comunicación y coordinación entre los distintos niveles.
- Existencia de una dirección que guíe el cambio de situaciones y tome decisiones mediante un proceso continuo y sistemático de análisis y discusión.

La planificación de mantenimiento consiste en poner al ejecutor en disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con eficiencia y según un método optimizado (Navarro, 2004). Es un proceso estructurado y sistemático, que garantiza el costo más bajo a largo plazo. La aplicación del proceso de planificación requiere un conocimiento detallado de la totalidad de activos de la organización y el entendimiento de la estrategia seguida para la atención de los mismos.

Cuando se planifican las actividades de mantenimiento hay logros que desean ser alcanzados a largo plazo. Estos son los objetivos y los pasos específicos para llegar a ellos son las metas, estableciendo directrices claras donde se aprovechen las oportunidades de ejecutar mantenimiento a equipos sin requerir tiempo de parada adicional, documentándolo adecuadamente en sus respectivas hojas de vida.

2.3.1 Objetivos y metas.

De todas las actividades asociadas con la organización de mantenimiento, la planificación y programación son las que tienen mayor efecto sobre el cumplimiento de éstas. Combinándolas con estrategias preventivas y predictivas, proveen resultados extraordinarios para hacer eficiente las operaciones.

Planeación y programación son el centro de mando desde el cual se coordinan todas las actividades de mantenimiento.

“El principal objetivo del mantenimiento es asegurar a mínimo costo que los equipos operen un porcentaje óptimo del tiempo al nivel establecido de eficiencia productiva y estén en buenas condiciones operacionales cuando sean requeridos” (Ruíz, 2003).

Los objetivos que se esperan de la ejecución de las estrategias; son los resultados esperados a largo plazo (más de dos años) que una organización de mantenimiento proyecta lograr mediante su misión; éstos deben ser cuantitativos, medibles, realistas, comprensibles, estimulantes, jerárquicos, realizables, y congruentes entre las unidades de la organización de mantenimiento. La Figura 16 presenta algunos de los objetivos estratégicos basados en un cuadro de mando integral.



Figura 16. Objetivos estratégicos de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

“Las metas en mantenimiento sirven de pauta para la acción, la motivación y la canalización de los esfuerzos, permite evaluar la eficacia de la acción y los recursos” (Ruíz, 2003).

Es importante que las metas sean medibles, cuantificables, coherentes con los objetivos, razonables, y sean retadoras pero al mismo tiempo alcanzables, deben comunicarse en forma clara a todo el personal para que sean comprendidas.

2.3.1.1 Plan de mantenimiento.

La buena gestión de mantenimiento actual involucra planes para los activos de una empresa. Éstos deben formar parte de una estrategia operativa y táctica. El objetivo de un plan de mantenimiento es conseguir la máxima disponibilidad y fiabilidad de una planta, a corto y largo plazo, y al mínimo costo posible (Moreno, 2010).

Garrido en su libro “Organización y gestión integral de mantenimiento” (2003) deja en claro una regla de oro: “...*da mejores resultados un plan de mantenimiento incompleto que se lleva a la práctica que un Plan de Mantenimiento exhaustivo y perfecto que no se realiza*”.

2.3.1.2 Revisión de los planes de mantenimiento.

El plan de mantenimiento no es algo estático, que una vez creado pueda permanecer inalterable durante meses o años; al contrario, si un plan de mantenimiento permanece inalterado durante más de 6 meses, seguramente no se está usando (Garrido, 2003).

Los responsables de mantenimiento deben mostrarse dispuestos a modificar el plan tantas veces como sea necesario. Es conveniente tener un sistema lo suficientemente ágil para permitir cambios en el plan de mantenimiento sin una burocracia excesiva. Eso sí, es necesario que el sistema permita conocer la última versión existente, evitando que puedan usarse por error planes o rutas de mantenimiento obsoletas.

2.3.2 Directrices de planificación

De acuerdo al método de evaluación propuesto (GIM), las directrices de la planificación son:

2.3.2.1 Sistema de órdenes de trabajo.

Un sistema de órdenes de trabajo proporciona una red de información que incorpora entradas y salidas para todas las distintas fases del programa de mantenimiento. Dicho sistema consta de dos partes (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009):

a. Orden de trabajo.

Luis Martínez, define la orden de trabajo como *“el instrumento fundamental, alrededor del cual se mueve la actividad de mantenimiento y motoriza las acciones, y el elemento central del flujo de información que se origina hacia y desde el sistema de mantenimiento”* (Martinez, 2007).

Santiago Garrido la define como *“el documento en el que el mando de mantenimiento informa al operario o al técnico sobre la tarea que tiene que realizar”* (Garrido, 2003).

Para K. Mobley, en su obra Maintenance Engineering Handbook, la define como un *“documento que indica a la persona de mantenimiento en lo que hay que hacer. Identifica materiales, herramientas especiales, momentos críticos, y proporciona otra información necesaria para realizar el trabajo”* (Mobley, Higgins, & Wikoff, 2008).

La orden de trabajo puede tener origen a consecuencia de una solicitud de (Martinez, 2007):

- Mantenimiento correctivo, generadas por el área de producción o mantenimiento, a causa de la aparición de fallas en algún equipo en funcionamiento o por la detección durante las inspecciones, pruebas, verificaciones, análisis de materiales, etc.
- Mantenimiento preventivo planificado y de las labores planificadas necesarias para los mismos, generado por el área de mantenimiento.
- Instalación y puesta en marcha de nuevos equipos, modificación de algún equipo o instalación existente, generada por el área de ingeniería.
- Implementación de normas, generada por el departamento de seguridad e higiene industrial.

b. Flujo de órdenes de trabajo.

A continuación se representa en la Figura 17 un flujo de la orden de trabajo adaptada de la fusión de dos fuentes bibliográficas: Ben-Daya et all (2009) y Garrido (2003).

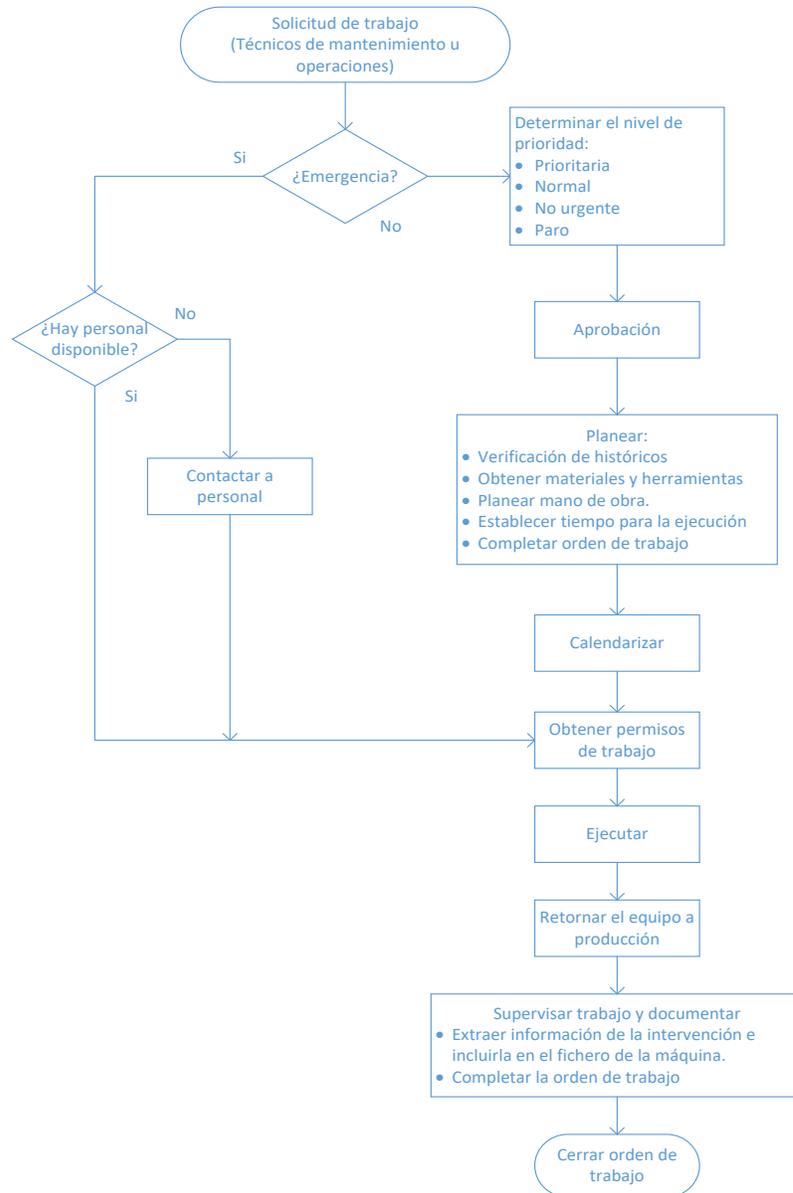


Figura 17. Flujo de orden de trabajo. Adaptación de (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009, pág. 105) y (Garrido, 2003, pág. 251)

2.3.2.2 Outsourcing (Evaluación y elección de contratistas).

Según Francisco González en su obra *“Contratación avanzada de mantenimiento”* (González, 2010): *“la necesidad imperiosa de mejorar la productividad de las empresas es la base que motiva a los empresarios a plantearse la contratación externa como fuente de mejora competitiva”*. Sin embargo, no es una decisión que debe tomarse a la ligera.

Elegir qué servicios tercerizar no es tarea fácil y requiere compromiso de la dirección en relación a su planeación estratégica. Es conveniente definir criterios de selección e idoneidad para elegir la mejor de las empresas postulantes. Es de recordar que con el outsourcing se abren las puertas de las empresas a “extraños” que de alguna manera, estarán a cargo de los activos que generan rentabilidad al negocio.

Aunque la tercerización en la mayoría de la empresas, inicia con servicios alejados del “*core bussines*” (Limpieza, seguridad, etc.), no implica que se presenten oportunidades para ceder otros íntimamente relacionados con el negocio. Oportunidades que exponen más abiertamente información sensible de las empresas a los “extraños”. Los contratos de confidencialidad son punto clave al momento de hacer contrataciones de este tipo.

A continuación, en la

Figura 18, se presenta un flujo de decisión para elegir tercerizar servicios en el área de mantenimiento.

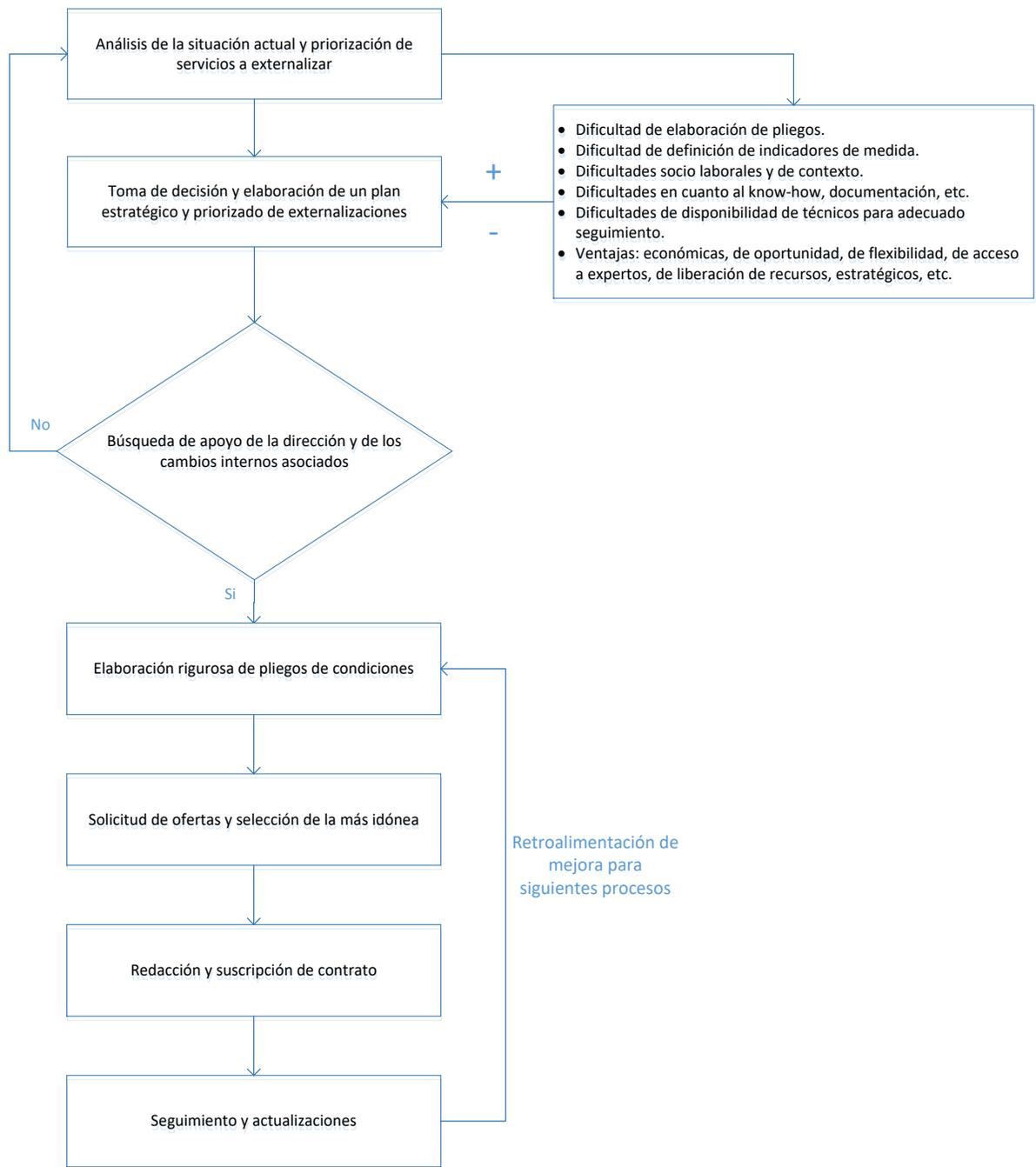


Figura 18. Pasos a seguir para la toma de decisiones y tercerizar actividades de mantenimiento. Adaptado de (La contratación del mantenimiento industrial, 2010, pág. 103).

2.3.2.3 Registro de tiempos de trabajo

Es una buena práctica tener un registro del tiempo que laboran los técnicos de mantenimiento. No solo la motivación de poseer un detalle que respalde la elaboración de

planillas, es una condicionante para hacerlo. Saber el tiempo que a los técnicos le demoran reparaciones y bajo qué condiciones, son referentes para afinar la planeación de actividades futuras en base a costos.

2.3.2.4 Planificadores.

El número de personas a cargo de la planificación es proporcional al número de personas trabajando para el departamento y para la empresa. La proporción mencionada se expresa en la Tabla 4.

2.3.2.5 Hoja de vida de los equipos.

Cada equipo al que se le proporcione mantenimiento debe poseer una carpeta con todos sus pormenores, entre los que se mencionan:

a. Estadísticas de tiempo de parada y reparación.

Es importante conocer el tiempo requerido para las reparaciones de los equipos y el tiempo de inactividad para cuantificar las pérdidas en producción y reducción de la capacidad efectiva. Es conveniente registrarlos en archivos separados por cada equipo. Los históricos sirven de base para los análisis de falla y evidenciar la efectividad de las estrategias, acciones y planes ejecutados.

Los registros estadísticos permiten, adicionalmente, comparar el comportamiento de fallas y funcionamientos de unos equipos con otros, ya sea dentro o fuera de una misma empresa (Benchmarking). Desafortunadamente los datos por sí solos no hacen nada; se requiere de iniciativas de parte de los niveles de supervisión que impulsen actividades de análisis y propuesta de soluciones.

b. Dossier técnico.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos. El alcance está en función de las necesidades concretas y la criticidad de cada equipo. Según Juan Navarro (Díaz, 2004), se distinguen tres tipos de documentos:

i. Documentos comerciales que son los utilizados para su adquisición:

- Oferta.
- Pedido.
- Bono de recepción.
- Referencias servicio post-venta.

ii. Documentos técnicos suministrados por el fabricante:

- Características de la máquina.
- Condiciones de servicio especificadas.
- Lista de repuestos e intercambiabilidad.
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos.
- Dimensiones y tolerancias de ajuste.
- Instrucciones de montaje.
- Instrucciones de funcionamiento.
- Normas de seguridad.
- Instrucciones de mantenimiento.
- Engrase.
- Lubricantes.
- Diagnóstico de averías.
- Instrucciones de reparación.
- Inspecciones y revisiones periódicas.
- Lista de útiles específicos.
- Referencias de piezas y repuestos recomendados.

iii. Fichero Interno.

Formado por documentos generados a lo largo de la vida del equipo:

- Codificación.
- Condiciones de trabajo reales.
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación.
- Fichero histórico de la máquina.

El fichero histórico de la máquina describe cronológicamente las intervenciones realizadas desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido. Este contiene:

- Fecha y número de orden de trabajo.
- Especialidad.
- Tipo de fallo.
- Número de horas de trabajo.
- Tiempo fuera de servicio.
- Datos de la intervención: Síntomas, defectos encontrados, corrección efectuada y Recomendaciones para evitar su repetición.

2.3.3 Mantenimiento de oportunidad.

Es el tipo de mantenimiento que se realiza aprovechando los períodos de inoperatividad de los equipos; con ello se evita parar las operaciones y realizar intervenciones. En inglés es conocido como OBM (Opportunity Based Maintenance) y es apropiado para sistemas de costos elevados de indisponibilidad.

En cuanto al mantenimiento de oportunidad es importante considerar los siguientes aspectos, para que sean de verdadero beneficio:

- Identificación de los eventos que pueden ser aprovechados.

Es labor del planificador, asegurarse de identificar las “ventanas” en las que se ejecute mantenimiento de oportunidad. La preparación debe ser tal que cuando la oportunidad se presente, debe iniciar los pasos para su ejecución. Éste no debe interferir con el tiempo propuesto para el arranque del equipo o de la unidad operativa a la que pertenece, de lo contrario no será de oportunidad.

- Información de las acciones a ejecutarse.

El personal operativo de producción y mantenimiento deben estar informados y preparados para ejecutar las tareas a realizar como parte de un OBM.

- Registro de tiempo invertido en mantenimiento de oportunidad.

Es conveniente tener un registro del tiempo invertido en este mantenimiento para beneficio de las operaciones, impactando positivamente en los indicadores como el MTBR y MTBF, aumentando la capacidad efectiva y disponibilidad de los equipos.

2.4 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas, programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua (Torres, 2005).

Las ventajas del mantenimiento preventivo son:

- Reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Disminución del tiempo ocioso por menos fallas imprevistas.
- Incremento del ciclo de vida del equipo o activo.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido a la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- Mejor uso del personal de mantenimiento y atención de fallas.

Las aplicaciones del mantenimiento preventivo son:

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro.
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es conocida.
- Equipos con una elevada criticidad.

2.4.1 Planificación.

La planificación del mantenimiento preventivo abarca diferentes actividades a ser consideradas para un efectivo logro de objetivos. Es a través de los factores como la

mantenibilidad y confiabilidad, entre otros, que es posible proyectar los recursos e inversiones necesarias para satisfacer las expectativas de las partes interesadas.

2.4.1.1 Factores que influyen en el mantenimiento preventivo.

Las variables más importantes para la gestión del mantenimiento son (Torres, 2005):

- **Disponibilidad:** Es la porción de tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
- **Mantenibilidad:** Capacidad (o probabilidad si se habla en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado, a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado con procedimientos y medios adecuados (ISO14224, 2006).
- **Fiabilidad:** Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar durante un periodo determinado.
- **Confiabilidad:** Capacidad de un activo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un intervalo de tiempo dado.

2.4.1.2 Instrucciones técnicas para el mantenimiento preventivo.

La gestión de mantenimiento preventivo contempla actividades, tanto de carácter administrativo como operativo, las cuales generan una cantidad apreciable de información (Martinez, 2007).

Entre las actividades de carácter administrativo están las instrucciones técnicas de mantenimiento. También se denominan instrucciones de trabajo; son documentos que recogen con detalle “cómo” se realiza cierta operación; a diferencia de los procedimientos documentados, en los que se indica “qué” es lo que se hace, quiénes son los responsables, etc. Ese “cómo” se hace, se describe a través de explicaciones detalladas en cada uno de los pasos a seguir para ejecutar cierta actividad. Estos instructivos se utilizan fundamentalmente para fines de adiestramiento, actualización del personal o instrucciones para el uso de equipos. Generalmente contienen diagramas de flujo de información, ilustraciones de los formatos o listas de verificación.

Con el establecimiento de los instructivos de trabajo se obtienen las necesidades de herramientas, repuestos, consumibles, personal, entre otras; necesarias para completar las actividades planificadas en el mantenimiento preventivo, esto permite preparar con anticipación los recursos necesarios.

2.4.1.3 Frecuencia de planificación.

El proceso de planificación puede dividirse en tres niveles básicos; a largo, mediano y corto plazo, dependiendo del horizonte de planificación (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009).

La planificación a mediano plazo del mantenimiento preventivo abarca un período de un mes a un año. En éste se especifica cómo la fuerza de mantenimiento opera y ofrece los detalles para grandes reparaciones, planes de mantenimiento preventivo, paradas de planta, y la planificación de las vacaciones del personal. Dicho plan equilibra la necesidad de mano de obra durante el período cubierto y determina las piezas de repuesto necesarias y la adquisición de materiales.

La planificación de mediano plazo se apoya en la utilización de las técnicas de predicción, para estimar la carga de mantenimiento; en los tiempos estándar de trabajo, para estimar las necesidades de personal; y en instrumentos de planificación, como la programación lineal para determinar los requerimientos óptimos de recursos.

Por otro lado, la planificación a corto plazo se refiere a los períodos de un día a una semana. Se enfoca en la determinación de todos los elementos requeridos para realizar tareas rutinarias con antelación. La planificación de corto plazo en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso por el cual todos los elementos necesarios para realizar una tarea se determinan y preparan antes de iniciar la ejecución del trabajo.

La frecuencia de los planes de mantenimiento preventivo a largo plazo debe analizarse en conjunto con áreas como producción, planificación, ingeniería, comercial, finanzas y la alta gerencia, para definir un horizonte que identifique las necesidades de los clientes, el

comportamiento del mercado y necesidades de inversión para asegurar la disponibilidad de los equipos de manera sostenida por largos períodos de tiempo.

2.4.2 Programación.

La programación del mantenimiento es el proceso por medio del cual los trabajos se hacen coincidir con los recursos para ser ejecutados en determinados momentos. Por lo general, la programación se ajusta con las actividades planificadas a corto plazo para utilizar los recursos disponibles (planificados) de manera que se consigan los objetivos esperados.

El programa de mantenimiento, al igual que la planificación se puede preparar en tres niveles o alcances: mediano plazo o programa maestro, para cubrir un período de tres meses a un año; programación semanal y diaria.

La programación a mediano plazo se basa en las órdenes de trabajo de mantenimiento existentes, incluyendo las abiertas y de emergencia. Se debe equilibrar la demanda de los trabajos de mantenimiento a largo plazo con la mano de obra disponible. Sobre este horizonte, las necesidades de piezas de repuesto y materiales deberán ser identificadas y clasificadas por adelantado, revisadas y actualizadas para reflejar los cambios en los planes de los trabajos de mantenimiento ejecutados.

El programa de mantenimiento semanal se genera a partir de la planificación a mediano plazo y tiene en cuenta la programación de las operaciones actuales y los costos. La programación semanal debe permitir que alrededor del 10-15% del personal de mantenimiento esté disponible para trabajos de emergencia. El planificador debe proporcionar la programación de la semana en curso y la siguiente, teniendo en consideración los trabajos retrasados. Las órdenes de trabajo que están programadas para la semana en curso se ordenan según la prioridad. Generalmente, en la pequeña y mediana empresa, la programación se lleva a cabo sobre la base de reglas empíricas y experiencia.

La programación diaria se genera a partir de la planificación semanal y por lo general se prepara el día anterior. Esta programación con frecuencia es interrumpida para realizar el

mantenimiento de emergencia. Las prioridades establecidas se utilizan para programar los trabajos.

Disponer de un conjunto de actividades de mantenimiento programadas para llevarse a cabo en un determinado período de tiempo, es lo que el proceso de programación persigue, con la correcta distribución del personal, en el equipo adecuado para satisfacer los requisitos previstos en términos de tiempo y calidad.

2.4.2.1 Disposición de equipos para mantenimiento preventivo.

La alta dirección debe estar consiente que la eficiencia del mantenimiento es un factor que puede afectar a la rentabilidad de todo el negocio. Se busca un equilibrio entre el logro de resultados y la capacidad de producción; es decir, los medios con que se generan los ingresos. Ya lo mencionaba Stephen Covey, en su libro “Los 7 hábitos de las personas altamente efectivas”, “...En nuestra búsqueda de resultados o beneficios rápidos, a menudo provocamos el deterioro de un bien físicopreciado...”, por esa razón, a pesar que a menudo hacer el mantenimiento de los equipos es considerado un gasto, un enfoque más positivo lo verá como un centro de beneficios. Esta visión desde la alta dirección pasará a sus colaboradores (sean mecánicos u operarios) beneficiando directamente en los resultados.

Poner a disposición los equipos para que reciban su respectivo mantenimiento evitará los altos costos por fallas imprevistas, pérdidas de materia prima, productividad y capacidad instalada, productividad del personal mientras se realizan las reparaciones, rechazo de productos por mala calidad, producción perdida durante la reparación, disminución en las ventas e incumplimientos en fechas de entrega, que indudablemente conllevan a perder la imagen de la empresa con consecuencias desastrosas a mediano y largo plazo.

2.4.2.2 Personal exclusivo para mantenimiento preventivo.

Las fallas urgentes son prioritarias frente a cualquier otro trabajo. Es decir que en determinadas circunstancias la ejecución del manteniendo preventivo puede verse afectado sí el mismo personal que realiza el mantenimiento correctivo o de emergencia, es el mismo que realiza el preventivo. Un buen organigrama de mantenimiento debería tener

separadas estas funciones, para asegurar que las fallas no afectarán la realización del mantenimiento preventivo.

El personal de mantenimiento preventivo tiene características que lo hacen importante en la empresa sobre otras áreas, muchas veces el reclutamiento de un técnico de mantenimiento especializado, formado, capacitado y con experiencia en las tareas de mantenimiento para máquinas específicas, se vuelve casi imposible, por lo que debe poseer un mayor nivel de competencia entre compañeros de otros departamentos.

2.4.2.3 Cumplimiento del mantenimiento preventivo.

Determina la proporción del tiempo total de mantenimiento dedicado a acciones de mantenimiento preventivo y refleja la efectividad del proceso de programación del trabajo. Este indicador es típicamente calculado y reportado diaria o semanalmente; es usado por la gerencia de mantenimiento para identificar oportunidades de mejora de la eficiencia.

El programador revisa los paquetes de trabajo planeado, los cuales incluyen el alcance escrito, plan de trabajo, requerimientos de personal, permisos requeridos, herramientas especiales, equipo (Plataformas de trabajo, grúas, elevadores, entre otras) y repuestos disponibles. Esta información es comparada con el programa de producción y el personal disponible para determinar el tiempo óptimo de programar el trabajo.

Todo trabajo ejecutado que no está planeado es trabajo no programado. Esta métrica es un indicador secundario de la efectividad del planeamiento, trabajo reactivo y efectividad del personal. El mejor valor en su clase es mayor al 90% de acuerdo al SMRP 5.4.3. (Manríquez V. D., 2015).

2.4.3 Calidad en el mantenimiento preventivo.

La calidad en mantenimiento se refiere a obtener la máxima disponibilidad de los equipos al mínimo costo. Dividiendo este ambicioso objetivo en pequeñas metas, es notorio que máxima disponibilidad al mínimo costo significa, entre otras cosas disponer de (Garrido, 2003, pág. 204):

- Suficiente mano de obra.

- Mano de obra calificada.
- Herramientas adecuadas.
- Materiales y repuestos que cumplan los requisitos para el mantenimiento.
- Repuestos adecuados para el cumplimiento de las tareas de mantenimiento.
- Métodos de planificación adecuados y modernos para la programación de tareas.
- Una estrategia de planificación y programación de las actividades de mantenimiento, alineados con las distintas partes de las empresas.
- Reparaciones confiables.
- Equipos sin paradas como consecuencia de averías o intervenciones programadas.
- Información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que permita tomar decisiones.

2.5 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Obliga a un riguroso conocimiento del equipo y las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas que lo originan (Pinilla, 2011). Afecta cuando surge de imprevisto ya que la falla debe contrarrestarse por medio de la reparación, provisional o definitiva de manera inmediata.

Una vez se presenta la falla, se debe tener el apoyo necesario para solventarla y dependiendo de la prioridad de los equipos involucrados. Sin embargo, registrando y analizando fallas son las acciones que tienen valor agregado para evitar su recurrencia.

2.5.1 Soporte.

Desde la perspectiva del modelo GIM, el soporte que se le brinde a la ejecución del mantenimiento correctivo es fundamental. No solo para minimizar el tiempo de indisponibilidad de los equipos sino también para la efectiva reparación de éstos. Teniendo registro de la aparición de fallas para su posterior análisis y manteniendo convenios de cooperación con los fabricantes para reparaciones oportunas son importantes, por lo que se discuten a continuación.

2.5.1.1 Registro de aparición de falla.

El análisis de fallas tiene como objetivo determinar las causas que provocan las averías, sobre todo aquellas repetitivas y de alto costo, para adoptar medidas correctivas que las eviten. La mejora de los resultados de mantenimiento depende del estudio de incidentes que ocurren y de las soluciones generadas en sus investigaciones, encontrando la verdadera causa raíz. No obstante, para analizarlas es necesario primero recolectar la información. Se deben recolectar tantos datos objetivos como sea posible; de los cuales se proponen los siguientes:

- Relato de las actividades que se realizaron antes, durante y después del fallo, incluyendo hora y fecha.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones operativas en las cuales falló el equipo.
- Histórico de los últimos mantenimientos preventivos ejecutados.
- Histórico de los últimos fallos y acciones tomadas.
- Intervenciones realizadas por operaciones.
- Listado de repuestos instalados en el equipo en las últimas intervenciones.

Un método para recopilar información efectivo, es utilizar el GMAO, tal como se describió en la sección 2.2.3.3.

2.5.1.2 Soporte de los fabricantes y contratistas.

El soporte de los fabricantes y contratistas para acciones correctivas, es una acción a contemplarse en los contratos o compras de equipos. Mientras se hacen negociaciones para la adquisición de nuevos equipos es fundamental dejar claro el tipo de apoyo y por cuánto tiempo lo brindarán. Entre las actividades sugeridas a considerar en estos casos están:

- Definir el tipo de soporte técnico a realizarse a las maquinas por parte de los fabricantes o contratistas.
- Definir las garantías de los equipos ante acciones correctivas.

- Definir por parte del fabricante y contratista un manual de posibles escenarios de las acciones correctivas a ejecutarse en los equipos.
- Establecer el índice de disponibilidad y mantenibilidad del equipo.

2.5.2 Priorización.

Distinguir cuando dejar de lado los trabajos de planeación rutinaria para solventar los problemas o fallas que se presentan, dependen de las estrategias de programación y priorización que se tengan establecidas.

2.5.2.1 Programación del mantenimiento correctivo (Planeado).

Siendo un mantenimiento correctivo será difícil contar con toda una logística que permita planear y programar a detalle las actividades a ejecutar. No todas las fallas tienen como consecuencia atenderlas de inmediato. Dependiendo de la criticidad del equipo y del proceso al que pertenecen, podrá planearse y programarse su intervención para obtener mejores resultados.

La organización de mantenimiento consciente de la existencia de ese tipo de escenarios, está obligada a respaldarse para intervenir en reparaciones de esa índole, teniendo a disposición el personal entrenado y herramientas adecuadas para ejecutarlo. En todo caso, contar con los contactos necesarios para que realicen las tareas cuando internamente no se cuente con los recursos para hacerlo.

2.5.2.2 Priorización de las actividades correctivas.

La priorización de trabajos tiene impacto en la programación del mantenimiento. Se establecen prioridades para asegurar que el trabajo más importante y necesario esté previsto como primera instancia. Las fallas difícilmente se anuncian, aparecen sin avisar en días ordinarios en que se tiene un plan de trabajo establecido y al que se le da cumplimiento, pero al momento que ocurren es necesario atenderlas y con ello romper el esquema que se ejecutaba en ese momento.

Personal de mantenimiento y producción deben acordar la estrategia para atacar fallas en el momento, dejando de lado lo planeado y de menor importancia, para atacar lo inmediato y más importante.

La priorización de los trabajos de mantenimiento debe ser dinámica y actualizada periódicamente para reflejar los cambios en las estrategias de operación o mantenimiento.

En la Tabla 11, se muestra un ejemplo de la respuesta de mantenimiento ante fallas:

Tabla 11. Prioridades de los trabajos de mantenimiento.

Categoría	Tiempo para iniciar	Tipo de trabajo
Emergencia	Los trabajos deben iniciarse inmediatamente.	El trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el medio ambiente, la calidad o un paro en la operación (Manteniendo correctivo)
Urgente	El trabajo debe inicializarse al menos en 24 horas.	El trabajo pueda tener un impacto en la seguridad, el medio ambiente, la calidad o parar la operación (Manteniendo Correctivo o Inspección).
Normal	El trabajo debe inicializarse al menos en 48 horas.	Trabajos que pueda afectar a la producción dentro de una semana.
Programado	Como este planificado	El mantenimiento preventivo y rutinario. Todo el trabajo programado
Pospuesto	El trabajo debe comenzar cuando están disponibles los recursos o en periodo de inactividad de la máquina.	El trabajo no tiene un impacto inmediato en la seguridad, salud, medio ambiente u operaciones.

Fuente: (Duffuaa, 1998).

2.5.3 Registro.

Es necesario contar con procedimiento para recopilar la información sobre las fallas que se presentan y tener registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.

2.5.3.1 Procedimiento para recopilar acciones correctivas.

Como complemento a lo expresado en la sección 2.5.1.1, es necesario estandarizar la metodología para recopilar la información de las fallas, a través de formatos conocidos por los involucrados en realizar los levantamientos de datos.

El objetivo de estandarizar, es que las personas que registren datos lo hagan de la misma manera siempre, sin importar quién sea y en qué condiciones lo haga. Esto también permite

que la lectura de datos se haga desde una misma perspectiva sin entrar en confusiones innecesarias que conlleven a pérdida de tiempo.

La información recopilada debe permitir la aplicación de estudios estadísticos para sacar tendencias, determinar consumo de materiales y repuestos, analizar frecuencias de inspección y otras actividades del mantenimiento.

Según Pinilla (2007), en el sistema de información del mantenimiento, los reportes de fallas graves, críticas o de paro mayor son prácticamente los documentos más burocráticos, en razón a la gran cantidad de datos exigidos. Un informe de fallas o daños de las maquinas contiene los siguientes datos (Pinilla, 2011, pág. 27):

- Identificación del equipo.
- Descripción detallada de la falla y consecuencias.
- Fechas y horas de la secuencia del proceso de investigación, desde el reporte de la falla hasta la conclusión.
- Tiempos totales de ejecución y tiempo total de paro, hasta la puesta en servicio nuevamente.
- Detalle de las actividades realizadas.
- Causas probables de falla.

2.5.4 Solución de fallas.

Una vez se presenta la falla, tanto mantenimiento y operaciones cooperan hasta solventarla. El seguimiento de las tareas acordadas, utilizando las herramientas, equipos, repuestos e instrumentos adecuados son clave para reparar de manera exitosa. Los registros históricos ayudan a contabilizar el tiempo disponible para producción, utilizado en la reparación y los métodos de análisis empleados.

2.5.4.1 Seguimiento de fallas.

Es responsabilidad de los niveles de supervisión dar seguimiento a la solución de las fallas durante acciones correctivas. Desde que se decide intervenir de manera correctiva, indica que el equipo es imprescindible para la operación y cada minuto de indisponibilidad

significa dinero perdido. Adicionalmente, es necesario que el seguimiento involucre no solo terminar la intervención, sino hacerla de la mejor manera; es decir con calidad.

Para un apropiado seguimiento, es necesario conocer las modalidades de fallas, las cuales son mostradas en la Figura 19.

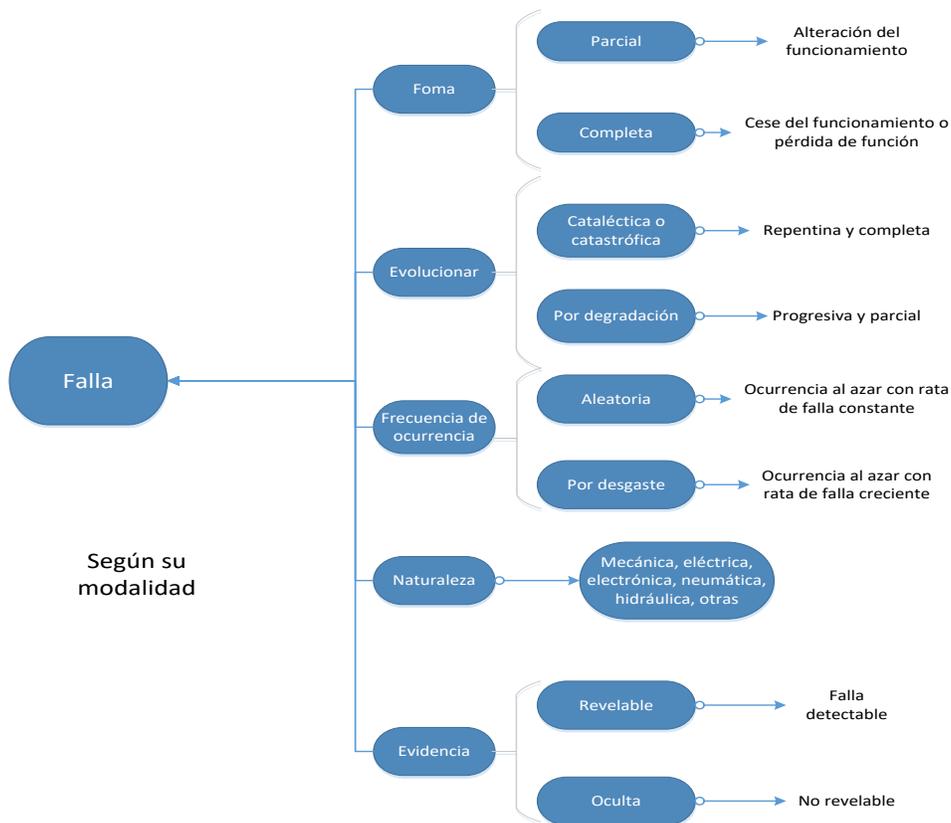


Figura 19. Modalidades de la falla. Fuente: (Martinez, 2007, pág. 32).

2.5.4.2 Tiempo utilizado para reparar.

Una de las “razones” del porque las plantas justifican el mantenimiento correctivo, es debido a que los programas de producción son ajustados y existen limitaciones del tiempo disponible para el mantenimiento o reparaciones. La única manera de reducir el número y frecuencia de reparación de fallas es permitiendo un tiempo suficiente para una reparación adecuada.

Todas las reparaciones o correcciones deben ser verificadas antes que el equipo retorne a su servicio. Este proceso de verificación asegura una reparación efectiva y evitan retrabajo. Indicadores como el MTBR (Tiempo Medio entre Reparaciones, por sus siglas en inglés) proveen parámetros de referencia de la eficiencia en dicha tarea.

2.5.4.3 Herramientas, equipos e instrumentos para el mantenimiento correctivo.

No servirá de nada, cuando una falla ocurre, sino se tienen las herramientas y equipos necesarios para solventarla. Es responsabilidad de la organización de mantenimiento proveer a su personal de lo necesario para ejecutar su trabajo de manera expedita.

2.5.4.4 Análisis de las estrategias de mantenimiento.

Las acciones de mantenimiento correctivo deben de enfocarse en metas comunes encaminadas a mejorar la disponibilidad, en base a análisis de fallas, para evitar que ocurran nuevamente. Es necesario que exista un seguimiento al cumplimiento de las acciones correctivas que se deriven de los análisis de fallas, para tener resultados a mediano plazo. Para atender apropiadamente la falla de un equipo, es conveniente conocer los niveles de priorización de las actividades de mantenimiento, como lo describe la Tabla 11.

2.5.4.5 Métodos para análisis de falla.

A continuación se presentan métodos para el análisis de fallas:

a. Análisis Causa Raíz (ACR).

Es una metodología de confiabilidad que emplea un conjunto de técnicas o procesos, para identificar factores casuales de falla. Es decir, el origen de un problema definido, relacionado con el personal, los procesos, las tecnologías y la organización; con el objetivo de identificar actividades o acciones rentables que los eliminen (PEMEX, 2000). Los beneficios de la aplicación de ésta herramienta son:

- Reducción del número de incidentes o fallas.
- Aumento de la confiabilidad y seguridad.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Aumento de la eficiencia y productividad.

b. 5 ¿Por qué?

Es un método para encontrar causas raíces en la investigación de fallas. Es considerado lineal en el desglose de la información y requiere que se pregunte “por qué” al menos cinco veces, o se trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil responder al “por qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

Los 6 pasos para una investigación rigurosa de la falla, a través de esta metodología son:

- Paso 1: Recolectar información.
- Paso 2: Convocar el equipo de trabajo.
- Paso 3: Preguntar “por qué” al menos cinco veces, hasta encontrar la causa raíz.
- Paso 4: Identificar actividades rentables que las eliminen e implementarlas.
- Paso 5: Medir el éxito de las acciones correctivas tomadas.
- Paso 6: Comunicar los logros.

c. Diagrama de Ishikawa.

Se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar. Se representa con la forma del espinazo de un pez, donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado, tal como se muestra en la Figura 20. Debido al nombre de quién lo impulsó deriva su apelativo diagrama de Ishikawa.

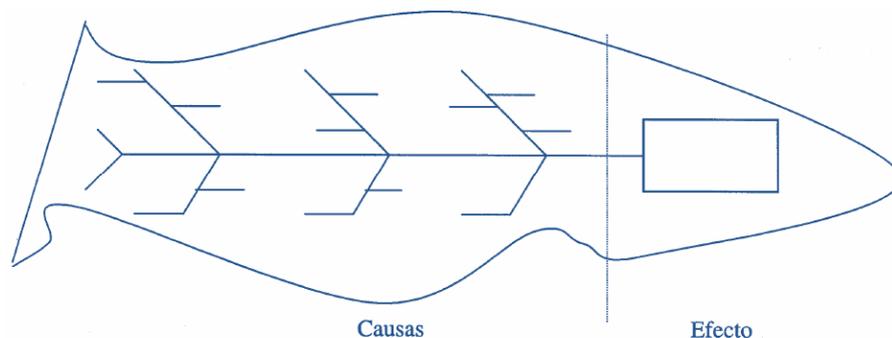


Figura 20. Diagrama Causa y Efecto. Fuente: (Torres, 2005, pág. 23).

Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. El análisis causa-efecto puede dividirse en tres etapas:

- Definición del efecto que se desea estudiar.
- Construcción del diagrama causa-efecto.
- Análisis causa-efecto del diagrama construido.

En realidad, cuanto más ideas y sugerencias contenga el diagrama causa-efecto, más eficaz será para la determinación de la causa raíz (Torres, 2005, pág. 40).

d. AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos).

Este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas sus áreas funcionales.

A pesar de su sencillez, es usualmente aplicado a elementos o procesos claves en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es resaltar los puntos críticos, con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctivas) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias; con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

El método no considera los errores humanos directamente, sino su consecuencia (España, 2004).

e. FTA (Failure Tree Analysis, por sus siglas en inglés).

Es un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud o un suceso de menor importancia, para averiguar en ambos casos, sus orígenes.

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen. Los nudos de las diferentes puertas y los "sucesos básicos o no desarrollados" deben estar claramente identificados.

2.6 Mantenimiento predictivo

Es un mantenimiento realizado en base a un profundo conocimiento del estado real de las máquinas y sus componentes, analizando el comportamiento y funcionamiento de las mismas mediante controles sistemáticos periódicos o continuos y actuando cuando en los parámetros observados se detectan valores anormales (Gardella, 2010).

Las ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reducción del tiempo de parada al conocerse exactamente cuál es el tipo de falla.
- Permite seguir la evolución y comportamiento de una falla en un tiempo determinado.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación y monitoreo del estado del equipo, tanto realizada de forma periódica como de forma continua, permite generar un archivo histórico del comportamiento de las variables más importantes del equipo, y por lo tanto mayor información acerca de las fallas.
- Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación para el mantenimiento que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Permite la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.

2.6.1 Planificación y técnicas

La planificación del mantenimiento predictivo dependerá en gran medida del apoyo de la organización como base principal en el involucramiento con el área de mantenimiento. El establecimiento del plan de mantenimiento, las frecuencias de las intervenciones y técnicas predictivas son importante en el estudio del ciclo de vida del equipo. La elección de formar o tercerizar al personal de mantenimiento predictivo dependerá de los recursos y costos del mantenimiento, así como su criticidad en la organización.

2.6.1.1 Plan de mantenimiento.

Un buen plan de mantenimiento predictivo cuenta con diversas herramientas que permiten conocer hasta donde puede trabajar una máquina, antes que ocurra una falla o si existe una falla en ella.

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se cumplan los siguientes requisitos (Robles, 2011):

- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.
- El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.
- La variable medida ofrezca certeza de los datos.
- La variable predictiva pueda ser analizada y parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca capacidad de diagnóstico.

2.6.1.2 Apoyo de la organización.

Una filosofía de gestión que apueste por la mejora en la disponibilidad de los equipos debe ser implementada para la aplicación de un mantenimiento predictivo. Todo este esfuerzo debe de estar de la mano con el compromiso absoluto, el apoyo de la alta dirección y la plena cooperación de todas las áreas para la ejecución de acciones predictivas. Un programa de mantenimiento predictivo no puede proporcionar los medios para resolver una mejora en el rendimiento, sino es con el involucramiento de toda la organización.

La organización debe disponer con equipos e instrumentos, variables a monitorear y puntos de medición para la aplicación del mantenimiento predictivo o promover la tercerización del servicio. Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que (Robles, 2011):

- La medida de las variables se realice de forma periódica o continua.
- El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.
- La organización de mantenimiento y la de producción estén preparadas para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.

2.6.1.3 Estudios para determinar la frecuencia de las intervenciones.

Es importante determinar el correcto periodo de intervención, de lo contrario, pueden generarse pérdidas básicamente debidas a dos tipos de errores: el sobre-mantenimiento y el sub-mantenimiento.

El sobre-mantenimiento se produce cuando el mantenimiento predictivo interrumpe la operación normal de un equipo, sin alguna causa aparente; y ocasionará una acumulación innecesaria de actividad preventiva, que aumentará el gasto en el presupuesto de mantenimiento.

El sub-mantenimiento ocurre cuando se determinan inadecuadamente los tiempos medios entre las fallas y la programación.

La curva para determinar la frecuencia de intervenciones para un equipo, se realiza en base a la curva de rendimiento y degradación mostrada en la Figura 21. La curva muestra la tendencia del equipo desde su rendimiento óptimo hasta la falla, durante esta fase el mantenimiento predictivo realiza las mediciones del equipo, así como también define las señales de alarmas, los límites de control y el punto de falla.

Para aplicar mantenimiento predictivo hay que considerar los siguientes aspectos:

- Recomendaciones del fabricante de las máquinas, especialmente en la primera etapa.
- Experiencia adquirida durante la primera etapa del funcionamiento en el mantenimiento correctivo.
- Fiabilidad del equipo realizada a partir de un histórico.
- Cantidad de equipos, máquinas y su complejidad.
- Benchmarking de datos estadísticos tomados de plantas y equipos similares.
- Estimación de los costos de preventivos y correctivos.
- Estudio de las piezas críticas de la máquina.

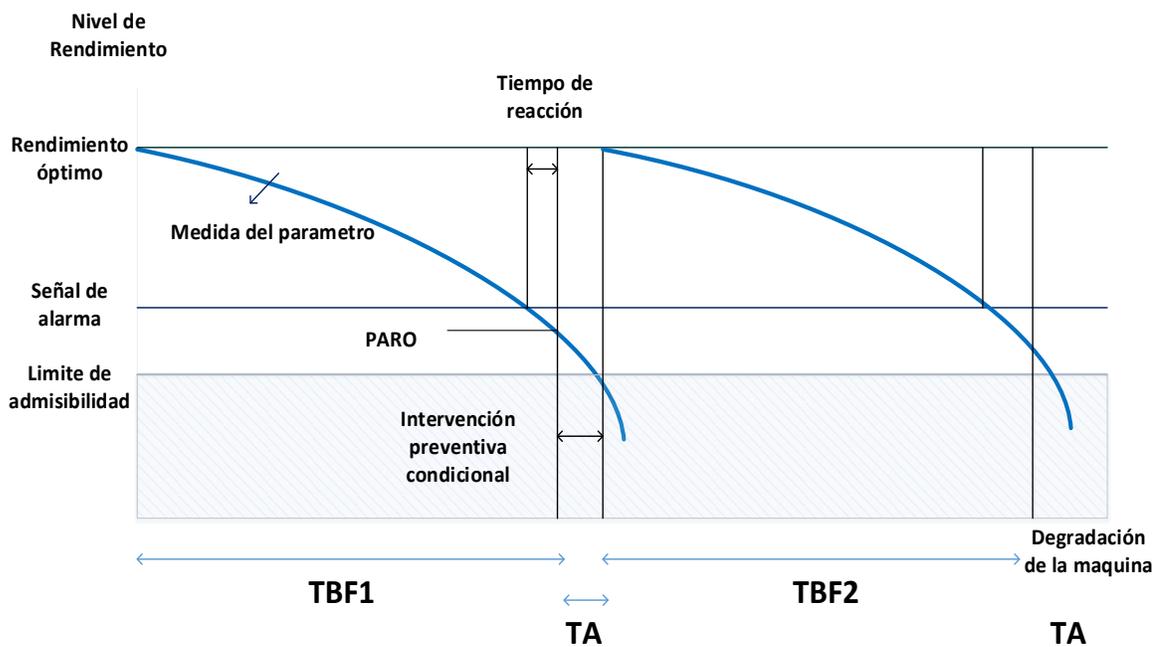


Figura 21. Curva de rendimiento versus degradación. (Torres, 2005).

Tomando en cuenta cada uno de estos aspectos el éxito de la programación de las intervenciones preventivas estará determinado en cómo se realicen los cálculos y estudios de las máquinas buscando no aplicar sub o sobre-mantenimiento.

2.6.1.4 Técnicas de mantenimiento predictivo.

Con la idea de reforzar los programas de mantenimiento en función de mejorar la calidad y la productividad de la planta, se describen a continuación algunas de las herramientas y ensayos del mantenimiento predictivo más usados (Torres, 2005):

a. Análisis de aceite.

Se comparan los lubricantes usados contra límites de especificación de acuerdo a la aplicación, para determinar la presencia de contaminantes y las condiciones de las superficies de desgaste.

b. Termografía (análisis infrarrojo).

Utiliza cámaras sensibles a los rayos infrarrojos para capturar la radiación emitida por los objetos en forma de calor, con el fin de producir una “imagen”. Con la imagen térmica se identifican los componentes mecánicos y eléctricos “más calientes” de lo normal y pérdida excesiva de calor, que usualmente es un signo de aislamiento inadecuado.

c. Análisis de vibración.

Mide la frecuencia y amplitud de las vibraciones del equipo para diagnosticar el origen de las fallas y determinar la severidad de las mismas. Las vibraciones tienen su origen en carga desequilibrada, falta de alineado, desprendimiento, correas defectuosas, cojinetes deteriorados, entre otros.

d. Alineado y balanceo.

Se utiliza para inspeccionar el alineado y balanceo de las máquinas acopladas. Estas herramientas predictivas incluyen sistemas de alineado láser y electromecánico.

e. Inspección mediante partículas magnéticas.

Es una técnica no destructiva utilizada para la detección de discontinuidades en materiales magnéticos, mediante la cual se obtiene una indicación visual del defecto en la superficie del elemento ensayado. Se emplea para detectar grietas, discontinuidades u otros defectos superficiales.

f. Ultrasonido.

Es una técnica de ensayo no destructiva, que permite, utilizando vibraciones mecánicas de alta frecuencia, detectar y ubicar discontinuidades externas e internas, determinar diferencias en estructuras y propiedades físicas, medir espesores entre otros. En circunstancias favorables puede determinarse también tamaño, forma y posición de la falla.

g. Inspección radiográfica.

Es una técnica de ensayo no destructivo que utiliza la energía, irradiada en formas de rayos X o Gamma, transmitida a través del cuerpo a ensayar. Se utiliza para satisfacer tres propósitos básicos: Investigación, ensayo de rutina y control de calidad.

Resulta de importancia su aplicación en piezas de bajo factor de seguridad, o donde la falla puede resultar peligrosa para la seguridad de las personas e instalaciones y el costo de reposición es muy elevado.

h. Líquidos penetrantes.

Permite la detección de defectos, con apertura en la superficie de los elementos, en materiales no ferrosos. Se aplica en aleaciones de aluminio, magnesio, cobre, titanio, carburos sinterizados, aceros inoxidable (en general en aleaciones no magnéticas) o en cerámicas, plástico y vidrio.

2.6.1.5 Tercerización de actividades predictivas.

Como complemento a lo expresado en la sección 2.3.2.2, se hace una breve reflexión de la motivación por el outsourcing en el mantenimiento predictivo. Muchos expertos en la materia defienden que la contratación de actividades tercerizadas tiene o tendrá una evolución temporal en las empresas, como la que aparece en la Figura 22:

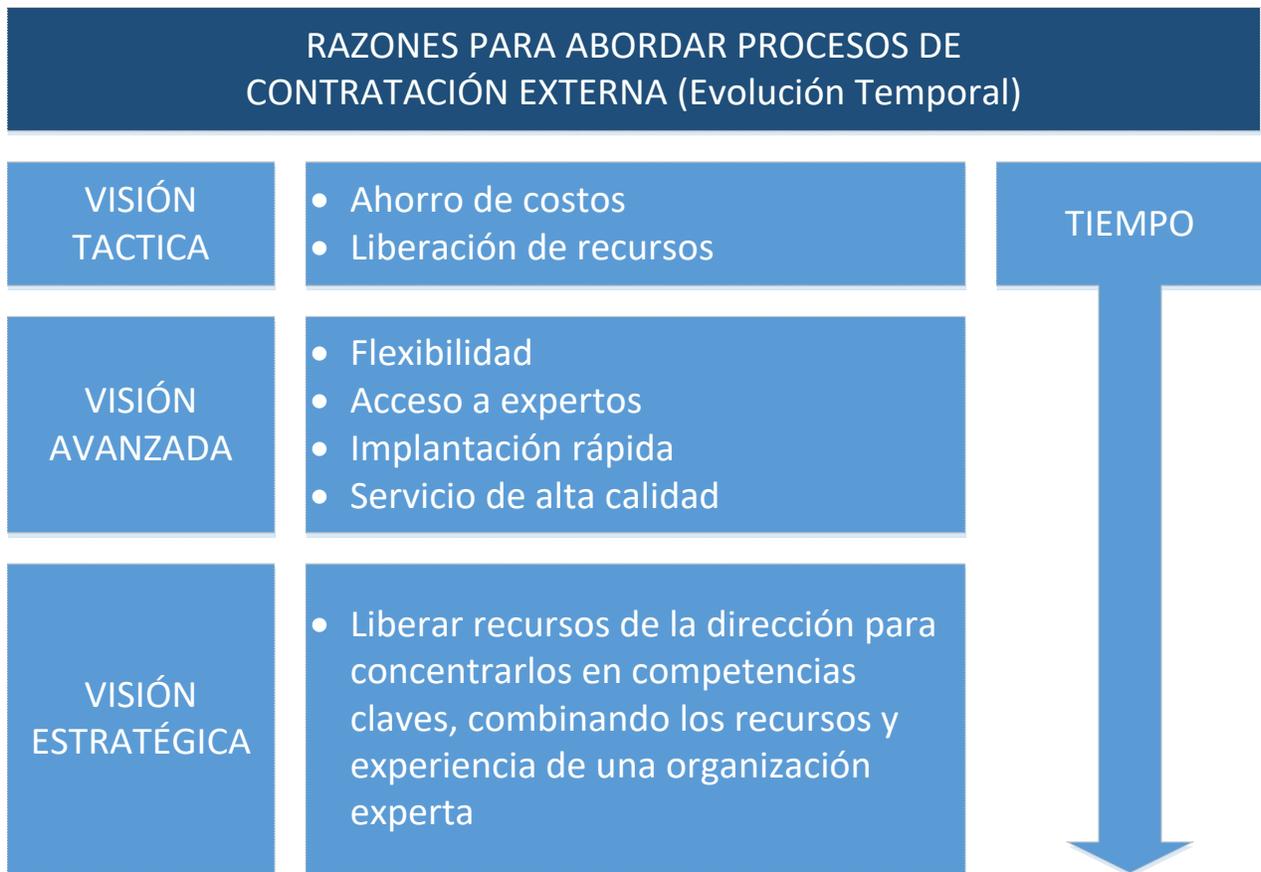


Figura 22. Razones por el cual abordar procesos de contratación. Fuente: (Fernández, 2007).

Las técnicas predictivas necesitan en su gran mayoría instrumentación y equipos de costos elevados; a su vez, éstos necesitan de mantenimiento, calibraciones, ajustes, capacitación continua para su uso e interpretación, haciendo costosa su aplicación. Por lo tanto, justifica la necesidad de realizar contratación externa para que la organización tenga acceso a expertos en prácticas predictivas.

2.6.2 Programación.

La programación del mantenimiento predictivo dependerá de las políticas para su aplicación, así como también del estudio de los equipos y el establecimiento de los puntos de medición.

2.6.2.1 Políticas para la aplicación del mantenimiento predictivo.

Es necesaria la incorporación de una política de mantenimiento predictivo que cumpla lo mencionado en la sección 2.2.1.1, que involucre a todas las áreas de la organización. Sus objetivos deben estar enfocados en aumentar la disponibilidad de equipos, cumplimiento del programa de mantenimiento predictivo, los medios y métodos a utilizar para alcanzarlo. Esto no será posible sin el apoyo de la alta dirección.

2.6.2.2 Puntos de medición.

Los puntos de medición dependen de la técnica o herramienta predictiva que se utilice. Las mediciones deben ejecutarse considerando similares condiciones climáticas, de operación de la maquinaria y frecuencia, con el fin de comparar datos entre sí, ya que la calidad del análisis e interpretación de los datos recolectados está influenciada por la consistencia de las lecturas en los mismos puntos.

2.6.3 Evaluación.

La evaluación del mantenimiento predictivo va encaminado en la medida que se definan las variables de los equipos y sistemas más importantes o críticos. Una vez identificadas las magnitudes físicas, se estudia cuáles serán los límites de control bajo el cual los equipos, pueden trabajar de forma segura o bajo un rendimiento óptimo, que permita establecer un tiempo de reacción preventivo cuando sus magnitudes reflejen un valor anormal.

2.6.3.1 Variables.

Son aquellas magnitudes físicas susceptibles de experimentar algún tipo de modificación repetitiva en su valor, cuando este varía el estado funcional de la máquina. Existen muchos parámetros que se pueden utilizar con este fin, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Sensible a un defecto concreto.
- Que se modifica como consecuencia de la aparición de alguna anomalía.
- Que se repite siempre de la misma forma.

En la Tabla 12 se observan algunas de las magnitudes o parámetros utilizados en el control de estados para los distintos tipos de equipos, utilizados en el mantenimiento predictivo.

Tabla 12. Variables utilizadas en el Mantenimiento Predictivo.

VARIABLES		
Temperatura	Grado de cambio	Ruido
Presión	Concentración	Desplazamiento
Movimiento mecánico	Telemetrías	Descargas
Impulsos, choques	Función secuencial	Tiempo
Ultrasonidos	Condición de aceites	Vibraciones
Aceleración	Humedad	Secuencia eléctrica
Acción cíclica	Tensión	Características magnéticas

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.2 Establecimiento de los límites de control para las variables del mantenimiento predictivo.

La curva de rendimiento versus degradación mostrada en la Figura 21, establece los límites de control para un equipo, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o un estudio estadístico del comportamiento de la falla en un tiempo determinado. En base al estudio se establecen dos parámetros, estos son: la señal de alarma y los límites de admisibilidad.

Cuando se cuenta con mantenimiento predictivo monitorizado se tienen en tiempo real las alarmas ante una condición anormal en el ciclo de vida de la máquina, este método es más efectivo y preciso que permite planificar con anticipación la intervención preventiva.

2.6.3.3 Identificación de los equipos a recibir mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo se debe aplicar en aquellas máquinas donde se definan indicadores de modos de fallo y se realicen inspecciones de supervisión periódicas que alerten de las necesidades de incrementar la fiabilidad y el estado operacional de los equipos. Esto se logra en la medida que realicen las siguientes actividades:

- Conocer los diferentes tipos de fallos y los efectos negativos que éstos causan sobre cada uno de los equipos (Análisis RCM).
- Conocer las ventajas y limitaciones de las diferentes técnicas de mantenimiento predictivo para seleccionar la técnica más aplicable y justificable económicamente.

- Contar con un equipo de técnicos altamente calificados en las técnicas de mantenimiento predictivo o tener una empresa tercerizada con la capacidad técnica para realizar dicho mantenimiento.

2.6.3.4 Análisis de la información recolectada.

Una vez implementado el mantenimiento predictivo se debe ejecutar al menos anualmente, un análisis crítico de resultados que incluye:

- Historial de medidas rutinarias y fallas.
- Análisis de resultados y dispersión de datos.
- Cambio de parámetros o niveles de alarma así como de las frecuencias de intervenciones, si es necesario.
- Revisión de frecuencia de intervenciones contra el ciclo de vida de los equipos.

2.7 Capital humano

El concepto de talento humano conduce necesariamente al de capital humano, el patrimonio invaluable que una organización puede reunir para alcanzar la competitividad y el éxito. El capital humano está compuesto por dos aspectos principales:

- **Talentos.**

Dotados de conocimientos, habilidades y competencias que son reforzados, actualizados y recompensados de forma constante. Sin embargo, no se puede abordar el talento de forma aislada como un sistema cerrado. Solo no llega lejos, pues debe existir y coexistir en un contexto que le permita libertad, autonomía y cobertura para poder expandirse. Este planteamiento se presenta en la Figura 23.

- **Contexto.**

Es el ambiente interno adecuado para que los talentos crezcan. El contexto es determinado por una arquitectura organizacional flexible, una cultura organizacional democrática y

participativa que inspire confianza y un estilo de administración sustentado en el liderazgo renovador y coaching.

No basta con tener talentos para poseer capital humano. Es necesario tener talentos integrados a un contexto acogedor. Si el contexto es favorable y propicio, los talentos se desarrollan y crecen, sino propician el aislamiento. *“La suma de talento y contexto proporciona el concepto de capital humano.”* (Chiavenato, 2009).

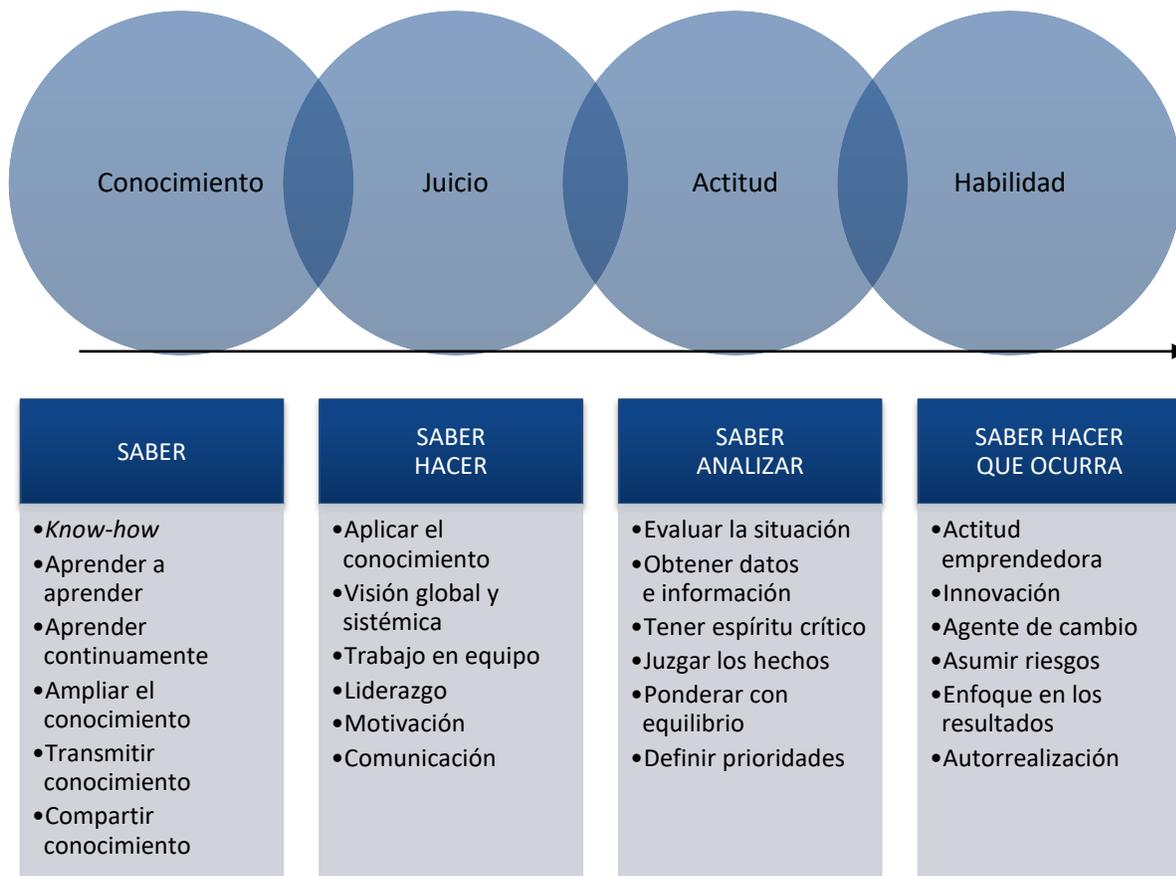


Figura 23. Composición del talento humano (Chiavenato, 2009).

2.7.1 Selección y formación.

La calidad del personal con que cuentan las organizaciones es frecuentemente el factor que determina su prosperidad y convierta la inversión en retorno satisfactorio para el logro de sus objetivos. La aseveración “La gente es el recurso más importante”, es una realidad que actualmente cobra mayor vigencia que nunca, ya que en las manos de las personas está el

destino de las organizaciones quienes se han visto impulsadas o detenidas en su desarrollo en función a la calidad de su personal.

En éste marco referencial la selección y formación de personal adquieren gran relevancia como procedimientos básicos y complementarios de la administración de recursos humanos.

"Las personas planean, dirigen y controlan las empresas para que funcionen y operen. Sin personas no existe organización, de modo que toda organización está compuesta por personas de las cuales dependen para alcanzar el éxito y mantener su continuidad" (Chiavenato, 2007).

En el sector industrial, específicamente el de la fabricación de productos plásticos, cuentan con un abanico de opciones para formar al personal tanto administrativo como técnico, tal es el caso de La Fundación para el Desarrollo Integral de los Trabajadores de la Industria del Plástico (FUNDEPLAST), entidad constituida bajo la figura de Fundación sin fines de lucro, cuyo principal objetivo es

"Formar recurso humano de una manera constante y actualizada en las diferentes especialidades de la industria del plástico, logrando mejorar sus competencias, convirtiéndolas en personas con conocimientos especializados de su propio desarrollo; mediante la dotación de conocimientos y herramientas específicas que contribuyen al desarrollo del país en general y al desarrollo personal." (FUNDEPLAST, 2016).

De la misma manera, ASIPLASTIC, IEEE y la ASI cuentan con programas de formación continua en una diversidad de temas y áreas de especialización apoyados por el Instituto de Formación Profesional (INSAFORP).

2.7.1.1 Selección de personal.

"El talón de Aquiles de las organizaciones, o su principal punto neurálgico, es la calidad de las personas que trabajan en ellas (Chiavenato, 2009).

La selección de personal forma parte del proceso de integración de recursos humanos y es el proceso mediante el cual se elige a la persona adecuada para el puesto adecuado, se busca el equilibrio puesto-persona.

El objetivo básico de la selección es escoger y clasificar a los candidatos adecuados para las necesidades de la organización. Este proceso, sistematizado, se muestra en la Figura 24.

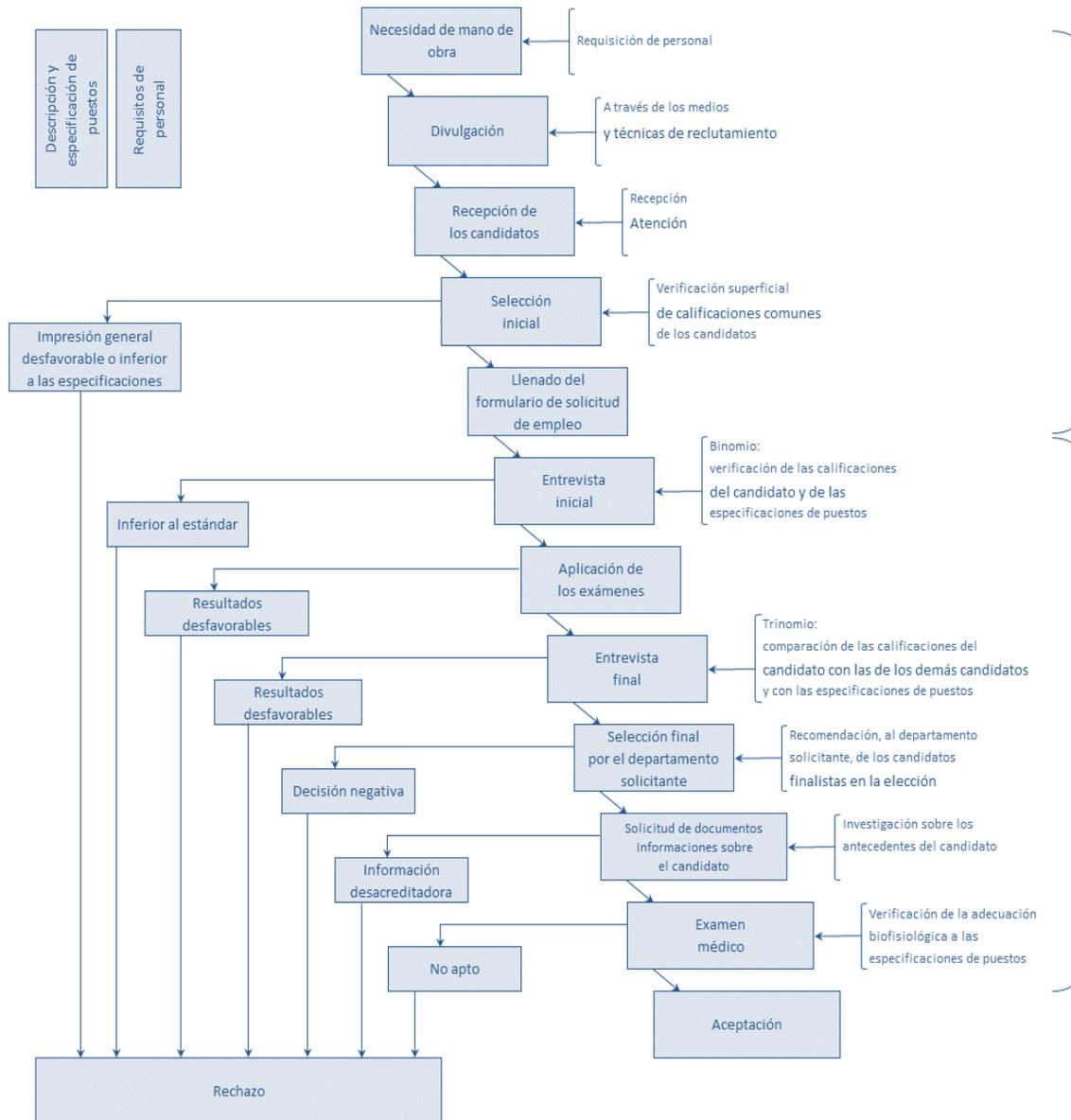


Figura 24. Diagrama de flujo de un proceso de reclutamiento y selección de RH que muestra el modelo de selección de personal. Fuente: (Chiavenato, 2007).

Hay un dicho popular que dice: “La selección consiste en elegir a la persona adecuada para el sitio adecuado”. En otras palabras, la selección busca entre los candidatos reclutados a los más adecuados para los puestos que existen en la empresa, con la intención de mantener o aumentar la eficiencia y el desempeño del personal, así como la eficacia de la organización. La selección de personal busca solucionar dos problemas básicos:

- Adecuación de la persona al trabajo.
- Eficiencia y eficacia de la persona en el puesto.

Si todas las personas fueran iguales y tuvieran las mismas condiciones individuales para aprender y trabajar, no existiría la selección de personal. Las diferencias individuales tanto en el plano físico (estatura, peso, complexión física, fuerza, agudeza visual y auditiva, resistencia a la fatiga, etc.) como en el plano psicológico (temperamento, carácter, inteligencia, aptitudes, habilidades mentales, etc.) llevan a que las personas se comporten de manera diferente, a que perciban las situaciones y a que tengan desempeños también diferentes (con mayor o menor éxito) en las organizaciones.

Las personas difieren tanto en la capacidad para aprender una tarea como en la manera de realizarla una vez aprendida. La estimación del tiempo de aprendizaje y nivel de realización, es tarea de la selección de personal.

2.7.1.2 Evaluación del desempeño.

El principal interés de las organizaciones y del departamento de recursos humanos no está en el desempeño en general, sino, específicamente, en el desempeño en un puesto, en otras palabras, en el comportamiento de la persona que lo ocupa. Este desempeño es situacional. Varía de una persona a otra y depende de innumerables factores condicionantes que influyen mucho en ella.

El valor de las recompensas y la percepción de que éstas dependen del afán personal, determinan la magnitud del esfuerzo que el individuo esté dispuesto a hacer. Es una

relación perfecta de costo beneficio. A su vez, el esfuerzo individual depende de las habilidades y las capacidades de la persona y de su percepción del papel que desempeñará.

La evaluación del desempeño es una apreciación sistemática de cómo cada persona se desempeña en un puesto y de su potencial de desarrollo futuro. Toda evaluación es un proceso para estimular o juzgar el valor, la excelencia y las cualidades de una persona. La evaluación de los individuos que desempeñan papeles dentro de una organización se hace aplicando varios procedimientos que se conocen por distintos nombres, como evaluación del desempeño, evaluación de méritos, evaluación de los empleados, informes de avance, evaluación de la eficiencia en las funciones, etc. (Chiavenato, 2007).

En resumen, la evaluación del desempeño es un concepto dinámico, porque las organizaciones siempre evalúan a los empleados, formal o informalmente, con cierta continuidad. Además, la evaluación del desempeño representa una técnica de administración imprescindible dentro de la actividad administrativa.

Es un medio que permite detectar problemas en la supervisión del personal y en la integración del empleado a la organización o al puesto que ocupa, así como discordancias, desaprovechamiento de empleados que tienen más potencial que el exigido por el puesto, problemas de motivación, etc. Esto depende de los tipos de problemas identificados, la evaluación del desempeño servirá para definir y desarrollar una política de recursos humanos acorde con las necesidades de la organización.

La evaluación del desempeño no es un fin en sí, sino un instrumento, un medio, una herramienta para mejorar los resultados de los recursos humanos de la organización.

La evaluación del desempeño pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Idoneidad del individuo para el puesto.
- Capacitación.
- Promociones.
- Incentivo salarial por buen desempeño.
- Mejora de las relaciones humanas entre superiores y subordinados.

- Desarrollo personal del empleado.
 - Información básica para la investigación de recursos humanos.
 - Estimación del potencial de desarrollo de los empleados.
 - Estímulo para una mayor productividad.
 - Conocimiento de los indicadores de desempeño de la organización.
 - Retroalimentación (feedback) de información al individuo evaluado.
- a. Beneficios de la evaluación de desempeño.**

Cuando un programa de evaluación del desempeño se ha planeado, coordinado y desarrollado bien, trae beneficios a corto, mediano y largo plazo. Estos son:

i. Beneficios para el gerente.

- Evaluar el desempeño y el comportamiento de los subordinados, con base en factores de evaluación y, principalmente, contar con un sistema de medición capaz de neutralizar la subjetividad.
- Proporcionar medidas a efecto de mejorar el estándar de desempeño de sus subordinados.
- Comunicarse con sus subordinados, con el propósito de hacerles comprender que la evaluación del desempeño es un sistema objetivo, el cual les permite saber cómo está su desempeño.

ii. Beneficios para el subordinado.

- Conocer cuáles son los aspectos del comportamiento y del desempeño de los trabajadores que la empresa valora.
- Conocer cuáles son las expectativas de su jefe en cuanto a su desempeño y las medidas que el jefe toma para mejorarlo.

iii. Beneficios para la organización.

- Evalúa su potencial humano al corto, mediano y largo plazo; y la contribución de cada empleado.
- Identifica a los empleados que necesitan perfeccionarse en determinadas áreas y selecciona a los empleados listos para una promoción o transferencia.

- Dinamiza su política de recursos humanos, al ofrecer oportunidades a los empleados (promociones, crecimiento y desarrollo personal), con el estímulo a la productividad y mejora de las relaciones humanas en el trabajo.

2.7.2 Retención del talento.

La retención del talento humano exige una serie de cuidados especiales, entre los cuales sobresalen los planes de remuneración económica, de prestaciones sociales, de higiene y seguridad en el trabajo.

El sistema de incentivos incluye un paquete de prestaciones que la organización pone a disposición de sus miembros, así como los mecanismos y los procedimientos necesarios para distribuirlos. Éstos no abarcan únicamente salarios, vacaciones, ascensos a puestos más elevados, sino también otros como la garantía de seguir en el puesto, las transferencias a puestos laterales más desafiantes o a otros que lleven a un crecimiento, así como varias formas de reconocimiento por servicios sobresalientes (Chiavenato, 2007).

En la Figura 25 se observan los procesos para retener a las personas como remunerar, brindar prestaciones, servicios sociales compatibles con un estándar saludable de vida, proporcionar un contexto físico y psicológico agradable, asegurar relaciones sindicales que son importantes para definir su permanencia en la organización.

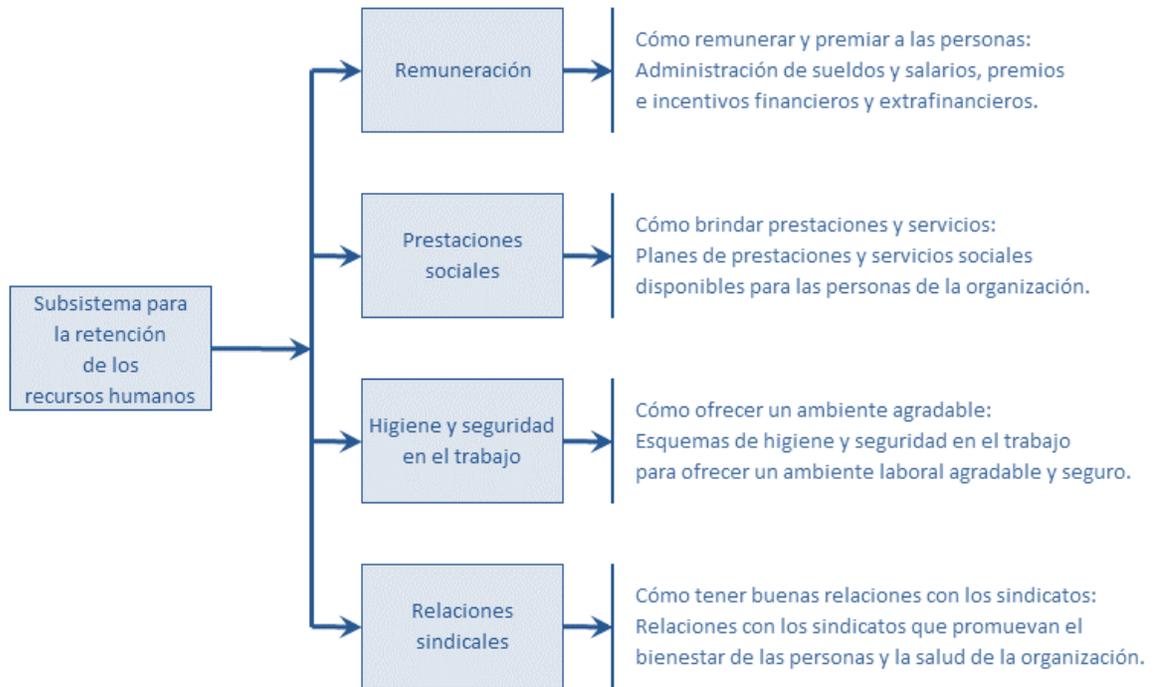


Figura 25. Subsistema de retención del talento humano (Chiavenato, 2007).

2.7.3 Mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de la organización.

Desde las perspectivas de los autores bajo el método GIM, el mantenimiento autónomo depende de la cultura organizacional; por tal razón es considerado dentro el pilar del capital humano.

2.7.3.1 Implementación de mantenimiento autónomo.

Las empresas con el mantenimiento autónomo pretenden aprovechar la experiencia y conocimiento de los operadores en el sitio de trabajo, donde se combinan tareas sencillas de mantenimiento con las de producción. El cambio cultural se traduce en la responsabilidad del personal sobre los equipos y cumple con los siguientes objetivos:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y verificaciones diarias.

- Llevar la máquina a su estado ideal a través de una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener la máquina bien mantenida permanentemente.

2.7.3.2 Involucramiento de producción.

Las actividades en que puede involucrarse el departamento de producción son:

a. Evitar el deterioro:

- Operación correcta.
- Ajustes correctos.
- Establecer condiciones básicas, limpieza, lubricación y ajuste.
- Registros.

b. Medir el deterioro:

- Inspección periódica.

c. Predecir y restaurar el deterioro:

- Informe rápido y preciso de fallos.
- Reemplazo de piezas simples.

2.7.3.3 Filosofía 5 “S”.

Las 5“S” son el fundamento de actividades de mejora. Se trata de un concepto sencillo que orienta a una fábrica limpia y segura. Esto, a su vez genera menos defectos, hace que se cumplan los plazos y aporta a una mayor productividad y eficiencia.

Se llama 5“S” porque el nombre de cada pilar proviene de una palabra en japonés que inicia con S, tal como se observa en la Figura 26.



Figura 26. 5"S". Fuente: Elaboración propia.

- a. **Organización (Seiri):** Significa retirar del puesto de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción.
- b. **La práctica del orden (Seiton):** Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.
- c. **Limpieza (Seiso):** Significa tener limpios uniformes, máquinas y equipos, garantizando las normas de asepsia e higiene; cuidando la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- d. **Estandarización (Seiketsu):** Es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S".

- e. **Disciplina (Shitsuke):** Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

2.7.3.4 Etapas del mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo se implementa en siete pasos, empezando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta la completa autogestión. Las etapas del mantenimiento autónomo se mencionan a continuación:

a. Seguridad.

- Saber reconocer los distintos riesgos que podemos encontrar en la máquina y su entorno para poder elaborar un mapa de riesgos. Existen en las áreas de trabajo lecciones de un punto (One Point Lessons, OPLs) específicas para la ejecución de esta tarea.
- Realizar el Análisis de Riesgo Ocupacional (ARO) de las tareas a realizar por primera vez.
- Conocer los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados para cada riesgo.
- Aplicar correctamente los bloqueos de seguridad.

b. Limpieza Inicial.

- Limpieza inicial del equipo.
- Etiquetado y corrección de defectos (Tag & Check).
- Eliminación de fallas y paros menores.

c. Eliminar las fuentes de problemas.

- Identificar fuentes de problemas.
- Realizar plan de trabajo para eliminación de problemas.
- Autodiagnóstico y auditoría.

d. Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos.

- Descubrir anormalidades.
- Responder rápidamente para volver a condiciones normales.

e. Realizar la inspección general del equipo.

- Medir el deterioro de los equipos.
- Identificación del equipo.

f. Realizar inspecciones generales de los procesos.

- Lograr tiempos objetivo de inspección.
- Prevención errores (Poka-yoke).
- Registro de mejoras.
- Aplicar auditoría de planta.
- Reporte de actividades de equipo.
- Auto diagnóstico.

g. Mantenimiento autónomo sistemático.

- Estandarizar el flujo de procesos.
- Estandarizar el registro de datos.
- Estandarizar el control y cambios de formatos, herramientas e instrucciones de trabajo.
- Estandarizar el control de repuestos.

h. Práctica plena de la autogestión.

- Identificación de actividades a mantener y actividades a mejorar.

2.8 Apoyo logístico

El apoyo logístico en mantenimiento desarrollado en el modelo GIM, está basado en la importancia de reconocer que un alto porcentaje del costo total a lo largo de la vida útil de un activo o equipo está en la operación y mantenimiento del mismo. En este periodo de tiempo donde el activo debe ser mantenido, es necesario contar con recursos, los cuales deben ser planificados, presupuestados y ejecutados de acuerdo a los lineamientos de la organización.

La gestión de estos recursos en muchas ocasiones depende del estricto apego a procedimientos o normativas que resultan en trámites engorrosos o exhaustivos que legítimamente, buscan regular todo lo que ocurre dentro de la organización y que contradictoriamente en lugar de facilitar o agilizar la toma de decisiones, termina cayendo en el exceso de formalismo, resistencia al cambio y dificultad en atender las necesidades de mantenimiento.

La burocratización como sucede en muchas organizaciones se sustenta en una rígida jerarquización de la autoridad, quien decide siempre es aquél que ocupa el puesto más alto, aunque nada sepa acerca del problema que va a resolverse.

Es importante contar con el apoyo administrativo y gerencial de la organización, donde integre las estrategias en la visión a largo plazo, con aspectos como la gestión de activos y fuentes de financiamiento para inversiones. Dichas fuentes orientadas al mejoramiento de los equipos, que junto con un participativo y concienzudo ejercicio de presupuesto, favorezca controlar los costos y tomar decisiones acertadas.

Gracias a la confianza y compromiso que genera el departamento de mantenimiento, por sus decisiones, se considera su existencia, como primordial, convirtiéndose en el socio estratégico, con el que todo dueño de empresa o gerente quisiera contar.

2.8.1 Apoyo administrativo.

Cualquier organización involucrada en un proceso de mejoramiento reconoce que los objetivos y métodos de optimización deben ser dirigidos y totalmente soportados por la alta dirección. Aunque las estrategias y actividades para lograr el mejoramiento pueden ser muy claras, y las acciones son fácilmente definidas y priorizadas, el camino hacia la transformación de una cultura integral de gestión de activos, toma tiempo.

Pueden hacerse cambios sustanciales en cinco años, y los resultados comienzan a verse luego de los primeros dos o tres. Un horizonte de tres a cinco años permite el desarrollo de la estrategia que identifica claramente la posición actual, la visión futura, los vacíos, las acciones para cerrar estos vacíos y los planes para ejecutar las estrategias.

2.8.1.1 Modelo integral de gestión de activos.

Las compañías han comenzado a darse cuenta de la importancia de la gestión de activos como una estrategia de empresa que, aplicada apropiadamente, tendrá como resultado el mejoramiento continuo del negocio. Los resultados típicos de un plan estratégico efectivo para la gestión de activos incluyen un aumento significativo en la capacidad utilizada, acompañada de una optimización en los costos de operación y una reducción responsable de los riesgos.

2.8.1.2 Financiamiento.

Tan importante es saber adónde la organización quiere llegar, como la forma de lograrlo, es por eso que contar con un plan de financiamiento de mediano y largo plazo se convierte en imperativo para acceder a la implementación y ejecución de los planes anuales de mantenimiento.

En la industria de la manufactura en El Salvador, de acuerdo a la Política Industrial 2011-2014, establece la necesidad de una nueva visión, que confiera la importancia a la diversificación y competitividad al sector, y su integración con el resto de la economía, con el objetivo de:

“...facilitar el acceso al financiamiento destinado a incrementar la competitividad del sector industrial y agroindustrial, a través de diferentes opciones o mecanismos de financiamiento y de cofinanciamiento para el desarrollo de proyectos que incluyan innovación, tecnología y calidad...” (Gobierno de El Salvador, 2011).

2.8.1.3 Presupuesto de mantenimiento.

El costo de los recursos necesarios para la ejecución del plan anual de mantenimiento se estima en la etapa de elaboración del presupuesto. Los recursos que se deben considerar a la hora de elaborar el presupuesto de mantenimiento se pueden clasificar en: Humanos, materiales, financieros, tecnológicos y su elaboración no debe ser una costumbre administrativa si no están respaldados por información veraz.

“Una de las mayores dificultades de mantenimiento a la hora de presentar el presupuesto, es que no habla el mismo idioma de la alta gerencia, generalmente el lenguaje de mantenimiento se orienta en función de disponibilidad y confiabilidad de equipos, este lenguaje es muy técnico; es necesario usar una interfase lingüística que traduzca la disponibilidad y confiabilidad de equipos en dividendos económicos para la empresa.” (Ruíz, 2003).

Para garantizar un presupuesto confiable pueden utilizarse cifras de costo real, del estado pasado o del presente, datos relativos a los equipos, costos de mano de obra, precios presentes y futuros de los materiales en el mercado; y finalmente aplicando un buen criterio a todos esos elementos.

La elaboración responsable del presupuesto no solo medirá la efectividad de la gestión de mantenimiento, sino también la capacidad de anticiparse a las necesidades de la operación y el uso óptimo de los recursos, tal es el caso del capital inmovilizado en concepto de repuestos, que descansan en estanterías mientras se envejecen volviéndose obsoletos. Desde un punto de vista financiero, quizás estos repuestos jamás deberían haberse

comprado; por otro lado, si no estaban disponibles cuando fueron necesarios, la empresa pudo tener severas consecuencias de parada.

2.8.2 Apoyo gerencial.

El mantenimiento es una de las áreas que más contribuye para el éxito y productividad de la organización. Por ser factor determinante en el costo y en ciclo de vida de los equipos, tiene un impacto profundo en todas las acciones productivas. Tiene como obligación ser fuente generadora de información para la toma de decisiones y en ese sentido una fuente de apoyo para la administración.

Las organizaciones industriales existen para hacer dinero, apoyándose en equipos y capital humano para transformar materia prima en productos terminados de mayor valor. El mantenimiento está relacionado con la rentabilidad, en la medida que influye sobre la capacidad de producción y los costos de operación de los equipos.

Los trabajos realizados por el equipo de mantenimiento elevan el desempeño y disponibilidad de los equipos para la producción; sin embargo, contribuyen en el aumento de costos de fabricación. El objetivo principal de un departamento de mantenimiento es conseguir el equilibrio entre estos efectos, maximizando su contribución en la rentabilidad de la empresa.

2.9 Recursos

Es el noveno pilar del método GIM y constituye uno de los más importantes desde la perspectiva de sus autores por una simple razón. La organización de la empresa, la de mantenimiento y la de capital humano puede estar bien evaluadas (Son tres de los cuatro pilares que junto al de Recursos, tienen la más altas ponderaciones), pero su evaluación deberá de materializarse en la provisión de equipos, herramientas, instrumentos y materiales para que se considere un verdadero complemento.

Equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos son los principales recursos físicos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento. Otros recursos como el

humano e informáticos fueron expuestos en secciones anteriores. La falta de estos recursos, resta eficiencia a toda actividad de mantenimiento y cualquier estrategia para dinamizar la rentabilidad de la operación.

A continuación y de manera general, se discute la necesidad de contar con dichos recursos:

2.9.1 Equipos.

Desde la perspectiva de GIM, los equipos se evalúan conociendo si todo el personal de mantenimiento cuanta con ellos y tienen conocimiento de su existencia e importancia; además si conocen los parámetros de operación.

2.9.1.1 Información.

La información de todos los equipos a mantener debe estar disponible para la población de mantenimiento. Pueden existir lineamientos para restringir el acceso a información en una organización; sin embargo, ésta no debe impedir que las personas encargadas de realizar las intervenciones en equipos y quienes deciden sobre ellos, no lo tengan.

Entre más conocimiento se tenga sobre el funcionamiento de los equipos destinados para tareas de mantenimiento, se garantiza la calidad de la ejecución y se reduce el retrabajo.

2.9.1.2 Equipos para operar con eficiencia y eficacia.

La organización de mantenimiento es la encargada de proveer los equipos necesarios para ejecutar las intervenciones de tareas correctivas y preventivas. Supervisores de primera línea, manteniendo una estrecha relación con los técnicos, son los responsables de velar por que los equipos sean utilizados apropiadamente. Ellos son los que interceden ante las gerencias respectivas para su pronta adquisición y reposición.

2.9.1.3 Parámetros de operación y capacidad.

Teniendo los equipos y estudiando la información que muestra su funcionamiento y buen manejo, las jefaturas de mantenimiento son las responsables de entrenar al personal y dejar claro límites de operación para evitar, fallos en los equipos y accidentes laborales. Adicionalmente, es necesario establecer los criterios para discriminar usarlos o no, dependiendo de su condición.

2.9.2 Herramientas.

Aunque en menor escala por su tamaño comparado con los equipos, las herramientas son recursos indispensables para ejecutar tareas de mantenimiento. A continuación se mencionan aspectos a considerar en relación a ellas:

2.9.2.1 Almacén de herramientas.

Es conveniente que el resguardo de las herramientas sea de forma ordenada y limpia. Así es más fácil encontrarlas en el momento que son requeridas y prolonga su vida. A excepción de las herramientas que se entregan a los técnicos como parte de su equipo diario, éstas podrán almacenarse en bodegas con su debido registro de entrada y salida. De igual manera, si herramientas son entregadas a técnicos, la organización de mantenimiento deberá de proveerles de un lugar para almacenarlas.

Una buena estrategia para optimizar el tiempo de las intervenciones es que las herramientas sean dispuestas tan cerca como sea posible del lugar donde ejecutan los técnicos sus actividades.

2.9.2.2 Herramientas adecuadas.

En algunas ocasiones, las herramientas para la ejecución de mantenimiento a los equipos no son estándar. Dependiendo de la procedencia y complejidad del equipo deberá requerir herramientas especiales, normalmente suministradas inicialmente por el fabricante. En esos casos, ante la falta de éstas, no es recomendable improvisar con herramientas “similares”; sino hacer las gestiones necesarias para adquirir la correcta. Utilizar la herramienta incorrecta tiene dos repercusiones principales: Daño al equipo y el riesgo de causar lesiones al personal que las manipula.

La calidad de las herramientas es también importante. Muchas veces, justificar la compra de herramientas únicamente tomando en cuenta el costo, tiene como consecuencia la reposición más frecuente, bajo rendimiento en la ejecución de las tareas y se corre el riesgo de dejar tareas inconclusas.

2.9.3 Instrumentos.

La industria del plástico requiere dotar de instrumentos de precisión a sus técnicos para ajustes “finos” de maquinaria y equipos. La organización de mantenimiento debe velar porque sus técnicos los posean.

2.9.3.1 Instrumentos adecuados.

Ciertas maquinarias y dependiendo de su complejidad, requieren de instrumentos especiales para las intervenciones de mantenimiento. Estos podrán estar disponibles en el mercado local o, en el peor de los casos, será requerida su importación. Para cualquiera de los casos, las jefaturas de mantenimiento deben proveerlos a sus técnicos para la correcta y acertada intervención.

Cuando son instrumentos especializados y no son otorgados a los técnicos de manera personalizada, es requerido que se resguarden en un lugar destinado y especial para ello donde pueda incluirse hasta un ambiente controlado. Lugar que los resguarde de daños y que provea facilidades para tener un control de su custodia a través de registros de entrada y de salida (Entrega y recibo).

2.9.4 Materiales.

En relación a los materiales utilizados para realizar las tareas de mantenimiento se puede mencionar:

2.9.4.1 Disponibilidad.

Dependiendo de la tarea y su complejidad, serán necesarios diferentes tipos y cantidades de consumibles. Disponer de ellos insitu al momento que se requieren durante las tareas de mantenimiento, es parte de una buena gestión de planificación. Es necesario conocer el tipo de material que entra a las empresas; una buena alternativa para ellos es requerir su Hoja de Información de Seguridad del Material (MSDS por sus siglas en inglés) a los proveedores.

Los materiales forman parte de una inversión realizada por las organizaciones para el cumplimiento planes de mejora en muchos casos. Su cotización y compra debe estar

“validada” por procedimientos financieros internos que califiquen a proveedores por su calidad en suplirlos.

2.9.4.2 Almacén de materiales.

En base al tipo de material y a las recomendaciones de almacenamiento, normalmente descritas en las MSDS, es necesario disponer de instalaciones adecuadas para albergarlos; así como el control de las requisiciones de entrada y salida e identificación de éstos.

2.9.4.3 Proveedores.

Es necesario tener disponible la información de proveedores; es decir no solo de uno, sino de otros que hagan entregas en caso uno de ellos no supla el material requerido.

2.9.5 Repuestos.

Uno de los costos más importantes del departamento de mantenimiento lo constituye el consumo de repuestos. Los departamentos financieros y el estricto control económico que se hace de cada una de las partidas presupuestarias de una empresa han impuesto unas políticas de reducción de stock cada vez más agresivas, de manera que se hace necesario estudiar qué repuestos son los imprescindibles para mantener en stock. La disponibilidad de las plantas depende de un stock de repuesto adecuado.

2.9.5.1 Indicadores para repuestos.

En la sección 2.2.4, se describen los indicadores de desempeño para mantenimiento, específicamente en la Tabla 7. Listado detallado de indicadores de SMRP, involucra indicadores para repuestos. Para ésta sección, lo importante es su aplicación. Conociendo de las empresas su aplicación, es señal de su gestión con los recursos e indica que los tienen bajo un control con reducidas probabilidades que sea fuente de pérdidas de dinero.

Repuestos en desuso y de baja rotación son dos ejemplos de los casos a los que se le debe dar seguimiento. El almacén de repuestos alberga dinero materializado en partes que necesita atención antes que se convierta en material sin recuperación.

2.9.5.2 Almacén de repuestos.

¿Por qué la importancia del almacén de repuestos? Justo como se expresó en la sección 2.9.5.1, el almacén de repuestos alberga “dinero” que debe resguardarse. La infraestructura del almacén deberá evitar daños a los repuestos por el contacto al agua, polvo, agentes mecánicos y agentes químicos. Repuestos con daños equivale a repuestos inexistentes; exponiendo a la organización a paros prolongados por la falta de estos.

El control de entrega y recibo de repuestos en el almacén es primordial para el departamento de finanzas y para la misma organización de mantenimiento. Repuestos que en ocasiones solo son extraídos del almacén para pruebas y no son retornados creando “almacenes externos”, genera inventarios engañosos que descontrolan la orden de pedido, específicamente cuando se tienen definidos máximos y mínimos.

2.9.5.3 Costo por falta de repuesto.

Desde la perspectiva de la alta dirección es importante conocer cuál es el costo por falta de repuesto. Este permite hacer estimaciones del dinero perdido cuando se presentan estos casos, con el valor del mismo; es decir cuánto se pierde por no tenerlo versus cuánto se paga al comprarlo.

2.9.5.4 Pedidos de repuestos.

No es necesario tener el almacén lleno de partes que no se utilizan. Tampoco es conveniente la compra de repuestos de fácil adquisición, como aquellos que sin problemas son distribuidos por proveedores locales y cuando son comunes. Para casos como estos, las estrategias como las entregas “Justo a tiempo”, *just in time* por su traducción en inglés, son las recomendadas.

Para repuestos que no se encuentran localmente, es necesario buscar proveedores internacionales y con tiempo de entrega a mediano plazo, lo que hace conveniente realizar pedidos para tenerlos en almacén.

Para cualquiera de los casos mencionados, es oportuno tener información actualizada de los proveedores para evitar desabastecimientos innecesarios que normalmente tienen

como consecuencias pérdidas de producción. No solo importan sus contactos sino tener identificados y registrados los tiempos de entrega de repuestos para no afectar los máximos y mínimos de inventarios de partes definidos por la organización.

Con estrategias de mantenimiento predictivo se tiene la posibilidad de anticipar la compra de repuestos y con ello un mejor control de pedidos.

2.9.5.5 Repuestos críticos y obsoletos.

En la sección 2.2.5 se describió la importancia de los equipos críticos. Es evidente la necesidad de generar estrategias de mantenimiento para este tipo de equipos en las cuales el manejo de sus repuestos no debería estar exento. El “trato” especial que reciben los equipos críticos debe estar en concordancia con el que reciben sus repuestos.

Ninguna actividad relacionada para mantener a los equipos críticos estará completa, si no se toman en cuenta sus repuestos y tiempos de entrega entre otros.

2.9.5.6 Identificación de inventarios.

Sin importar la estrategia para el manejo de inventarios, es necesario definir su codificación e identificación dentro el almacén. Una mala organización permite extravíos de repuestos críticos que finalmente ocasionen retrasos innecesarios. El modelo GIM contempla esta actividad, no solo por lo imprescindible de tener repuestos, sino por tenerlos a tiempo.

3. Metodología

3.1 Modelo GIM

EL modelo GIM está enfocado en medir la gestión de mantenimiento de empresas. Su nombre se deriva del acrónimo “Gestión Integral de Mantenimiento”. Consta de nueve pilares con sus respectivos indicadores de medición. En base a el, se desarrolló una encuesta con preguntas referentes a cada uno de los indicadores y pilares. La encuesta se postula en base a la escala Likert, que es utilizada para obtener las preferencias o grado de aceptación a un enunciado específico.

El modelo consta también de preguntas abiertas, que permiten conocer la opinión de un tema en particular y determinar algún tipo de tendencia.

De manera gráfica se representa el modelo GIM en la Figura 27.

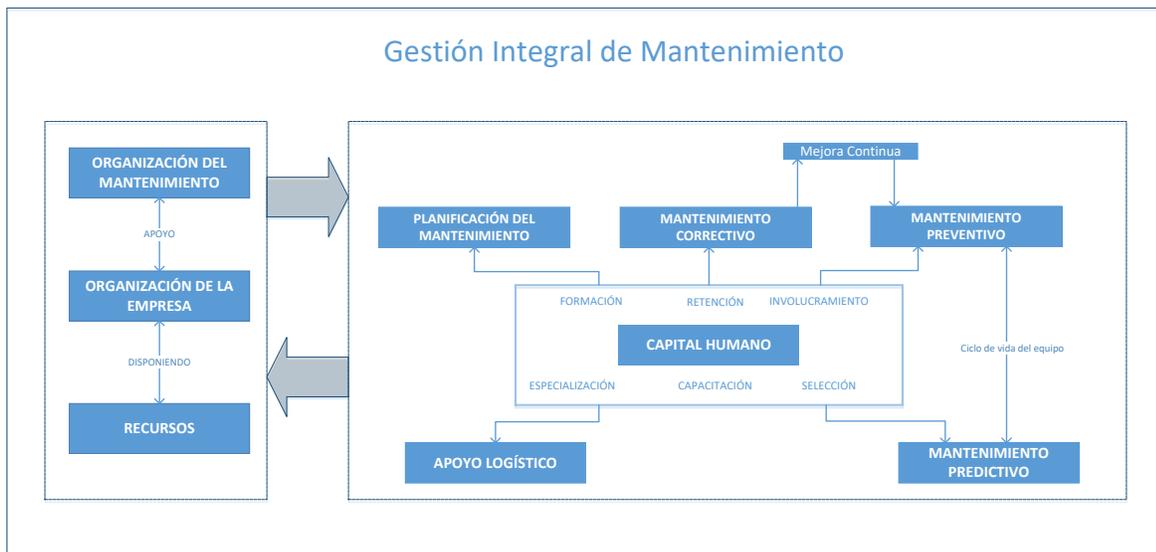


Figura 27. Modelo de Gestión Integral de Mantenimiento (GIM). Fuente: Elaboración propia.

El modelo, incluyendo sus pilares e indicadores se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Modelo propuesto para la evaluación de gestión de mantenimiento en empresas.

Dimensión	Pilar	Indicador
Gestión Integral de mantenimiento	Organización de la empresa	Planificación estratégica
		Autoridad y autonomía
		Sistema de información
	Organización de mantenimiento	Estructura
		Autoridad y autonomía
		Sistema de información
		Indicadores de desempeño
	Planificación de mantenimiento	Criticidad de equipos
		Objetivos y metas
		Directrices de planificación
		Hoja de vida de los equipos
		Mantenimiento de oportunidad
	Mantenimiento preventivo	Planificación
		Programación
		Calidad
	Mantenimiento correctivo	Soporte
		Priorización
		Registro
		Solución de fallas
	Mantenimiento predictivo	Planificación y técnicas
Programación		
Evaluación		
Capital humano	Selección y formación	
	Retención del talento	
	Mantenimiento autónomo	
Apoyo logístico	Apoyo administrativo	
	Apoyo gerencial	
Recursos	Equipos	
	Herramientas	
	Instrumentos	
	Materiales	
	Repuestos	

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del modelo se tomaron en cuenta la Norma COVENIN 2500-93, la encuesta de eficacia de mantenimiento del Instituto Marshall, experiencia y conocimientos adquiridos por los autores en la maestría y un procedimiento de priorización a través de un Proceso Analítico Jerárquico (PAJ).

3.1.1 Norma COVENIN 2500-93.

Fue elaborada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad de

Venezuela. Específicamente, la norma fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización CT3 (Construcción) y aprobada el 1 de diciembre de 1993 (COVENIN).

La norma comprende de un método cuantitativo para evaluar la gestión de los sistemas de mantenimiento en empresas de manufactura. Ésta se enfoca en once áreas:

- Organización de la empresa.
- Organización de mantenimiento.
- Planificación de mantenimiento.
- Mantenimiento rutinario.
- Mantenimiento programado (planificación).
- Mantenimiento circunstancial.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento por avería.
- Personal de mantenimiento.
- Apoyo logístico.
- Recursos.

Cada área está dividida en indicadores. Evalúa a cada una de ellas otorgándoles la misma ponderación para obtener una calificación.

De la estructura de la norma COVENIN 2500-93 se realizaron adaptaciones de sus áreas e indicadores. En base a literatura existente, se hizo una revisión minuciosa del material que se tomó en cuenta.

3.1.2 Estudio de la Eficacia de Mantenimiento del Instituto Marshall.

El Instituto Marshall es una firma de consultoría y formación de gestión de activos dedicada a ayudar a las empresas a mejorar la contribución de mantenimiento para su desempeño organizacional (Marshall Institute).

El Instituto Marshall creó un modelo para medir la eficacia del mantenimiento. El propósito del estudio es determinar de qué manera se pueden utilizar las fortalezas de un departamento e identificar las áreas a mejorar y corregir. Este consta de las siguientes áreas:

- Administración del recurso
- Administración de la Información
- Mantenimiento preventivo y tecnología de equipos
- Planificación y programación
- Soporte de mantenimiento

La herramienta para recolección de datos utilizada por el Instituto Marshall es una encuesta creada en 2009.

3.1.3 Experiencia y conocimiento de los autores.

Cada uno de los autores aportó los conocimientos del área de mantenimiento que posee y los adquiridos durante el curso del contenido de la maestría. Adicionalmente, generaron valor agregado en base a su experiencia laboral en cada una de las ramas de su experiencia de especialización.

3.1.4 Proceso Analítico Jerárquico.

Según José María Moreno Jiménez, es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible, para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de las experiencias capturadas a través de la ciencia. Enfatiza que gran parte del conocimiento y comportamiento puede explicarse en términos de comparaciones relativas expresadas en forma de relaciones.

Los aspectos intangibles a los que por el momento no se les puede asignar directamente un valor numérico, pueden ser medidos relativamente y tener sentido en función de otras cosas que forman un sistema de valor y entendimiento (misión, criterios y subcriterios). Mayores detalles del PAJ se describen en Anexo C. Proceso Analítico Jerárquico

3.2 Aplicación del PAJ al método GIM

El modelo GIM utiliza el PAJ para ponderar cada uno de los pilares e indicadores de acuerdo a los criterios de los autores. Las preguntas fueron ponderadas equitativamente en relación a cada indicador. Para validar la consistencia de los juicios plasmados en las matrices recíprocas de comparaciones pareadas, se obtiene una razón de consistencia menor al 10%, denotando coherencia.

GIM utiliza un rango de calificación de 0-100%, a diferencia de la norma COVENIN 2500-93 y la encuesta del Instituto Marshall que utilizan la misma ponderación para los diferentes parámetros de evaluación. Las ponderaciones del modelo se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Ponderaciones de pilares e indicadores del GIM.

Pilar	% Ponderación relativa al modelo	Indicador	% Ponderación relativa al pilar
Organización de la empresa	15	Planificación estratégica	43
		Autoridad y autonomía	14
		Sistema de información	43
Organización de mantenimiento	17	Estructura	15
		Autoridad y autonomía	6
		Sistema de información	29
		Indicadores de desempeño	36
		Criticidad de equipos	14
Planificación de mantenimiento	7	Objetivos y metas	52
		Directrices de planificación	10
		Hoja de vida de los equipos	10
		Mantenimiento de oportunidad	28
Mantenimiento preventivo	7	Planificación	43
		Programación	43
		Calidad	14
Mantenimiento correctivo	4	Soporte	16
		Priorización	16
		Registro	7
		Solución de fallas	60
Mantenimiento predictivo	9	Planificación y técnicas	43
		Programación	43
		Evaluación	14
Capital humano	13	Selección y formación	43
		Retención del talento	43
		Mantenimiento autónomo	14
Apoyo logístico	11	Apoyo administrativo	17
		Apoyo gerencial	83
Recursos	17	Equipos	7
		Herramientas	7
		Instrumentos	7
		Materiales	28
		Repuestos	49

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Descripción de la metodología

Se compara y evalúa el porcentaje de cumplimiento de cada empresa de la muestra con el modelo GIM, obteniendo de ella una calificación de cada empresa. La condición de la

gestión del mantenimiento del sector plástico de El Salvador, se obtiene promediando las calificaciones de cada empresa y comparándolas con el rango de la Tabla 15.

Tabla 15. Condición de la gestión del mantenimiento en base al modelo GIM.

Rango (%)	Condición	Resultado
0 – 20	Mala	No se aportan datos, o los reportados son esencialmente anecdóticos. No existe una tendencia que indique, al menos, compromiso de iniciar con la implementación de una gestión de mantenimiento. No se identifican las características (pilares e indicadores) definidas dentro del modelo GIM.
21 - 40	Deficiente	Se identifican indicios en la implementación de una gestión de mantenimiento. Existen algunos datos que confirman esta “intuición” y dirección hacia el modelo propuesto. Existe preocupación respecto de los criterios de cada pilar, pero no se han desarrollado acciones tendientes a mejorarlos.
41 - 60	Suficiente	Existe una tendencia a dar cumplimiento al modelo propuesto, eventualmente no sistemáticos. Se identifican resultados respecto a la implementación de planes y acciones tendientes a mejorar indicadores de cumplimientos de metas, en relación al modelo GIM.
61 - 80	Buena	Existen indicios sólidos de cumplimiento del modelo propuesto, producto de un plan sistemático. Aun no se alcanzan los resultados óptimos, pero se está consciente de todos los criterios considerados en cada pilar.
81 - 100	Excelente	Se cumple con las exigencias del modelo GIM. Se evidencia un compromiso con la mejora continua. Contando, con los recursos necesarios, para una organización tanto del mantenimiento y de la empresa que soporta procesos para gestionar el capital humano con el apoyo de la administración y la gerencia, aplicando técnicas modernas e innovadoras de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Por medio del PAJ, se determinó que son cuatro los pilares con mayor ponderación. En orden se mencionan: Recursos (17%), Organización de mantenimiento (17%), Organización de la empresa (15%) y Capital Humano (13%).

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1 Presentación de resultados

En base a la información recopilada y con el modelo propuesto para la evaluación de gestión de mantenimiento de la Tabla 13, se hace un breve resumen de los hallazgos más importantes de cada indicador en la Tabla 16. Las gráficas de las cuales se extrajo la información, se muestran en el Anexo B. Presentación gráfica de respuestas de la encuesta

Tabla 16. Resumen de resultados cuantitativos por cada indicador del modelo GIM.

Pilar	Indicador	Resumen
Organización de la empresa	Planificación estratégica	<p>El 81% de las empresas poseen organigramas donde se muestra su estructura a nivel general y departamental. El 71% cuentan con descriptivos de puestos.</p> <p>El 90% de la muestra cuenta con misión, visión y valores.</p> <p>Adicionalmente, el 90% tienen una política de seguridad industrial y salud ocupacional.</p>
	Autoridad y autonomía	<p>El 24% de las empresas consideran que se tiene duplicidad de funciones; aunque al mismo tiempo el 95% asevera que tienen líneas de mando definidas.</p>
	Sistema de información	<p>El 71% de las empresas disponen de información inmediata y oportuna para la toma de decisiones. Aunque solo el 48% de las empresas poseen un ERP.</p> <p>Los EAM no son considerados de relevancia, ya que solo el 29% de las empresas lo poseen.</p> <p>El 20% de las empresas que cuentan con ERP utilizan el módulo de la gestión de inventarios. El 18% el de finanzas, 14% el de planificación de las necesidades de material y 11% el de adquisiciones. Sin embargo, para las que no lo tienen, la falta de presupuesto y la resistencia al cambio son los principales obstáculos para implementarlo.</p> <p>El 48% de las empresas están certificadas bajo la norma ISO 9001.</p>
Organización de mantenimiento	Estructura	<p>Solamente el 62 % de las empresas están convencidas que tienen una política de mantenimiento ajustada a la realidad del negocio.</p> <p>El 52% de las empresas afirman que su estructura de mantenimiento es independiente a la de producción. No obstante, el 71% considera que trabajan junto a producción para resolver los problemas.</p> <p>El 62% de las organizaciones poseen un proceso integral de gestión para el control del riesgo en las áreas de mantenimiento y cuentan con un análisis de riesgos.</p> <p>El 71% de las empresas tienen estructurado a mantenimiento como un departamento.</p>

		<p>El 43% consideran que el reto más importante en la gestión de mantenimiento es la reducción de costos, en segundo lugar la resistencia al cambio con un 24%.</p>
	Autoridad y autonomía	<p>El 95% de las decisiones de mantenimiento se toman consultando niveles superiores. En igual rango, la dirección de mantenimiento fomenta el conocimiento de la operación como complemento a sus funciones.</p> <p>El 76% considera que personal de mantenimiento ejecuta sus actividades aplicando reglamentos de seguridad.</p> <p>Los departamentos que toman decisiones en la compra de equipos son principalmente: mantenimiento, operaciones, ingeniería y la alta dirección.</p>
	Sistema de información	<p>El 76% considera que posee procedimientos estandarizados para realizar las tareas de mantenimiento.</p> <p>El 67% le da seguimiento a gastos y costos totales de mantenimiento.</p> <p>El 67% da seguimiento a los costos de mantenimientos de sus equipos.</p> <p>No existe un convencimiento en compartir las metas y objetivos con todos los niveles del departamento ya que apenas un 38% de las empresas tienden a hacerlo.</p> <p>Un 62% practica benchmarking.</p> <p>Solo entre un 19% de las empresas cuentan con un GMAO. De la misma manera, aseveran que su GMAO les genera de forma automática indicadores técnicos y económicos.</p> <p>De la escasa población que posee GMAO, solo lo utilizan para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de inventarios y almacenes. ▪ Plan de mantenimiento. ▪ Indicadores de gestión. ▪ Ejecución de órdenes de trabajo. ▪ Documentación del trabajo. ▪ Tiempos perdidos. <p>Los módulos como los mencionados a continuación no son tomados en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contratación. ▪ Configuración. ▪ Compras. ▪ Jerarquización de los activos. ▪ Análisis de criticidad. ▪ Información técnica. ▪ Almacén. ▪ Inventarios. ▪ Planeación y programación. ▪ Costos y presupuestos. <p>Es importante reconocer que las jefaturas de mantenimiento, al momento de toma de decisiones, se basan en el siguiente orden de preferencia:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sugerencia de los técnicos. ▪ Inspecciones. ▪ Indicadores de desempeño. ▪ Equipos críticos. ▪ Instrucciones de la alta dirección. <p>Sin embargo, dejan de lado a los reportes de GMAO e historiales de falla.</p>
Indicadores del desempeño	<p>El 57% de la industria tiene un listado definido de indicadores y el 52% tiene el control de la frecuencia con la que se miden.</p> <p>En cuanto a los indicadores de gestión del negocio solo considera importante al Costo de mantenimiento por unidad producida, el resto no tiene.</p> <p>En cuanto a Confiabilidad del proceso de manufactura utilizan en orden de preferencia los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo de operación. ▪ Disponibilidad. ▪ Tiempo de utilización. ▪ Efectividad Global del Equipo (OEE). <p>En cuanto a Confiabilidad del equipo utilizan en orden de preferencia los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo total de parada. ▪ Tiempo de parada no programado. ▪ Tiempo medio para reparar o reemplazar (MTTR). ▪ Tiempo medio entre fallas (MTBF). ▪ Tiempo de parada programado <p>El 54% de empresas no utilizan indicadores de organización y liderazgo. No obstante, para las que lo hacen, solo consideran importante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Horas de entrenamiento en mantenimiento. ▪ Retrabajo. ▪ Costo que genera el entrenamiento del personal. <p>En cuanto a la gestión del trabajo, específicamente en relación a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación del trabajo, utilizan en orden de preferencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Costo de mantenimiento correctivo. ○ Horas de mantenimiento correctivo. ○ Horas de mantenimiento preventivo. ○ Costo de mantenimiento preventivo. ▪ Planeación del trabajo, utilizan en orden de preferencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Trabajo planeado. ○ Trabajo no planeado. ○ Horas reales a estimadas de la planificación. <p>Dejan de lado la Productividad del planificador, Costo real estimado de la planificación e Índice de variación de la planificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programación, utilizan en orden de preferencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cumplimiento del mantenimiento preventivo y predictivo. ○ Cumplimiento de las horas programadas. ○ Cumplimiento de Órdenes de Trabajo (OT) programadas.

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Trabajo reactivo. <p>Dejan de lado el “retraso de OT de mantenimiento preventivo y predictivo” y “Rendimiento del mantenimiento preventivo y predictivo”.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el Backlog el 62% de las empresas encuestadas no toma en cuenta este tipo de indicadores. Para las pocas que lo hacen, el 30% considera de importancia para sus procesos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Duración de la orden de trabajo ▪ Gestión de personal el 19% no considera importante a ninguno de ellos, pero para los que lo hacen son: <ul style="list-style-type: none"> ○ Relación de trabajadores a supervisor. ○ Relación de trabajadores por turno. ○ Costo sobretiempo de mantenimiento. ○ Relación de trabajadores a planificador. ▪ Gestión de materiales, utilizan en orden de preferencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Rotación inventarios. ○ Costo de materiales de mantenimiento. ○ Registros de almacén. ○ Falta stock.
	Criticidad de equipos.	<p>El 71% de las empresas encuestadas mencionan que tiene jerarquizados los activos en la organización. El 81 % considera que la jerarquización se toma en cuenta para la toma de decisiones de mejora en la operación y mantenimiento de los activos.</p> <p>El 90% tiene identificados los equipos críticos.</p> <p>Apenas el 43% se preocupa por pronosticar el ciclo de vida de los activos de la organización. Esta tendencia se ve reflejada en el promedio de la vida útil de los equipos de la muestra. Estos datan en promedio desde 1996.</p> <p>El 62% tiene una estrategia de confiabilidad de equipos.</p>
Planificación de mantenimiento.	Objetivos y metas.	<p>El 76% de las empresas tienen definidos los objetivos y metas que debe cumplir mantenimiento.</p> <p>El 90% tiene un plan de mantenimiento para los activos.</p> <p>Para el 90% de las empresas, las acciones de mantenimiento ejecutadas son orientadas hacia el logro de objetivos.</p> <p>Solo el 23% de las empresas, revisa anualmente sus planes de mantenimiento. Sin embargo, llama la atención que otras (19%) lo hacen trimestralmente y un 15% no lo hace. Otras frecuencias utilizadas son la semestral, semanal y bimestral.</p>
	Directrices de planificación.	<p>El 81% de las empresas utilizan un sistema de órdenes de trabajo para las actividades de mantenimiento. El 86% considera que las OT mejoran los procesos de programación y planificación en mantenimiento.</p> <p>El 62% de las organizaciones, se apoyan en outsourcing cuando existe carga de trabajo excesiva o se requiere especialización de habilidades.</p>

	<p>El 62% tiene un convencimiento de la necesidad de evaluar y seleccionar contratistas para que participen en las diferentes tareas de mantenimiento.</p> <p>El 71% tiene un registro del tiempo de trabajo del personal de mantenimiento.</p> <p>Las categorías que contiene la orden de trabajo son por preferencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Programación. ○ Requisición. ○ Autorización. ○ Ejecución. ○ Cierre. <p>Los aspectos que determinan la efectividad del sistema de órdenes de trabajo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Orden de ejecución de tareas. ○ Seguimiento de las tareas. ○ Cumplimiento del tiempo planeado. ○ Seguimiento de órdenes abiertas. ○ Correcto llenado de la hoja. <p>Los responsables de preparar los "paquetes de trabajo" son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Jefe de mantenimiento. ○ Planificador. ○ Técnico encargado de turno. <p>El 38% planea sus mantenimientos mayores con 3 meses de anticipación y solo un 24% lo hace anualmente. El resto oscila desde una semana hasta 9 meses. Es decir, no hay una conciencia de las ventajas que proporciona planear anticipadamente sus paros de planta.</p>
Hoja de vida de los equipos	<p>El 62 % de las empresas tiene control de los tiempos de paro de las máquinas.</p> <p>El fichero técnico contiene, en orden de preferencia, la información siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Corrección efectuada. ▪ Número de orden de trabajo. ▪ Tipo de fallo (Normalizar y codificar). ▪ Número de horas de trabajo. ▪ Defectos encontrados. ▪ Tiempo fuera de servicio. ▪ Datos de la intervención. <p>Para los que tienen dossier técnico, el contenido es de acuerdo a la siguiente lista de preferencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuales de mantenimiento. ▪ Manuales de operación. ▪ Catálogos de partes de cada equipo. ▪ Planos de construcción y montaje. ▪ Engrase y lubricantes. ▪ Histórico de intervenciones.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Repuestos utilizados. ▪ Histórico de fallas. ▪ Instrucciones de mantenimiento.
	Mantenimiento de oportunidad	<p>Un 90% de empresas aprovechan oportunidades para hacer actividades de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones cuando por razones ajenas a mantenimiento están fuera de servicio los equipos.</p> <p>El 81% tiene identificados los eventos que pueden ser aprovechados para ejecutar el mantenimiento de oportunidad.</p> <p>El 90% tiene información sobre las acciones a ejecutarse en el mantenimiento de oportunidad cuando sea requerido.</p> <p>El 67% tiene un registro del tiempo invertido en el mantenimiento de oportunidad.</p>
Mantenimiento preventivo.	Planificación	<p>El 52% de las empresas cuentan con estudios que determinan la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.</p> <p>El 86% de las empresas planean tareas de mantenimiento preventivo en conjunto con todas las áreas operativas de la organización.</p> <p>Se cuenta con instrucción técnica para la ejecución del mantenimiento preventivo, según lo expresan un 86% de la población encuestada.</p> <p>Existe una tendencia de planear el mantenimiento preventivo semanalmente y anualmente de acuerdo a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semanalmente (24%). ▪ Anualmente (24%). ▪ Diariamente (14%). ▪ Mensualmente (19%).
	Programación	<p>El 81% de la población pone a disposición de mantenimiento los equipos para la ejecución del mantenimiento preventivo en el tiempo estipulado.</p> <p>Sin embargo, solo el 47% tiene personal dedicado al mantenimiento preventivo.</p> <p>El 33% tienen un cumplimiento >91%, otro 33% de 61% a 90%, un 19% de 31% a 60%. El resto (10%) está por debajo del 30%.</p>
	Calidad	<p>Las actividades que inciden en la calidad del mantenimiento preventivo son en orden de importancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de repuestos. ▪ Supervisión activa. ▪ Herramientas adecuadas. ▪ Disponibilidad de repuestos. ▪ Programación de los mantenimientos.
Mantenimiento correctivo.	Soporte	<p>El 76% llevan registros de aparición de fallas para analizarlas y evitar reincidencia.</p> <p>El 71% tiene soporte de los fabricantes de los equipos para las actividades de mantenimiento correctivo.</p>

	Priorización	<p>El 71% tiene establecida la programación de las acciones de mantenimiento correctivo (planeado).</p> <p>El 90% priorizan las actividades de mantenimiento correctivo para su programación.</p>
	Registro	<p>Para el 67%, existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas.</p> <p>El 71% lleva registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.</p>
	Solución de fallas	<p>Para el 90%, existe seguimiento desde la generación de la falla hasta su solución.</p> <p>El 71% asegura tener las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de la falla.</p> <p>Para el 76%, cuentan con registros históricos que utilizan para analizar y actualizar las estrategias de mantenimiento.</p> <p>Un tercio de la población necesita más de un 10% del tiempo disponible de los equipos para repararlos y, solo el 14% requiere entre 1 a 2% para hacerlo.</p> <p>La respuesta ante la falla de un equipo crítico es inmediata, tal como lo asegura el 76% de empresas consultadas.</p> <p>Un 14% de la población no recurre a métodos de análisis de fallas. El resto utiliza en orden de preferencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5 ¿Por qué? ▪ Análisis causa efecto (Diagrama de ishikawa). ▪ ACR (Análisis Causa Raíz). ▪ FTA (Análisis Árbol de Falla). ▪ AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos). ▪ Experiencia. <p>Los equipos conformados para el análisis de falla están integrados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento. ▪ Producción. ▪ Calidad.
Mantenimiento predictivo.	Planificación y técnicas	<p>El 38% tiene implementado un plan de mantenimiento predictivo.</p> <p>En el 52% de las organizaciones se brinda apoyo al mantenimiento predictivo, proporcionando equipos para ejecutarlo.</p> <p>El 19% de las empresas cuenta con estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas críticas.</p> <p>Solo el 24% de las organizaciones cuenta con estudios que determinen la factibilidad de implementar técnicas de mantenimiento predictivo.</p> <p>Es importante reconocer que las técnicas de mantenimiento predictivo que ejecuta con recursos propios y por preferencia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Termografía. ▪ Analizador de ruidos. ▪ Analizador de redes.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ultrasonido. <p>Un 26% afirmó no utilizar ninguna de ellas.</p> <p>Las técnicas de mantenimiento predictivo tercerizadas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analizador de lubricantes. ▪ Termografía. ▪ Analizador de ruidos. ▪ Analizador de redes. ▪ Ultrasonido.
	Programación	<p>El 43% de las empresas tienen planes y políticas de mantenimiento predictivo que se ajustan a la realidad de la organización.</p> <p>El 29% de las empresas tiene personal dedicado al mantenimiento predictivo.</p> <p>El 43% de las empresas tienen identificados los puntos de medición en cada uno de los equipos a los que se le practica mantenimiento predictivo.</p> <p>Un 43% analiza la información recolectada con los equipos de mantenimiento predictivo.</p>
	Evaluación	<p>En el 34% de los casos, están establecidos los límites de control para las variables del mantenimiento predictivo de cada equipo.</p> <p>El 24% incluye a sus equipos críticos en las rutinas de mantenimiento predictivo.</p>
Capital Humano	Selección y formación	<p>El 90% coincide que la selección del personal se realiza en base al perfil de puesto de la organización.</p> <p>El 76% hace evaluación del desempeño del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.</p> <p>De igual manera y en misma proporción (76%) priorizan la ocupación de plazas vacantes con promoción interna.</p> <p>Solo el 62% se ha preocupado en capacitar al personal de mantenimiento para el análisis y procesamiento de la información sobre las fallas.</p> <p>Los programas permanentes de formación del personal para desarrollar capacidades y conocimientos es cubierto principalmente con entrenamientos internos (24%) y externos (24%). Solamente el 16% brinda la oportunidad de ajustar horarios para estudio de sus técnicos. Solo un 5% otorga becas para estudio.</p>
	Retención del talento	<p>Un 52% da importancia a logros de calidad y producción, consecuencia de una buena gestión de mantenimiento.</p> <p>El 71% otorga incentivos o estímulos basados en los indicadores de desempeño.</p> <p>El 81% mide el bienestar y satisfacción de sus empleados.</p>
	Mantenimiento autónomo	<p>El 48% de las empresas tiene definido el mantenimiento autónomo.</p>

		<p>En el 71% de empresas, los operadores se involucran en las tareas de mantenimiento.</p> <p>Solo un 38% asegura tener descritas las instrucciones técnicas que permitan al operador aplicar mantenimiento a los equipos.</p> <p>De igual manera y proporción del anterior (38%) asegura que los operadores están bien informados sobre el mantenimiento a realizar.</p> <p>El 62% de empresas cuenta con materiales y herramientas para la ejecución del mantenimiento autónomo.</p> <p>Solo el 15% utiliza herramientas de inspección como Tag & Check en el mantenimiento autónomo.</p> <p>El 43% utiliza la técnica de las 5's como parte del mantenimiento autónomo.</p> <p>Los pasos del mantenimiento autónomo mayormente utilizado y en orden de preferencia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpieza inicial. ▪ Establecer estándares de limpieza y lubricación. ▪ Eliminar fuentes de contaminación y áreas difíciles de limpiar. ▪ Inspección general del equipo (Inspección Autónoma). <p>Los pilares de mantenimiento autónomo que se practican y en orden de aplicación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prevención de averías. ▪ Mantenimiento autónomo. ▪ Mantenimiento de la calidad. ▪ Mejoras enfocadas. ▪ Mantenimiento planificado. ▪ Seguridad y medio ambiente. ▪ Educación y entrenamiento.
Apoyo logístico	Apoyo administrativo	<p>De acuerdo al 43% de las empresas, se tienen que desarrollar muchos trámites para que se otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.</p> <p>El 52% de las empresas cuenta con un modelo integral de gestión de activos incluida en su visión y misión.</p> <p>Solo el 33% de la organización posee plan de gestión de activos a largo plazo y está integrado con los objetivos y metas del negocio.</p> <p>El 57% de las empresas poseen políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de los activos de mantenimiento u otros.</p> <p>Solo el 38% cuenta con un presupuesto anual asignado.</p> <p>La mitad (52%) asegura que mantenimiento tiene asignados centros de costos para la administración de equipos.</p> <p>El 67% de las empresas conocen el monto en dinero que tiene invertido en bodega de repuestos.</p> <p>El 62% conoce el costo de parada para cada equipo.</p> <p>El 62% no sabe la relación del presupuesto en relación al general.</p>

		<p>La tendencia del presupuesto de mantenimiento en los últimos 5 años ha sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenido para el 38% de las empresas. ▪ Aumentado para 33%. ▪ Reducido el 19%. ▪ El resto no sabe.
	Apoyo gerencial	<p>Las empresas cuentan con el apoyo total de la gerencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Considera primordial la existencia de mantenimiento para prevenir las paradas innecesarias de los sistemas. ▪ El 95% demuestra confianza en las decisiones tomadas por mantenimiento.
Recursos	Equipos	<p>El 71% cuenta con los equipos necesarios para que opere con eficiencia y eficacia.</p> <p>El 81% tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros) sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos e instrumentos.</p> <p>En el 81% de las empresas, los técnicos de mantenimiento, conocen los parámetros de operación y capacidad de los equipos.</p>
	Herramientas	<p>Un 81% cuenta con las herramientas necesarias para operar con eficiencia y eficacia.</p> <p>El 86% dispone de un sitio para localización de herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.</p> <p>El 76% de las empresas consideran que las herramientas existentes son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.</p> <p>Un 57% llevan registros de entrada y salida de herramientas.</p>
	Instrumentos	<p>El 81% cuenta con los instrumentos necesarios para ejecutar sus tareas.</p> <p>De igual manera, en el mismo rango (81%), al momento de elegir instrumentos se toma en cuenta su efectividad y exactitud.</p> <p>Solo el 19% reconocen tener instrumentos de los que no conocen su aplicación o no les dan el uso adecuado.</p> <p>Solo el 48% lleva registros de entrada y salida de instrumentos.</p>
	Materiales	<p>Un 86% cuenta con materiales requeridos para ejecutar las tareas.</p> <p>En el 95% de las empresas se dispone de un área adecuada para el almacenamiento de materiales.</p> <p>En el 67% de las empresas, los materiales están identificados en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).</p> <p>Solo en un 33% se ha determinado el costo por falta de material.</p> <p>En el 90% de los casos, se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.</p> <p>En el 86% de las empresas, el almacén de repuestos cuenta con requisiciones para controlar la salida de materiales.</p>

		<p>El 95% tiene información precisa de los diferentes proveedores.</p> <p>Se conocen los plazos (100%) de entrega de los materiales por los proveedores.</p> <p>El 71% de las empresas cuenta con mínimos y máximos establecidos para cada tipo de material o repuesto.</p>
	Repuestos	<p>El 86% cuenta con los repuestos requeridos para ejecutar las tareas.</p> <p>El 38% usan indicadores para controlar el almacén de repuestos.</p> <p>El 81% de las empresas dispone de un área adecuada para el almacenamiento de repuestos.</p> <p>En el 67% de los casos, los repuestos están identificados y clasificados en el almacén (Etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros)</p> <p>En el 33% de los casos se ha determinado el costo por falta de repuestos.</p> <p>Un 86% ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.</p> <p>Un 86% posee formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.</p> <p>En el 90% de los casos se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.</p> <p>Se conocen (100%) los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.</p> <p>Solo el 57% conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.</p> <p>Solo el 67% tiene identificado los repuestos críticos.</p> <p>En el 62% de los casos los repuestos obsoletos están clasificados, identificados y contabilizados.</p> <p>En el 71% de los casos, los repuestos de baja rotación están identificados.</p> <p>Solo en el 67% de los casos los inventarios de repuestos están computarizados.</p> <p>El 47% de las empresas verifican los inventarios mensualmente.</p> <p>Logística (33%) y Mantenimiento (33%) son los que principalmente administran la bodega de repuestos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

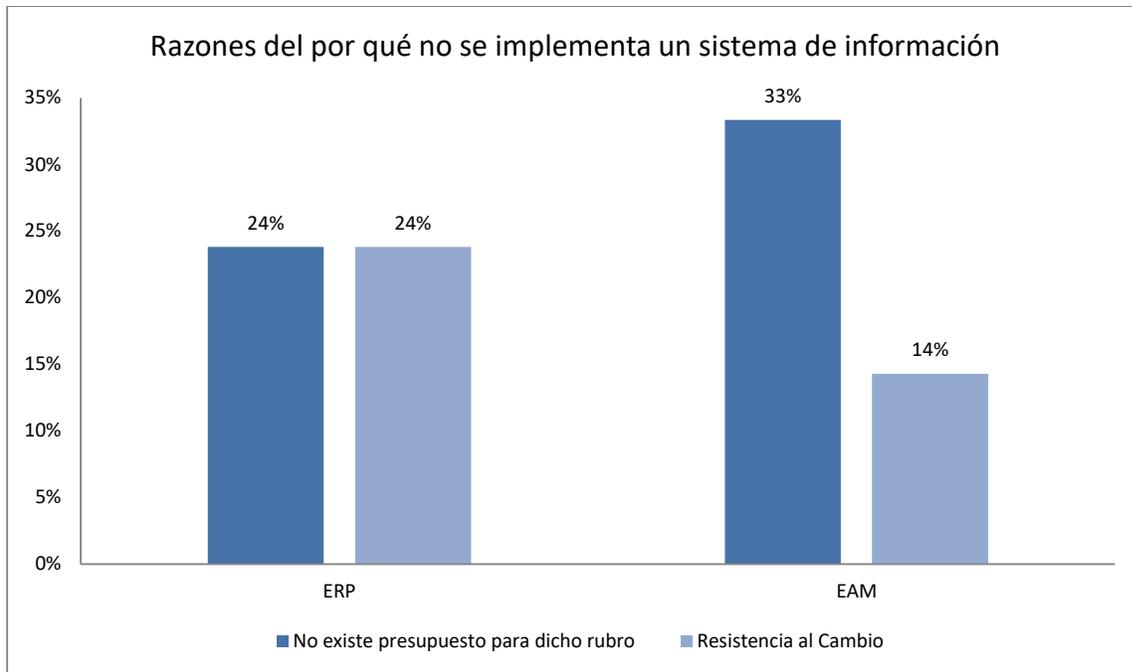
4.2 Discusión de resultados

A continuación se presentan los resultados de la investigación. Para cada uno de los pilares se interpretan los resultados de la encuesta, que se presentaron en resumen en la Tabla 16.

4.2.1 Organización de la empresa.

Se identifica, en general, que las empresas del sector plástico de El Salvador se rigen bajo una planeación estratégica, estableciendo en ella misión, visión y valores; así como políticas de seguridad y salud ocupacional. Toman en serio la asignación de funciones y responsabilidades a través de los descriptivos de puesto. La mayoría asevera tener líneas de mando definidas pero solo una cuarta parte, considera que se tiene duplicidad de funciones.

En relación a sistemas de información, se interpreta que disponen de información inmediata con la que toman decisiones sus directores; sin embargo, no la obtienen a través de un ERP aunque lo posean. Hay un sector que no lo tiene y asegura que los obstáculos para hacerlo son la resistencia al cambio (24%) y la falta de presupuesto (24%). En relación a los EAM, no los consideran importantes o de relevancia. Lo expresado se visualiza en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Razones del por qué no se implementa un sistema de información.

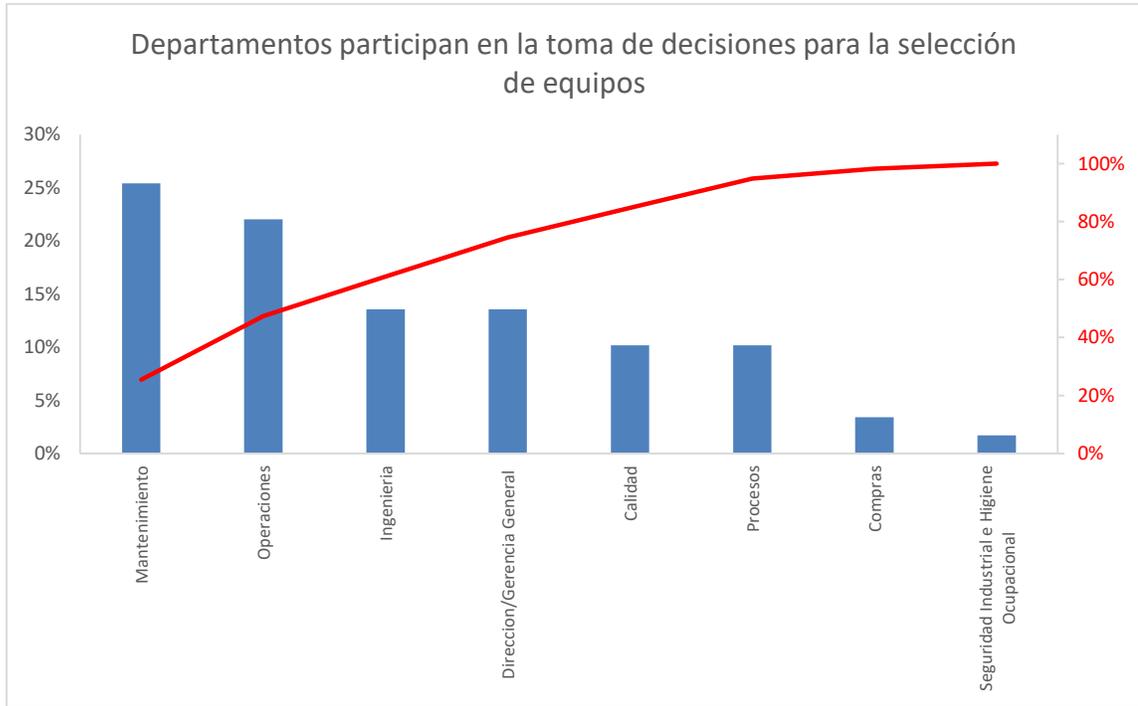
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Organización de mantenimiento.

Las políticas de mantenimiento son ajustadas a la realidad del negocio. La estructura organizacional de mantenimiento es independiente de operaciones y vertical en relación a la alta dirección. Departamentalmente son consideradas diferentes con producción por la alta dirección. Su independencia genera ventaja, ya que no es apéndice de un departamento que es juez y parte al momento de tomar decisiones en relación a la mantenibilidad de los equipos. Al mismo tiempo, es una señal del compromiso de la alta dirección con la gestión de mantenimiento.

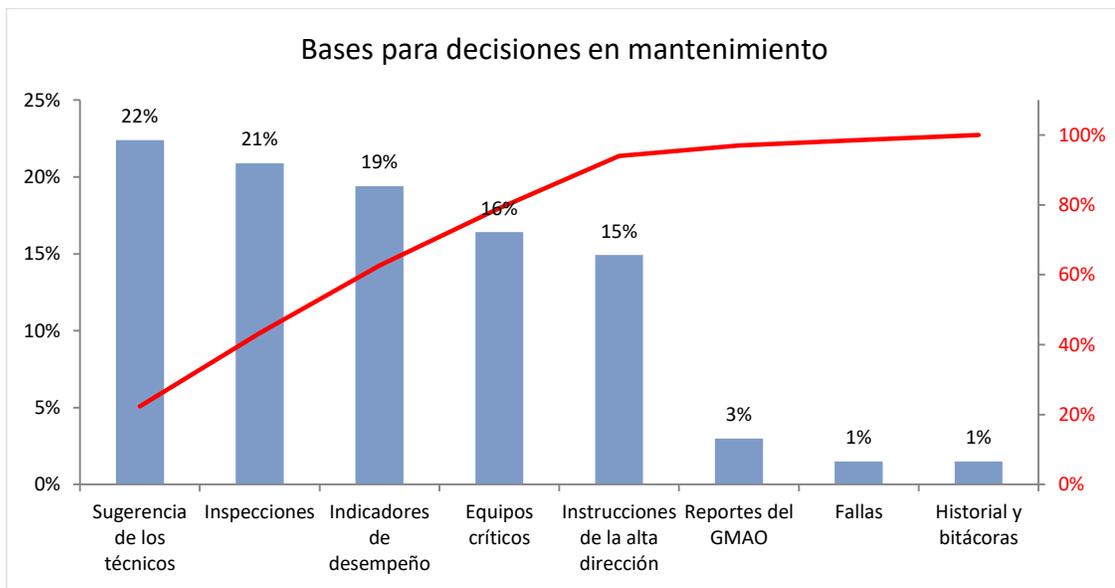
El trabajo en equipo con producción es una característica importante, y no solo al momento de resolver problemas, ya que se fomenta al conocimiento de operaciones como una herramienta en este sentido. La organización de mantenimiento no es autónoma; sus decisiones son consultadas con niveles superiores y forma parte de grupos multidisciplinarios para discernir en relación a la idoneidad de equipos, donde la alta dirección también forma parte. Para decisiones del día a día, promueven la participación de

los técnicos en la toma de decisión como primera instancia. Dicha tendencia se representa en las Gráfica 3 y Gráfica 4.



Gráfica 3. ¿Quiénes toman decisiones en relación a los equipos?

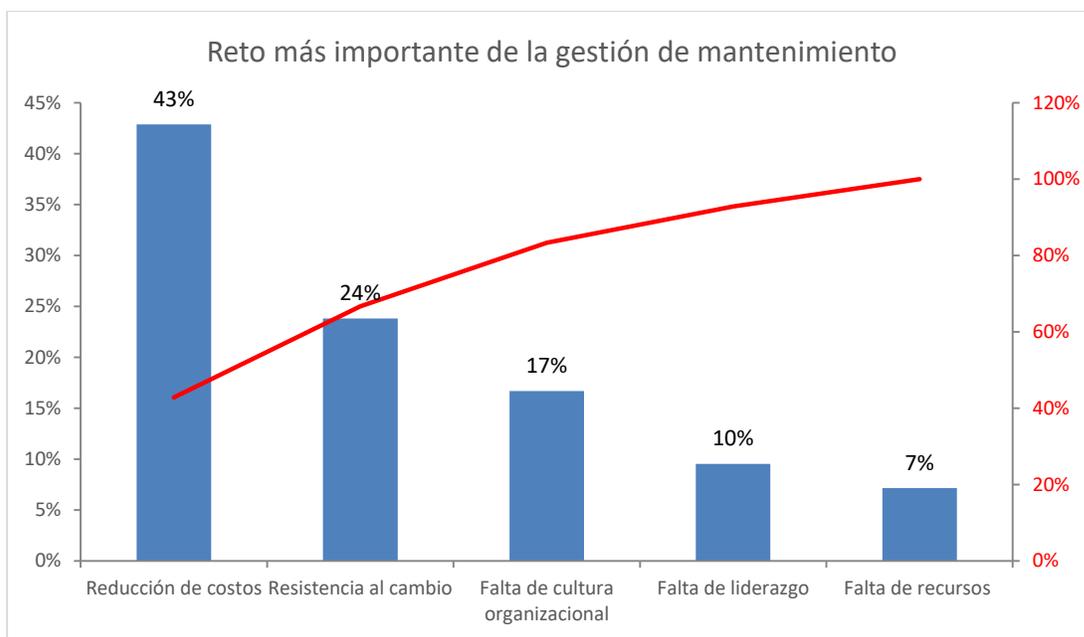
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 4. ¿En qué se basan las decisiones de las jefaturas de mantenimiento?

Fuente: Elaboración propia.

La gestión de mantenimiento está comprometida con el análisis de riesgo en los lugares de trabajo, promoviendo la ejecución de tareas aplicando reglamentos de seguridad e incentivado la estandarización a través de procedimientos. Sin embargo, son dos los retos más importantes a vencer en la gestión de mantenimiento. El primero es la reducción de costos, siendo una estrategia utilizada ampliamente para buscar la “rentabilidad”; aunque no sea siempre la mejor; ya que se corre el riesgo de sacrificar calidad de equipos y repuestos para cubrir ineficiencias en la operación. El segundo es la resistencia al cambio, reto que requiere del involucramiento total de la alta dirección para superarlo. En la Gráfica 5 se observa dicha tendencia.



Gráfica 5. Reto más importante de la gestión de mantenimiento.

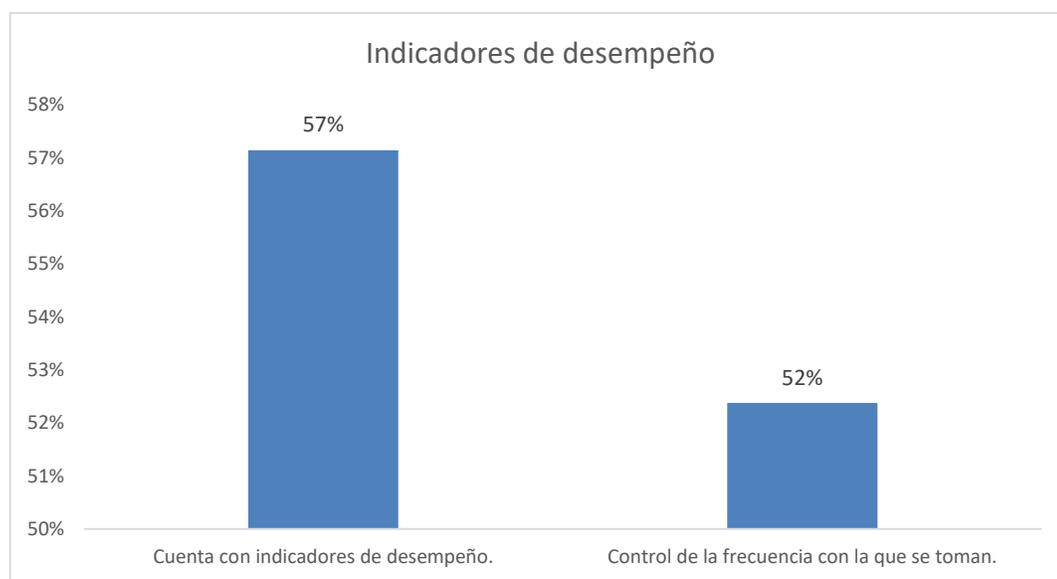
Fuente: Elaboración propia.

Es alentador identificar que más de la mitad de la muestra da seguimiento a gastos y costos de mantenimiento. Por otro lado, no existe un convencimiento para compartir metas y objetivos con todos los niveles del departamento. Esto genera una brecha por desconocimiento que impide el cumplimiento de planes o el seguimiento objetivo de indicadores en busca de una mejora continua.

El GMAO es una herramienta importante en la gestión moderna de mantenimiento pero desafortunadamente no es un compromiso de las empresas tenerlo; sin embargo, son conocedores de sus ventajas como el seguimiento de indicadores técnicos y económicos, entre otros. Las pocas empresas que lo poseen no sacan provecho de todas las bondades del software, teniendo una inversión no utilizada en sus empresas con la cual la gestión de inventarios y planes de mantenimiento son los usos de preferencia.

Por otro lado, aunque existen indicios de benchmarking local, no es una práctica que tenga frutos palpables, mucho menos ante un reto de comparación a nivel regional.

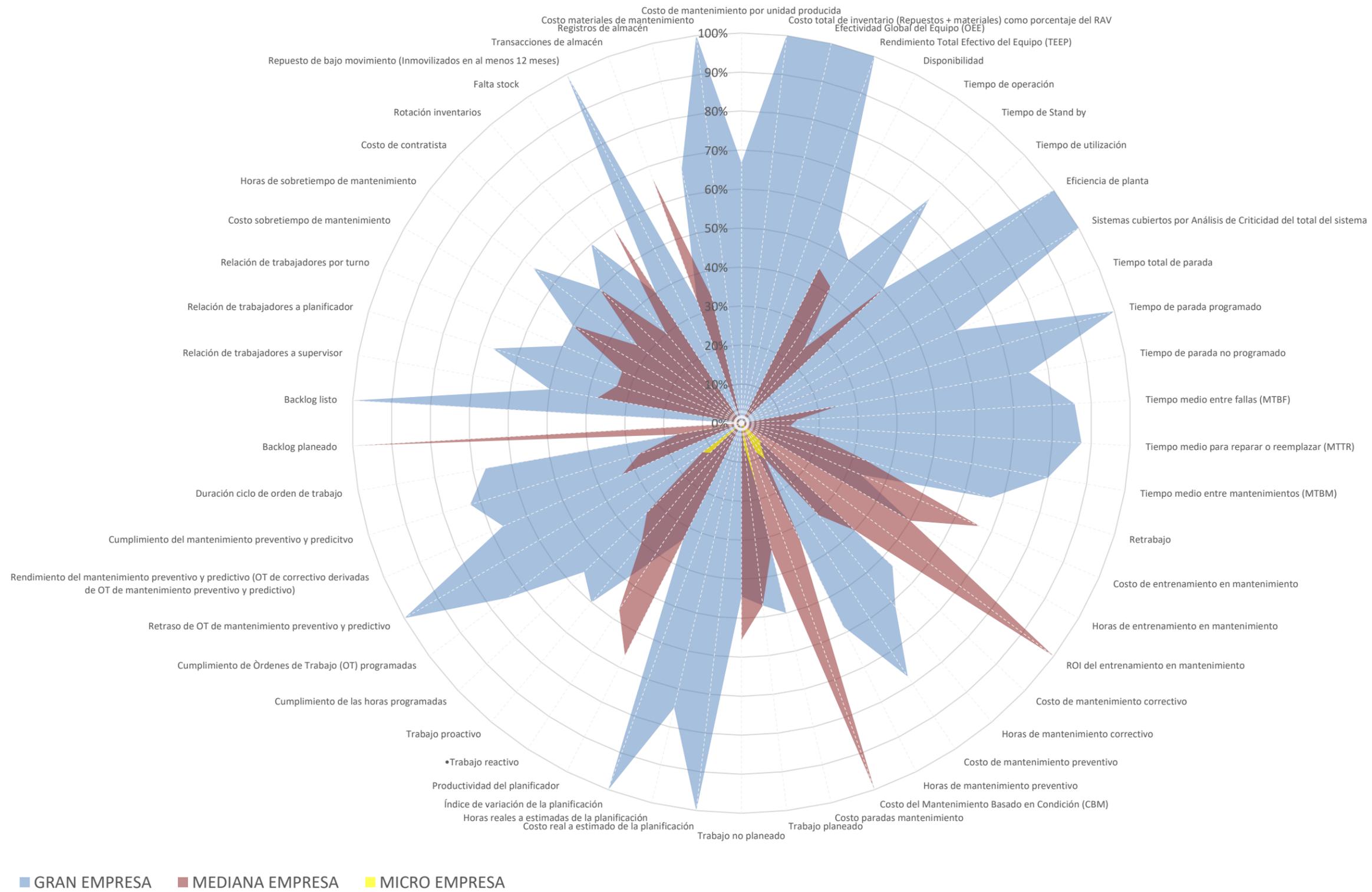
Es importante que la industria del plástico defina un listado común de indicadores con frecuencias definidas para su medición, que les ayude a gestionar mantenimiento del sector. No todas las empresas cuentan con un listado de indicadores de desempeño, tal como se muestra en la Gráfica 6. En la Gráfica 7 se visualizan los indicadores de desempeño que utilizan las empresas categorizadas como micro, medianas y grandes.



Gráfica 6. Empresas con listado de indicadores de desempeño.

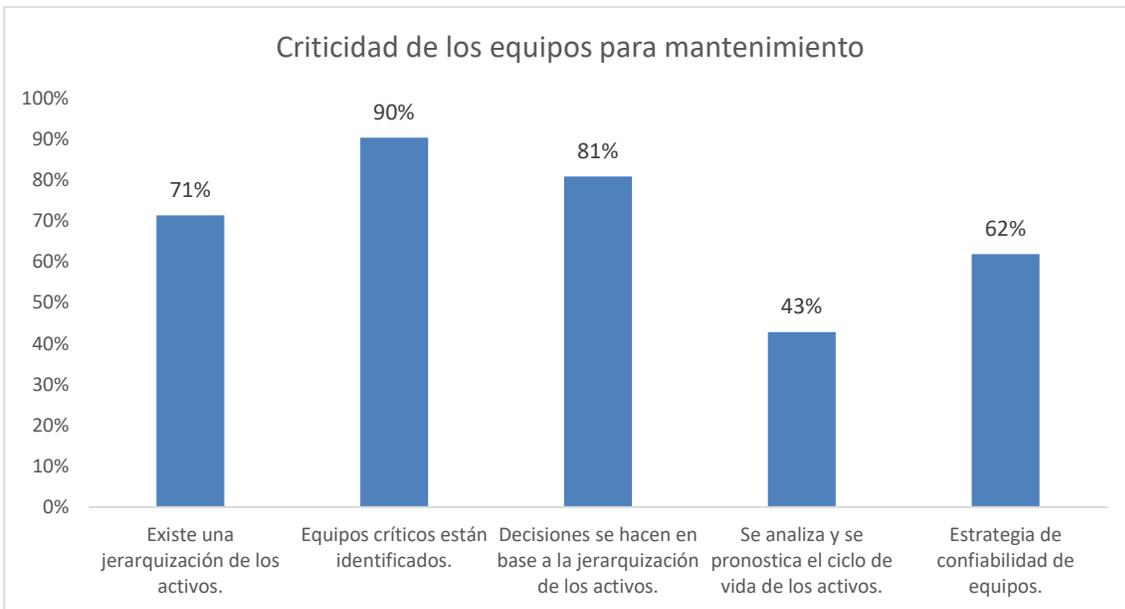
Fuente: Elaboración propia.

Tendencia indicadores por sector



Gráfica 7. Relación entre tipos de empresas e indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Las empresas cuentan con jerarquización para los activos ya que la consideran en la toma de decisiones de mejora en la operación y mantenimiento. Además, identifican los equipos críticos, tal como se observa en la Gráfica 8. Sin embargo, no hay un análisis que permita pronosticar el ciclo de vida de los activos, tal como lo demuestran los 20 años de edad promedio de los equipos que poseen.

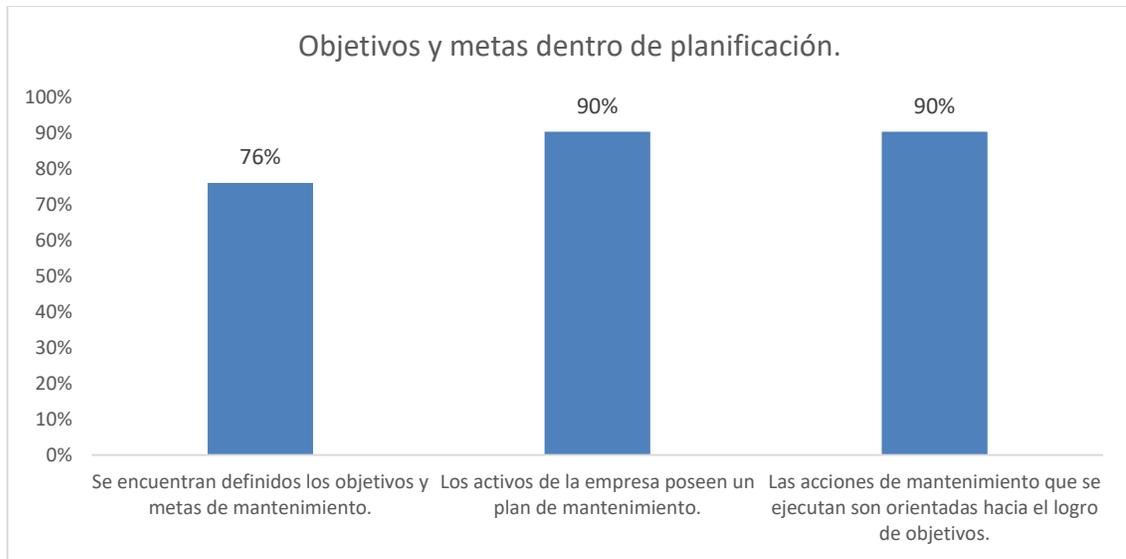


Gráfica 8. Criticidad de equipos

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Planificación del mantenimiento.

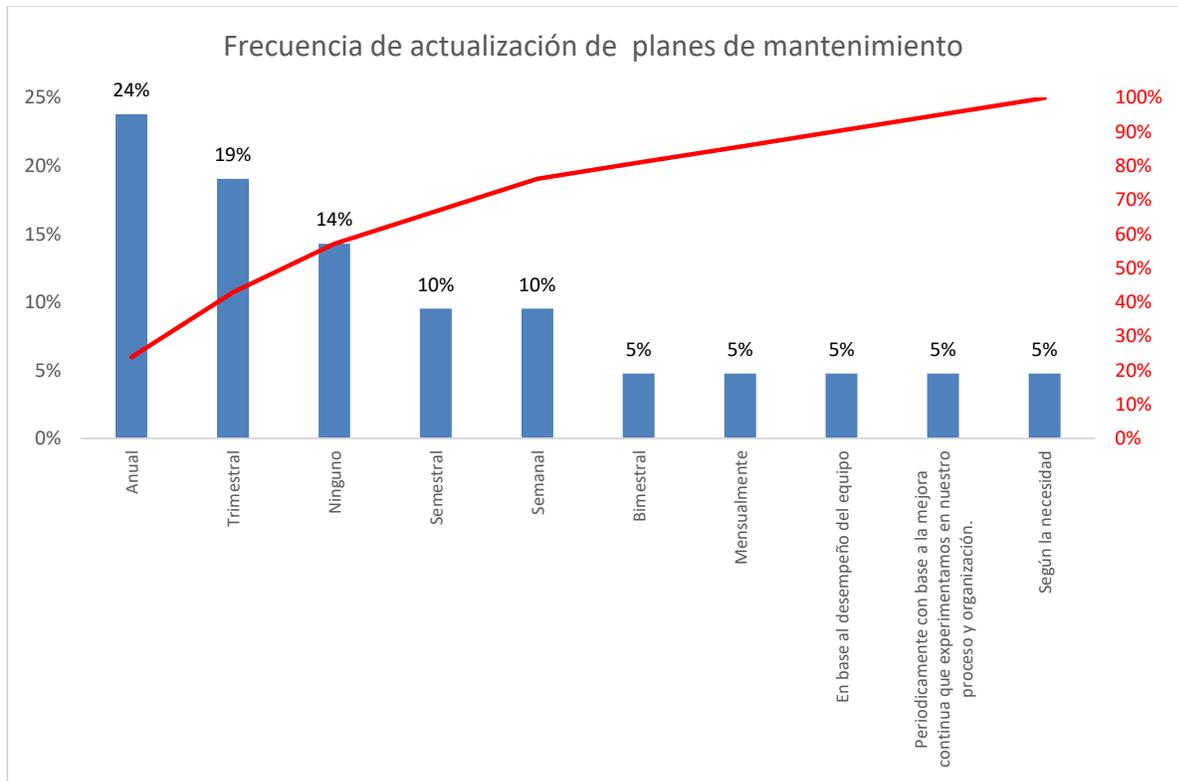
La planificación es sin duda una actividad de gran importancia en la gestión de mantenimiento de cualquier empresa. La estructura cimentada en planificación les ha permitido fijar metas y direccionar sus acciones en cumplimiento de objetivos trazados. Adicionalmente, les permite concebir un plan de mantenimiento de activos. Esta tendencia se observa en la Gráfica 9.



Gráfica 9. Objetivos y metas en la planificación.

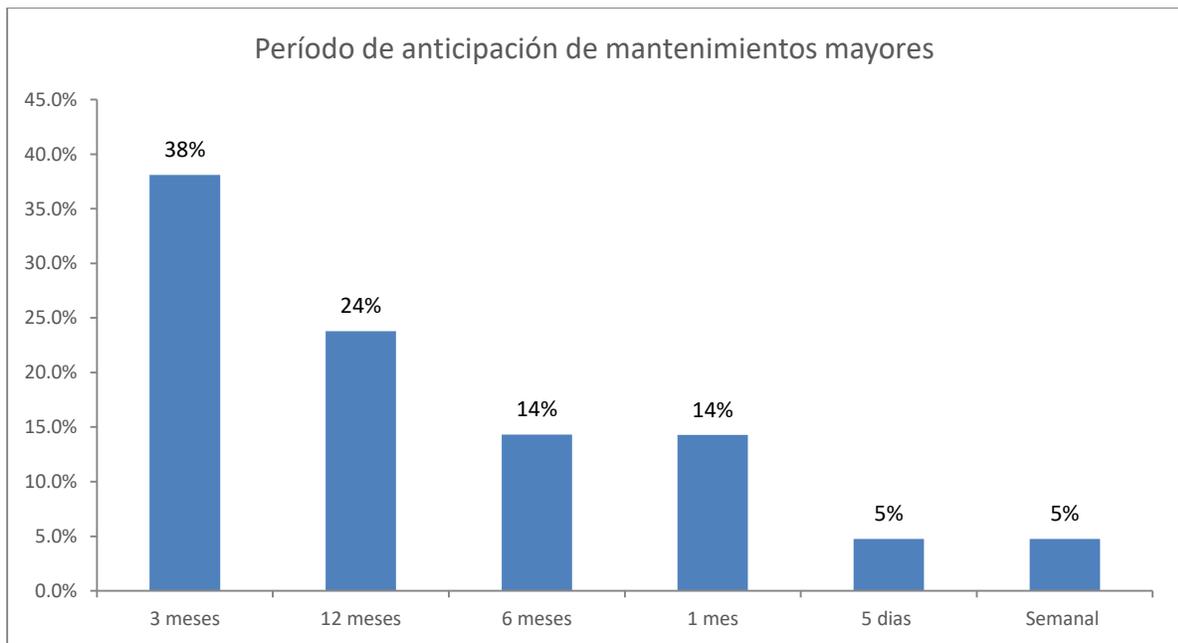
Fuente: Elaboración propia

Las empresas que planifican con mayor antelación, gozan de una adecuada comunicación y coordinación entre los distintos niveles para una mejor toma de decisiones. Las que no lo hacen; corren el riesgo de improvisar. La frecuencia de la actualización de los planes de mantenimiento se observan en la Gráfica 10 y Gráfica 11.



Gráfica 10. Frecuencia de actualización de planes de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 11. Período de anticipación de mantenimientos mayores.

Fuente: Elaboración propia.

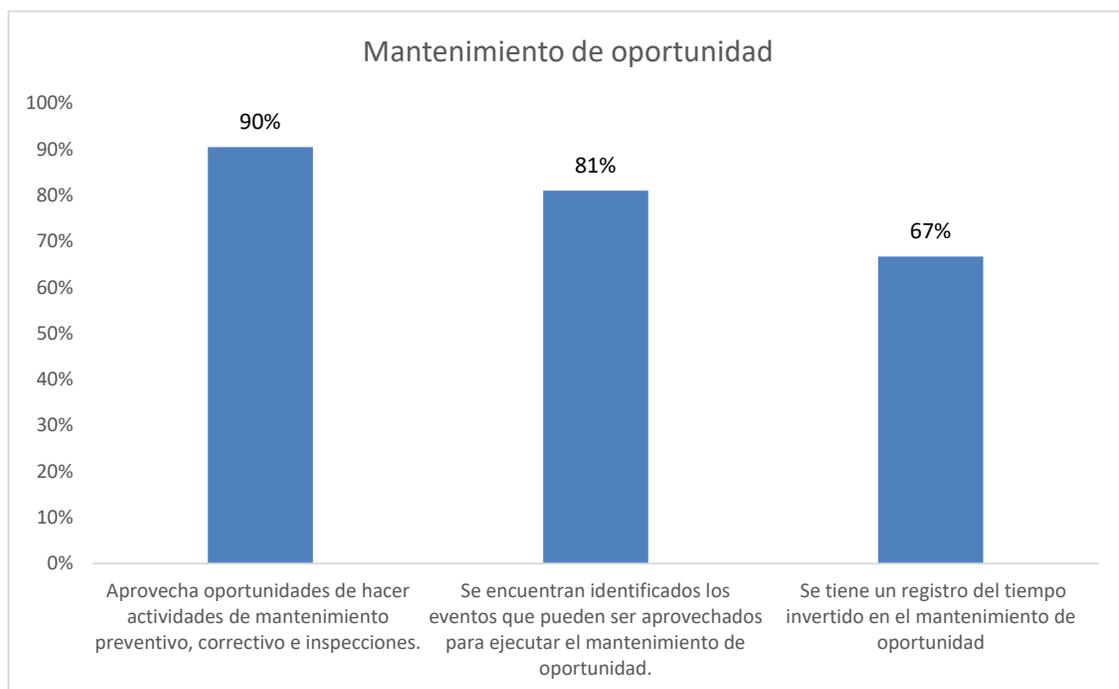
Por otro lado, son usuarios del sistema de órdenes de trabajo y consideran que ésta mejora la programación y planificación de mantenimiento. Además son conscientes que hay aspectos que determinan la efectividad del sistema de órdenes de trabajo.

No existe un total convencimiento que pueden apoyarse en outsourcing cuando existe carga de trabajo excesiva y de igual manera; evaluarlos y seleccionarlos antes de someterlos como parte de la fuerza laboral de las empresas.

Existen tendencias por controlar el tiempo de trabajo del personal de mantenimiento, pero no es una regla para todas las empresas.

En cuanto a mantenimientos mayores, aunque los anticipan, no es una práctica hacerlo con suficiente tiempo. En éstos, son los jefes de mantenimiento los responsables de preparar los "paquetes de trabajo".

Es alentador, conocer que practican el mantenimiento de oportunidad y tienen identificados los eventos para ejecutarlos, aunque no existe una práctica generalizada de registrar el tiempo invertido en dicha tarea, según se observa en la Gráfica 12.

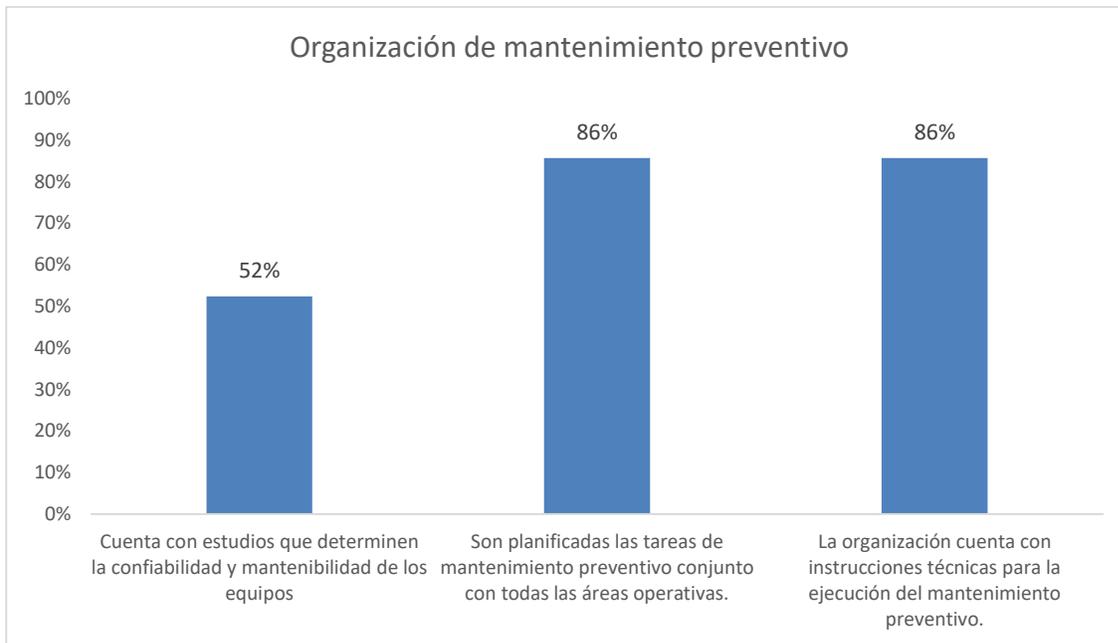


Gráfica 12. Mantenimiento de oportunidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Mantenimiento preventivo.

Es una práctica común involucrar a todas las áreas operativas en la planeación del mantenimiento preventivo; sin embargo, las empresas no justifican sus decisiones en estudios de confiabilidad y mantenibilidad de equipos, aunque tienen identificadas las instrucciones técnicas cuando lo realizan. Esta tendencia se observa en la Gráfica 13.



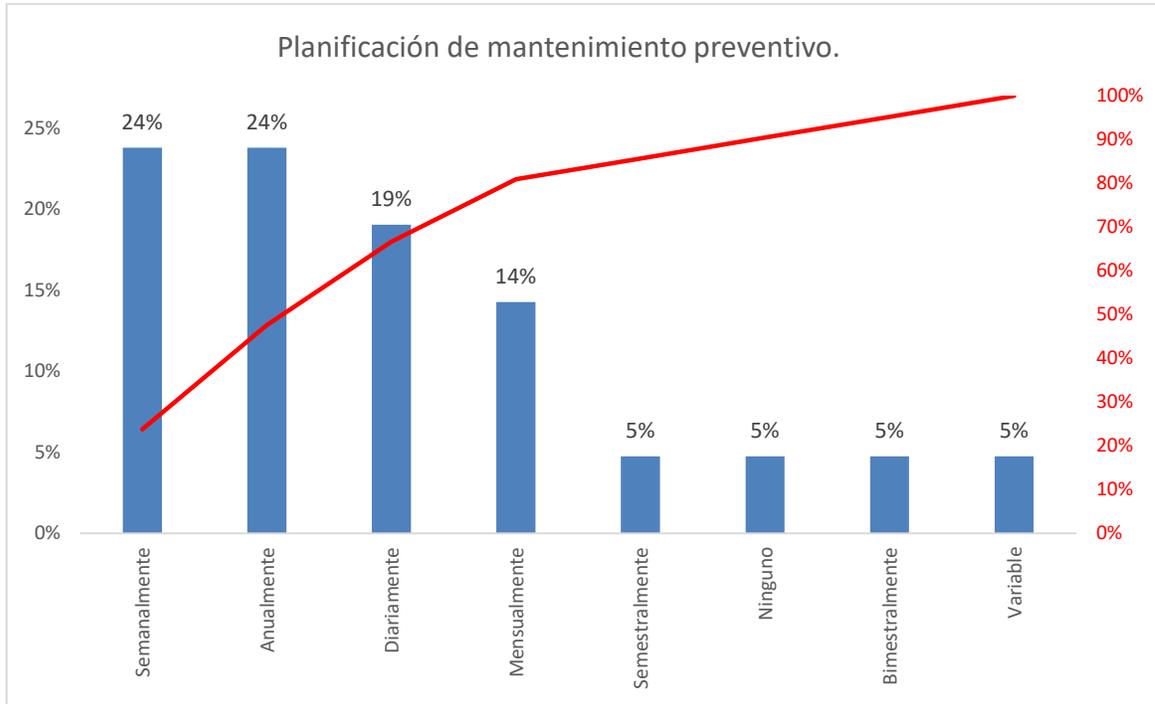
Gráfica 13. Organización de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia.

La industria en general conoce la importancia de la aplicación del mantenimiento preventivo, ya que pone a disposición los equipos para su intervención, esto afirma la necesidad de planificar el mantenimiento preventivo en conjunto con otras áreas operativas, ya que, de no existir una buena comunicación entre ellas, cada una buscaría la necesidad de cumplir metas individuales y no las de la organización.

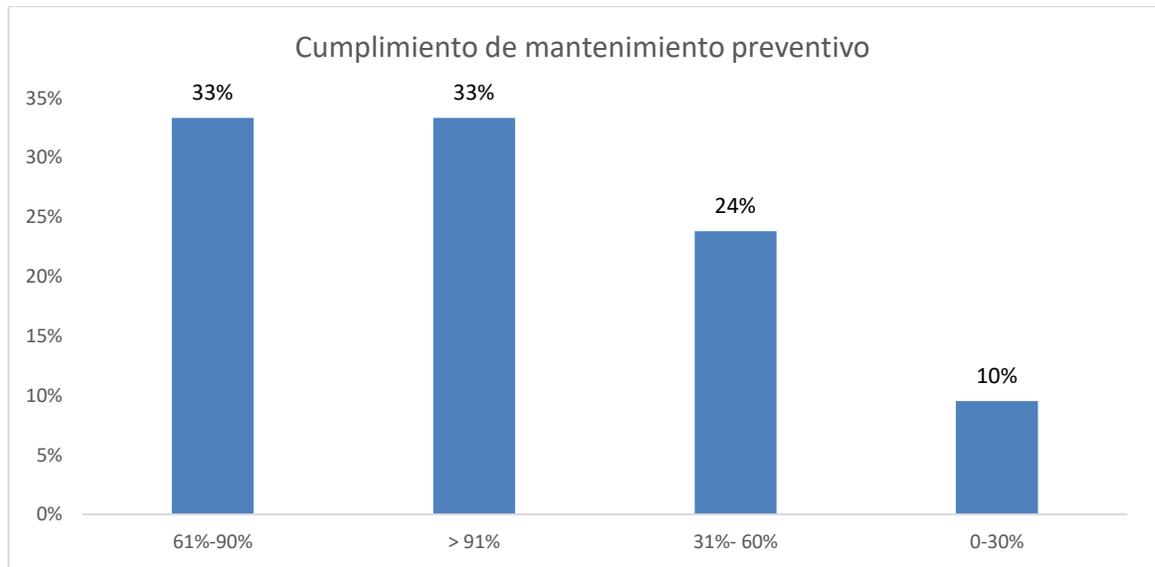
La industria no cuenta con un patrón para la planeación de mantenimiento preventivo. Lo hacen desde diario hasta anualmente, dependiendo de la necesidad. Para los que lo hacen diariamente, están sujetos a la improvisación y echan a la suerte el éxito de su gestión, donde no se ejecutan las mejores prácticas de planeación, algo que definitivamente

impacta en el cumplimiento de las tareas de mantenimiento preventivo; según se observa en la Gráfica 14 y Gráfica 15.



Gráfica 14. Planificación de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

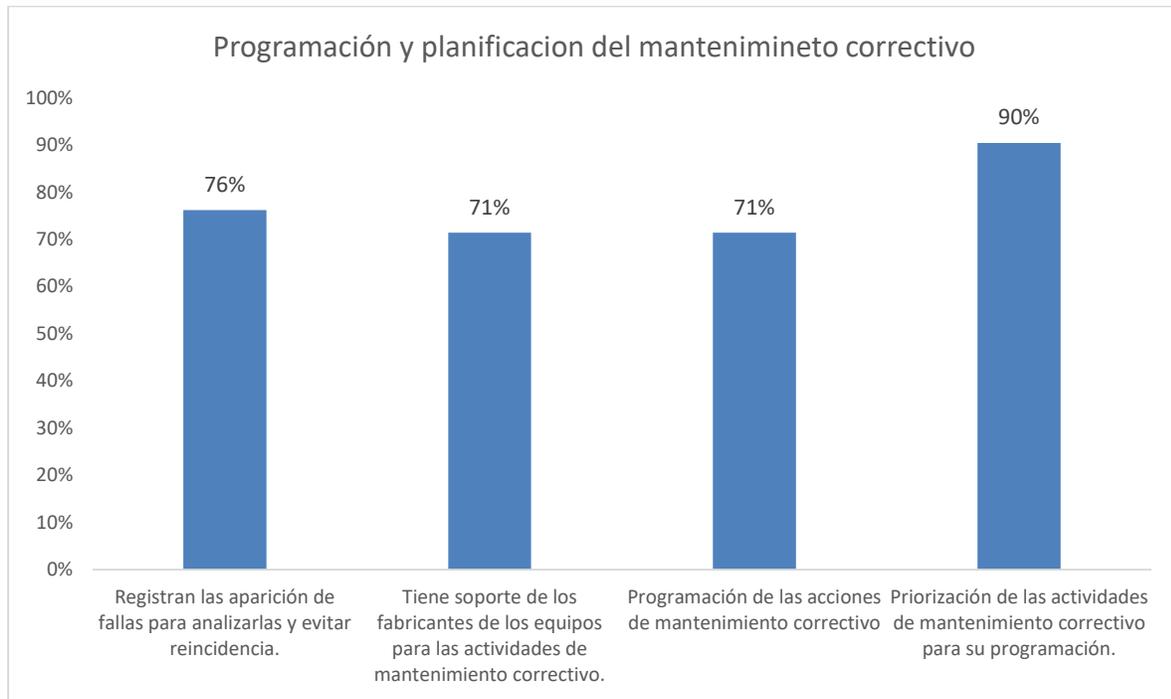


Gráfica 15. Cumplimiento de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Mantenimiento correctivo.

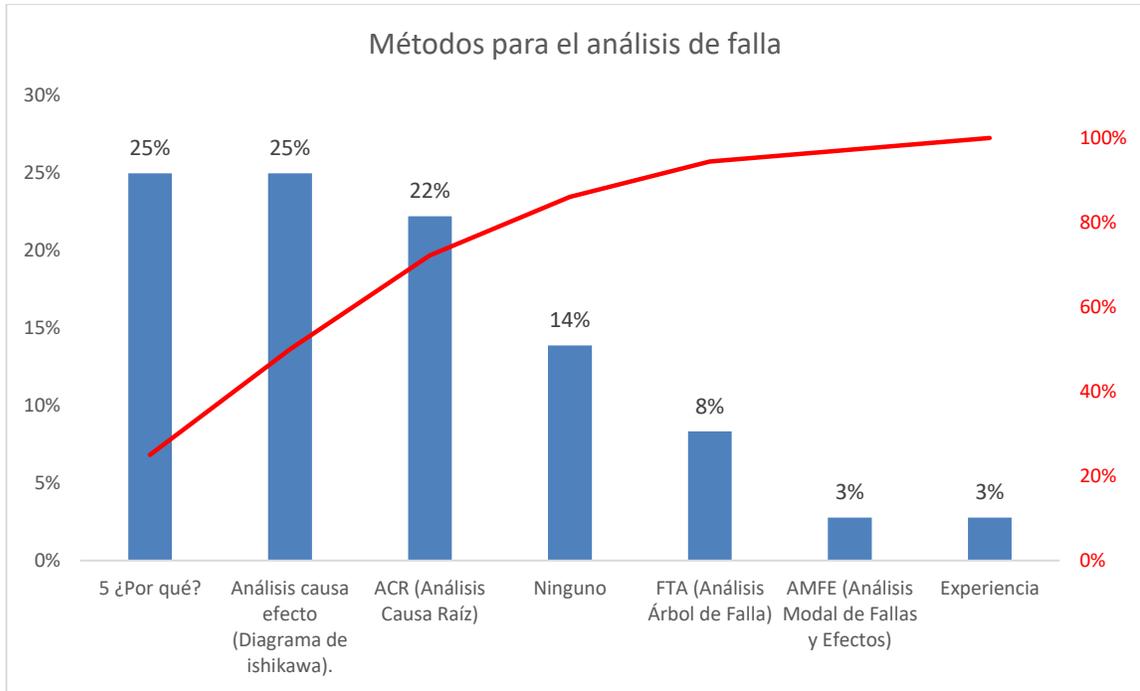
Aunque no a plenitud, se tiene soporte de los fabricantes cuando es requerida la ayuda para corregir alguna falla; algo que indica negociación acertada al momento de la compra de equipos. En la ejecución de mantenimiento correctivo, tienen la buena práctica de analizar las fallas para evitar reincidencia; así como planearlo cuando es posible. Esta tendencia se refleja en la Gráfica 16.



Gráfica 16. Programación y planificación del mantenimiento correctivo.

Fuente: Elaboración propia.

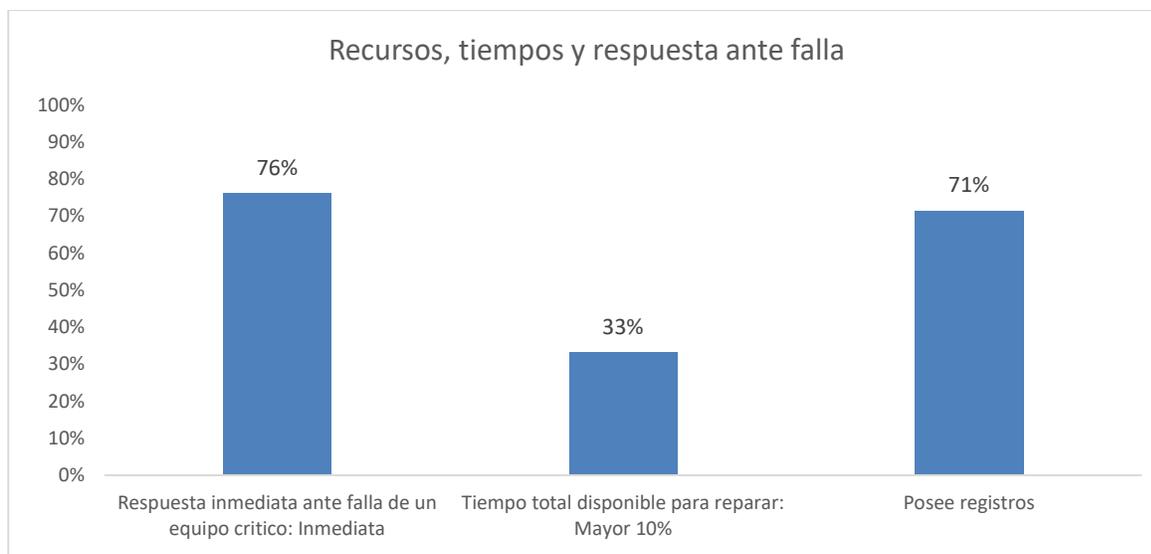
Recopilan información de fallas ocurridas, pero una pequeña porción no recurre a métodos de análisis de éstas. El resto utiliza herramientas conocidas como los 5 porqués, incluyendo la experiencia del personal, donde conforman equipos multidisciplinarios para realizarlos, siendo producción nuevamente un aliado. Esto se representa en la Gráfica 17.



Gráfica 17. Métodos para análisis de falla.

Fuente: Elaboración propia.

Constituye una buena práctica los registros de los insumos y repuestos necesarios para el mantenimiento correctivo, pero no son del todo aprovechados ya que un tercio de las empresas requieren del 10% del tiempo disponible de los equipos para repararlos. Las fallas de los equipos críticos son atendidas de inmediato para la mayoría. Esto se visualiza en la Gráfica 18.



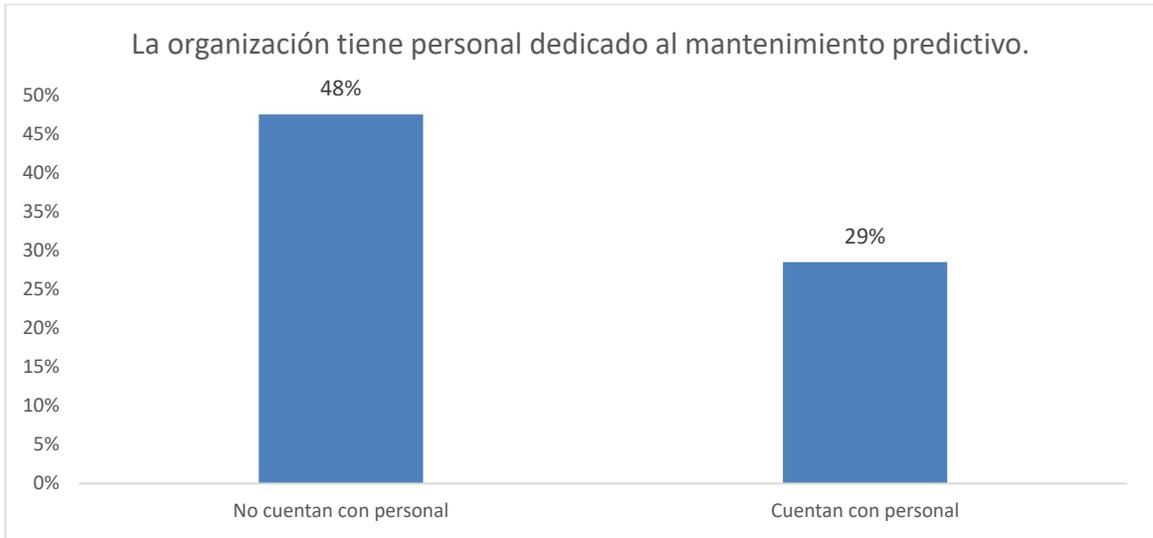
Gráfica 18. Recursos, tiempos y respuestas ante fallas.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Mantenimiento predictivo

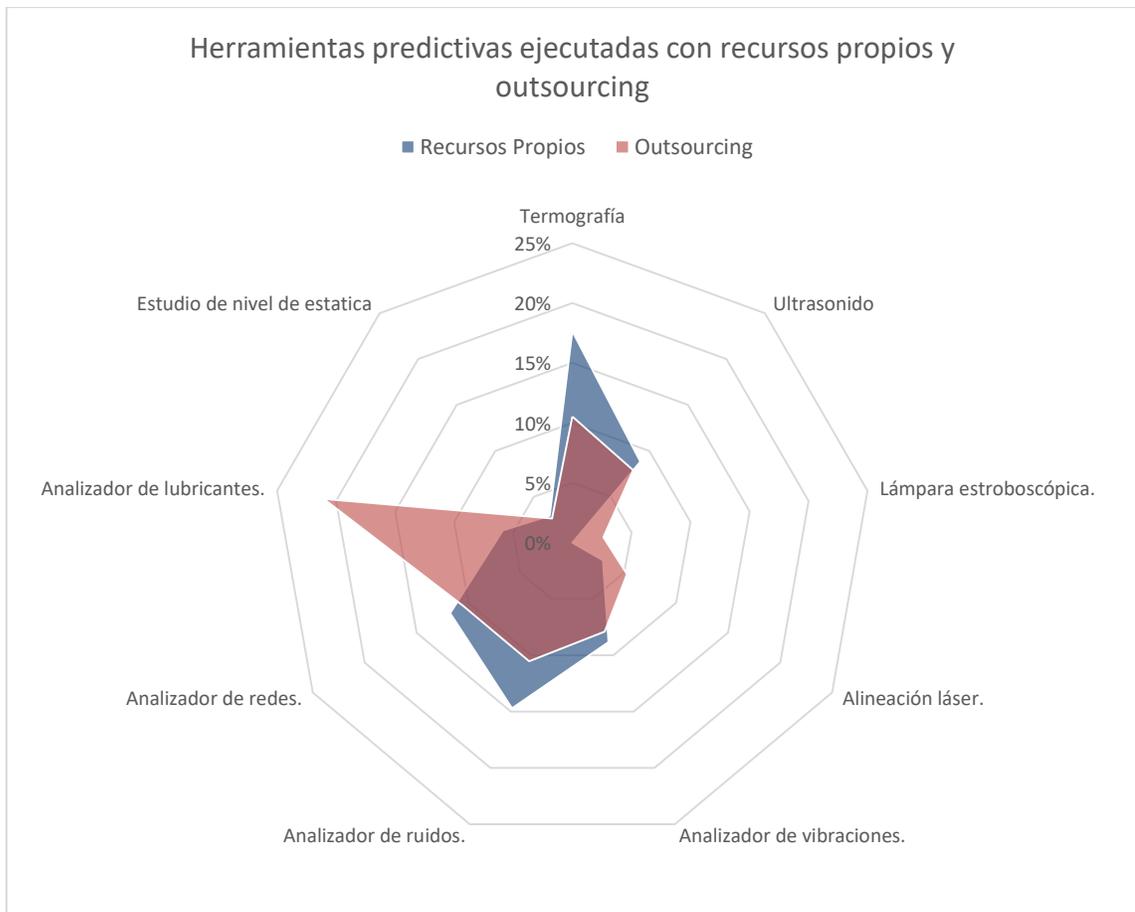
El mantenimiento predictivo es un área débil en la gestión de mantenimiento del sector, solo una tercera parte de la muestra tiene un plan implementado y en general no se cuentan con estudios que determinen la factibilidad de su implementación. Por otro lado, la alta dirección no presta atención a ésta área, su apoyo no es total cuando es requerida la inversión de este tipo de mantenimiento.

Una quinta parte de las empresas se preocupan por realizar estudios para el reemplazo de piezas críticas de sus equipos. Es de reconocer que ciertas tareas de mantenimiento predictivo se realizan con recursos y personal propio, otras por medio de subcontrataciones. La cantidad de personal dedicado al mantenimiento predictivo no permite analizar la información recolectada e incluir dichas estrategias en sus equipos críticos. Esta tendencia se observa en las Gráfica 19 y Gráfica 20.



Gráfica 19. Personal dedicado a mantenimiento predictivo.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 20. Técnicas de mantenimiento predictivo ejecutadas con recursos propios y outsourcing.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Capital humano.

En cuanto a gestión de capital humano, las empresas generan confianza a sus empleados, siguiendo procedimientos transparentes al momento de buscar talentos, no dejando a la deriva los criterios necesarios para su elección. Adicionalmente, premia a quienes se preocupan por un destacado desempeño dentro de la organización y generan compromiso cuando buscan talento dentro de ella en primera instancia, cuando es requerido. Dicha tendencia se visualiza en la Gráfica 21.

Proveen oportunidades de capacitación pero no en lo relacionado al análisis y procesamiento de la información sobre las fallas.

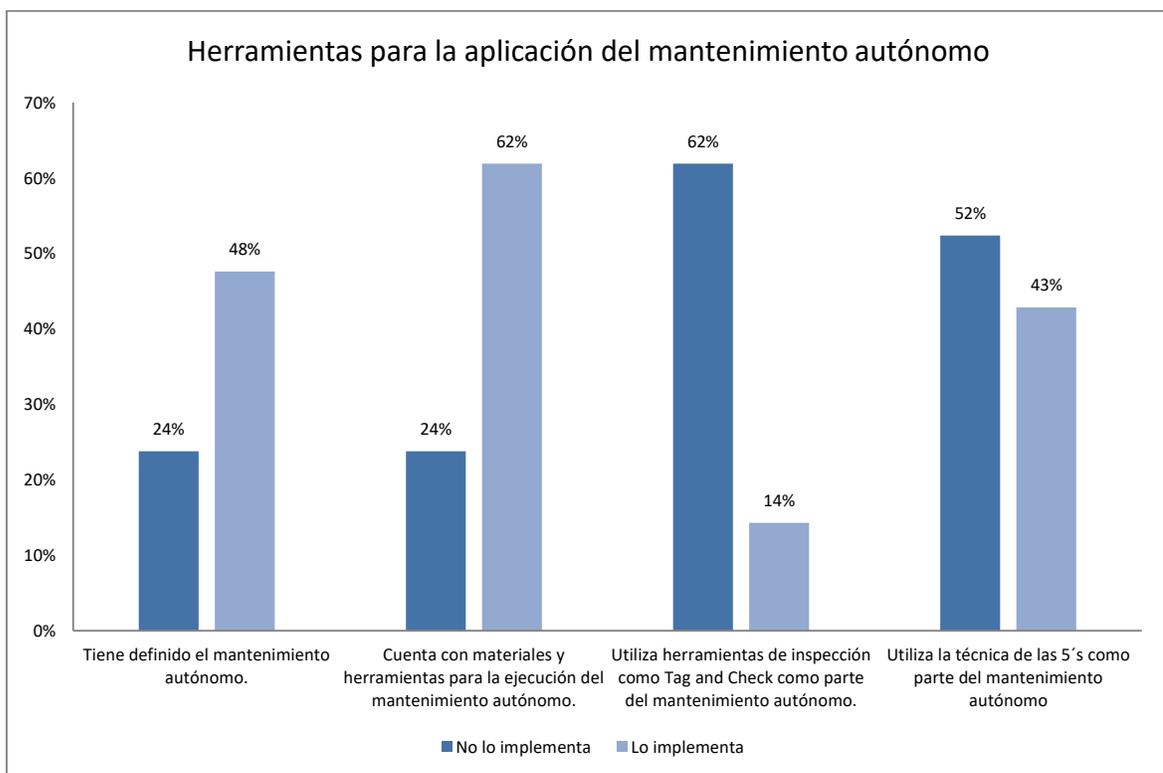
La retención de personal es importante para más de la mitad de las empresas encuestadas, por lo que la buena gestión de mantenimiento es premiada en base a los indicadores de desempeño reconociendo la importancia de sus logros, mostrando genuino interés por medir el bienestar y satisfacción de sus colaboradores.



Gráfica 21. Selección, formación y retención de talento.

Fuente: Elaboración propia.

El mantenimiento autónomo depende de la cultura existente dentro de la organización, sin embargo, no está definido completamente ya que solo están familiarizados con los pasos básicos de limpieza inicial y eliminación de fuentes de contaminación. Técnicas más especializadas como Tag & Check y 5S, no son aplicadas como parte del mantenimiento autónomo, tal como se muestra en la Gráfica 22.



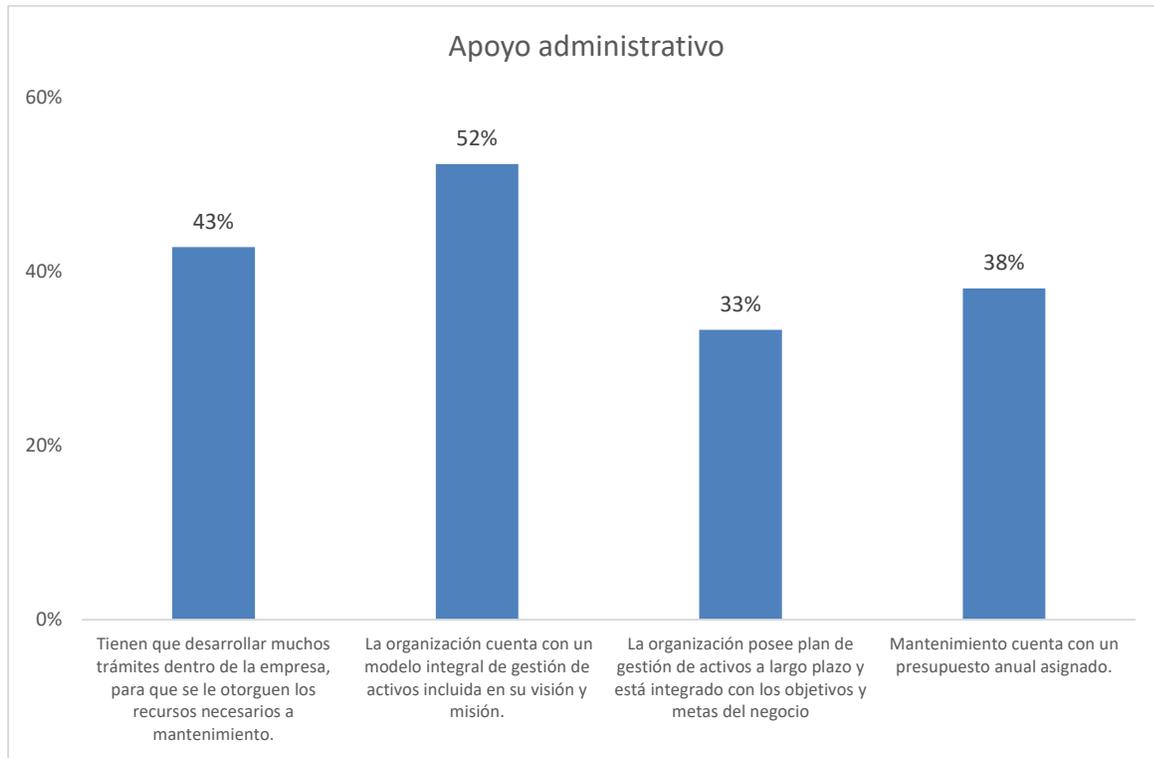
Gráfica 22. Herramientas para la aplicación del mantenimiento autónomo.

Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Apoyo logístico

Un aspecto muy positivo a resaltar es que las empresas cuentan con el apoyo incondicional de la alta gerencia y goza de la total confianza para prevenir las paradas innecesarias, considerando primordial la existencia del departamento de mantenimiento dentro de la organización. Sin embargo, todavía algunas empresas consideran que deben realizar muchos trámites para conseguir los recursos necesarios para sus actividades. Recursos que no son presupuestados ni forman parte de la estrategia a largo plazo para la gestión de

activos, de tal forma que no se alinean con las necesidades del negocio. La Gráfica 23 muestra cuantitativamente lo expresado en el párrafo anterior.

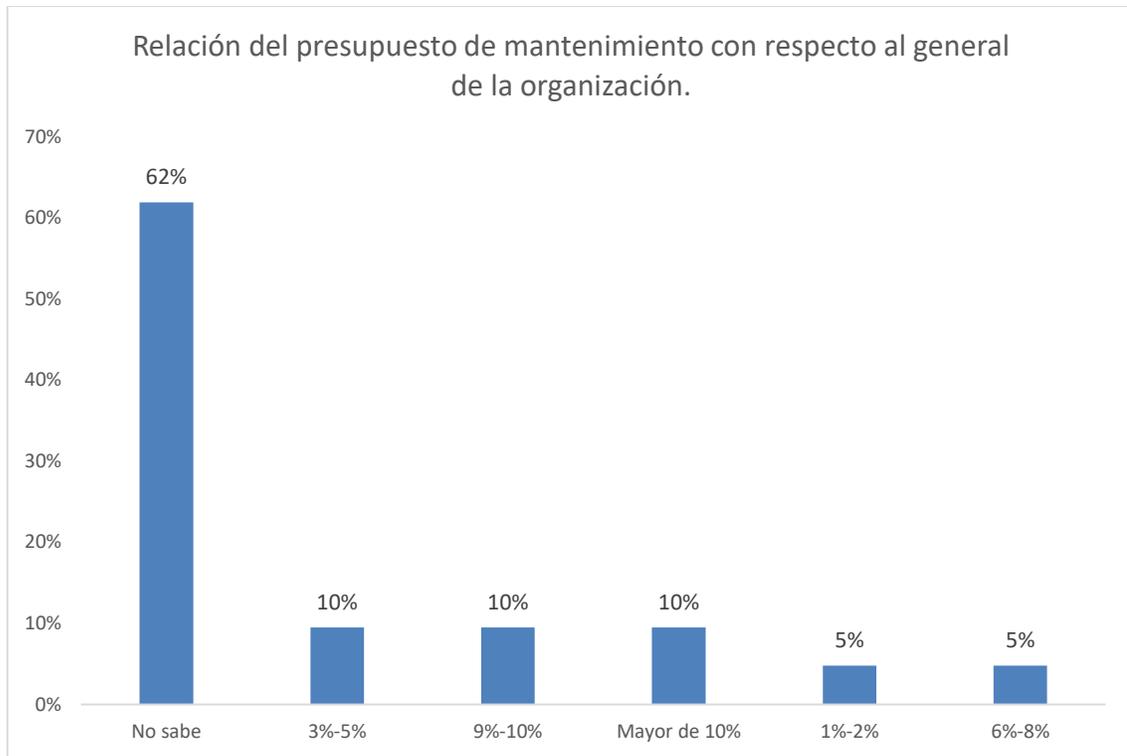


Gráfica 23. Apoyo administrativo.

Fuente: Elaboración propia.

Existe desconocimiento de la relación que guarda el presupuesto de mantenimiento con respecto al total de la organización, tal como se observa en la Gráfica 24, esto puede estar influenciado por el desinterés ante la falta de comprensión en su aplicación práctica para mejorar la gestión del departamento.

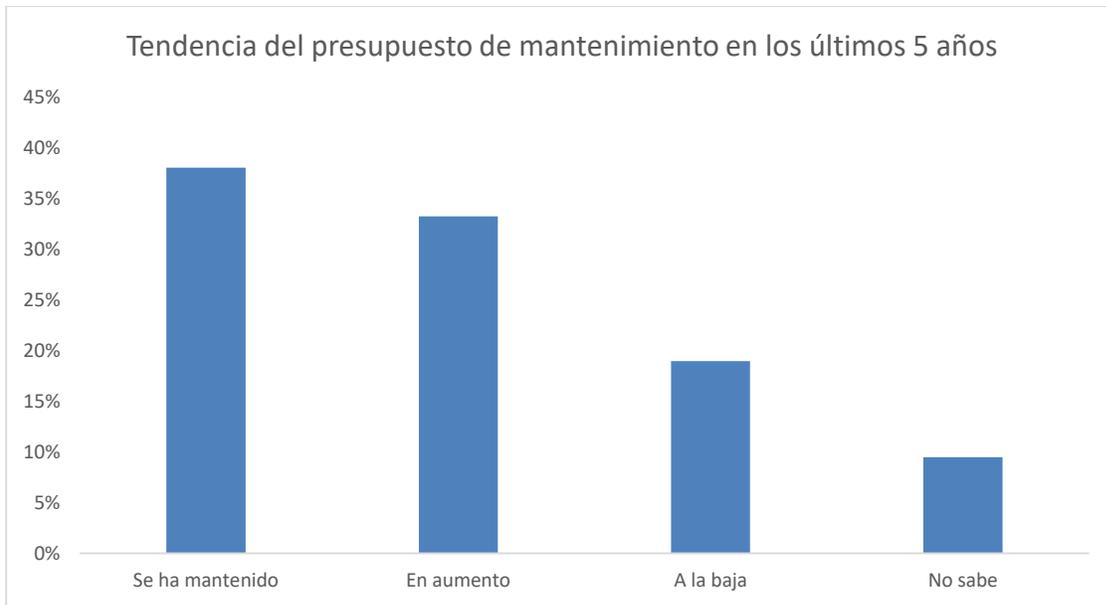
Un aspecto positivo en cuanto al control de la administración de los equipos es, el conocimiento del costo de parada reforzado por la asignación de centros de costos.



Gráfica 24. Relación del presupuesto de mantenimiento con respecto al general de la organización.

Fuente: Elaboración propia.

No hay tendencia clara que relacione el comportamiento del presupuesto de mantenimiento con las políticas de financiamiento de las empresas del sector plástico, no obstante, de los informes sectoriales de la ASI (ASI, Ranking de Exportadores Industriales, 2016), un leve incremento en las exportaciones y nuevas contrataciones en el sector podrían indicar que para un tercio de las empresas, el aumento en el presupuesto se debe a la incorporación de equipos nuevos, según Gráfica 25.



Gráfica 25. Tendencia del presupuesto de mantenimiento en los últimos cinco años.

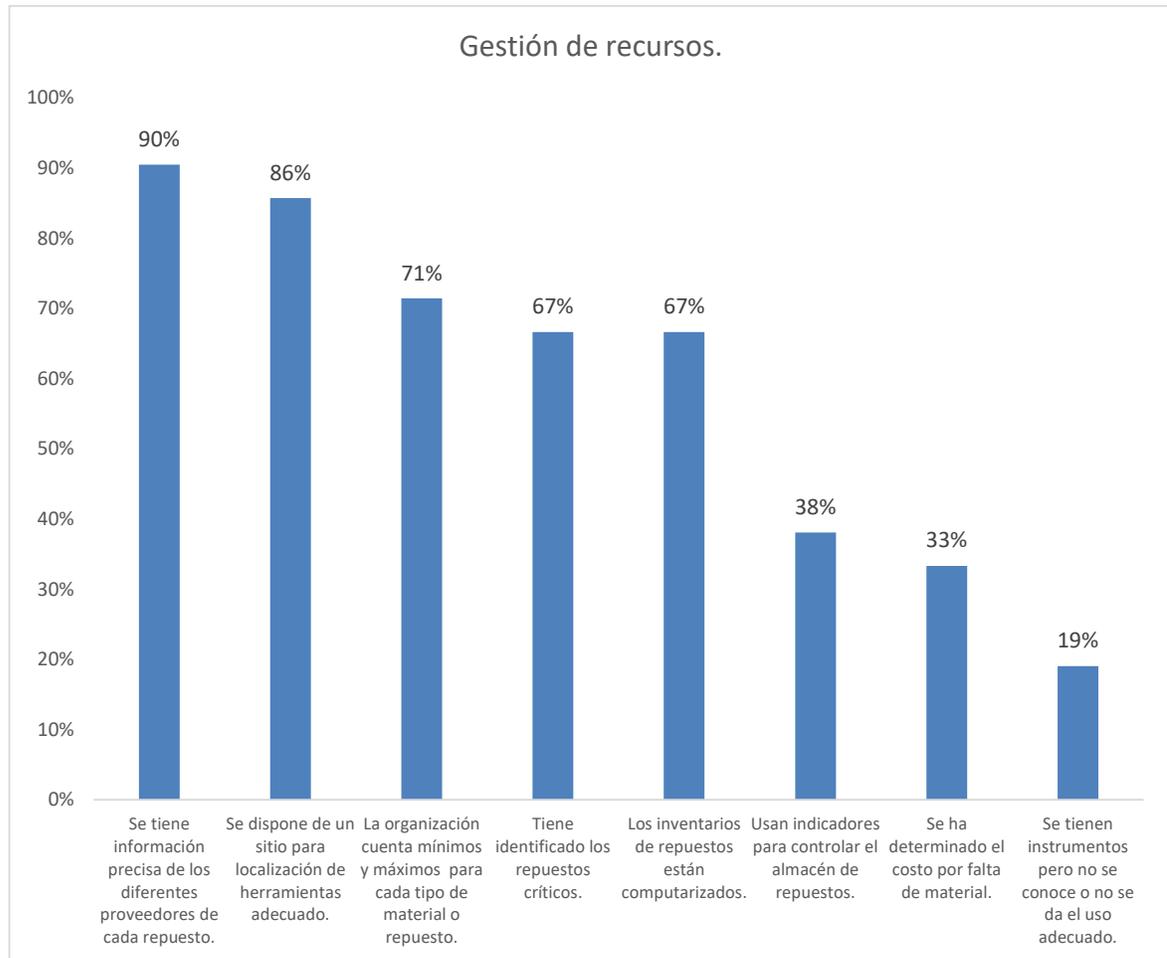
Fuente: Elaboración propia.

4.2.9 Recursos.

En cuanto a los recursos necesarios para que el departamento de mantenimiento opere, la información disponible de proveedores y conocer los plazos de entrega, ha permitido el abastecimiento oportuno de materiales, repuestos, herramientas e instrumentos para ejecutar sus tareas. Aunque tienen infraestructura para su resguardo, a excepción de los repuestos, no hay una preocupación por controlar su tenencia y condición. Desafortunadamente, esto contribuye al desconocimiento de su existencia por parte de algunos técnicos y fomenta su uso inapropiado.

La bodega de repuestos la manejan logística y mantenimiento primordialmente, pero aún se identifica una falta de compromiso con esa gestión, ya que tampoco tienen identificados los costos incurridos por falta de materiales. Solo la mitad conocen los máximos y mínimos, y un tercio de las empresas realizan sus inventarios sin utilizar un sistema computarizado, ni mucho menos la valiosa ayuda de los indicadores. Solo dos tercios de las empresas tienen identificados los repuestos críticos, tal como se muestra con más detalle en la Gráfica 26.

Es destacada la participación que tiene el personal de mantenimiento en la búsqueda de alternativas cuando se reemplaza un equipo, en base al conocimiento de sus características.



Gráfica 26. Gestión de recursos.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Interpretación de resultados.

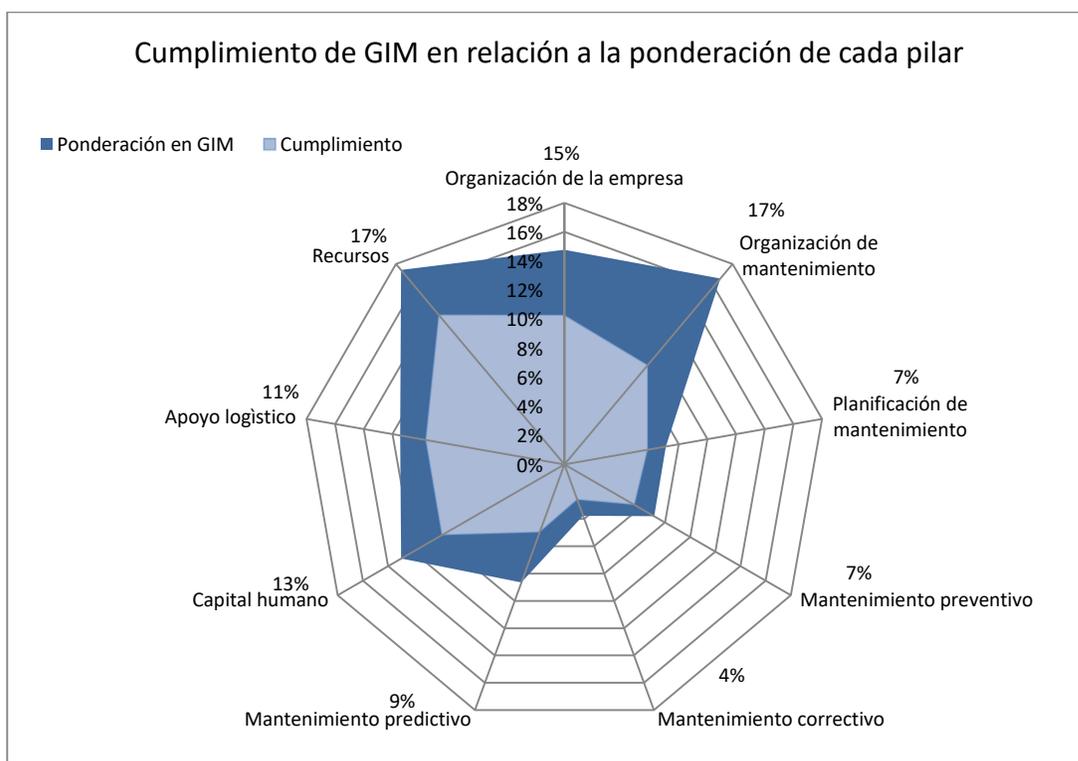
En base al GIM y de acuerdo a lo descrito en la sección 3.3, se califica la gestión de mantenimiento de cada una de las empresas encuestadas. El promedio de cada pilar se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. Calificación de pilares de acuerdo al Proceso Análisis Jerárquico.

Pilar	Promedio de cumplimiento
Organización de la empresa	70%
Organización de mantenimiento	53%
Planificación del mantenimiento	82%
Mantenimiento preventivo	78%
Mantenimiento correctivo	69%
Mantenimiento predictivo	58%
Capital humano	75%
Apoyo logístico	85%
Recursos	77%
Promedio GIM	71%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la Tabla 17, se muestran en el radar de la Gráfica 27.



Gráfica 27. Cumplimiento de GIM en relación la ponderación de cada pilar. Fuente: Elaboración propia.

Según lo expuesto en la Tabla 15, la condición de la gestión de mantenimiento del sector plástico en El Salvador es: **Buena**.

4.4 Análisis FODA.

A continuación se presenta el análisis FODA del sector plástico en la Tabla 18.

Tabla 18. Análisis FODA del sector plástico.

		Fortalezas	Debilidades								
Organización de la empresa	Organización de mantenimiento	Planificación de mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento predictivo	Capital humano	Apoyo logístico	Recursos	Internas	<ul style="list-style-type: none"> Compromiso en la asignación de funciones y responsabilidades a través de los descriptivos de puesto. Dirección bajo una planeación estratégica, estableciendo en ella misión, visión y valores; así como políticas de seguridad y salud ocupacional. 	<ul style="list-style-type: none"> No ver la necesidad de hacer cosas diferentes y resistirse al cambio, impide que se hagan las gestiones para asignar un presupuesto para la compra e implementación de un ERP y EAM.
										<ul style="list-style-type: none"> Políticas de mantenimiento ajustadas a la realidad del negocio. Sinergia entre mantenimiento y otros departamentos para resolver problemas y elección de nuevos equipos. Independencia de la organización de mantenimiento con respecto a la de operaciones. Seguimiento a gastos y costos totales del departamento y los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> Obstáculos que hoy día los responsables del área de mantenimiento enfrentan en su gestión: Reducir costos y resistencia al cambio. Desaprovechamiento de las ventajas de administrar la gestión de mantenimiento a través de un GMAO. Inefectividad en la comunicación y falta de liderazgo en compartir las metas y objetivos a todos los niveles del departamento de mantenimiento. Débil sustento en la toma de decisiones de parte de las jefaturas de mantenimiento, ya que lo hacen a partir de elementos cualitativos y no cuantitativos. Heterogeneidad en el establecimiento de los indicadores de desempeño y su frecuencia de medición.
										<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de objetivos y metas trazados en la ejecución gracias a directrices claras desde la planificación. Contar con sistemas de órdenes de trabajo y planes de mantenimiento preventivo que facilitan la mejora de los procesos de programación y planificación. Registro de los tiempos de parada de sus máquinas, a través de las hojas de vida de los equipos. Proactividad en identificar los eventos de inactividad de máquinas para ejecutar algún tipo de mantenimiento y reducir el tiempo de parada atribuible a estas actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> Improvisación en la ejecución de las actividades de mantenimientos de paros de planta, por la falta de la planificación oportuna en las actividades.
										<ul style="list-style-type: none"> Sinergia entre mantenimiento y otros departamentos para planificar y ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo. Estandarización y documentación de las actividades de mantenimiento preventivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Improvisación en la planeación a largo y corto plazo de las actividades de mantenimiento preventivo debido a la carencia de estudios de confiabilidad y mantenibilidad. Riesgo de incumplimiento a los planes de mantenimiento preventivo debido a la dispersión del recurso humano.
										<ul style="list-style-type: none"> Nivel de respuesta inmediata ante la falla de equipos críticos, resultado de la adecuada estrategia de priorización del mantenimiento correctivo. Compromiso de la alta dirección para optimizar su operación mediante la implementación del mantenimiento predictivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Ineficiencia en las operaciones por la reincidencia de fallas ante el desconocimiento de las verdaderas causas que las provocan, ya que no aplican metodologías para investigarlas. Incremento en los costos operativos por el aumento en los tiempos de parada ante la falta de toma de decisiones en momentos críticos. Pérdida de oportunidad en alcanzar ahorros por la implementación técnicas de mantenimiento predictivo, debido a la falta de estudios de factibilidad que justifiquen la inversión.
										<ul style="list-style-type: none"> Confianza de los empleados debido a la transparencia en los procedimientos de selección al momento de buscar talentos. Empoderamiento y alto compromiso por la búsqueda de talento interno, como primera opción. Alto desempeño en la ejecución de tareas por la selección de personas adecuadas para puestos adecuados. Confianza que tiene la alta dirección en el departamento de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuga de talento por la falta de apoyo y otorgamiento de becas que fomenten oportunidades de superación y crecimiento. Análisis limitado debido a la falta de entrenamiento para encontrar la verdadera causa en la aparición de fallas.
										<ul style="list-style-type: none"> Provisión de herramientas, materiales, repuestos e instrumentos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento. Aseguramiento de la inversión en herramientas, materiales, repuestos e instrumentos ya que disponen de infraestructura para su debido almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Desmotivación del personal de mantenimiento por trámites excesivos requeridos para la obtención de recursos. Imposibilidad de traducir los objetivos de la empresa en acciones, pobre capacidad de ejecución y control administrativo por la falta de asignación de presupuesto anual de mantenimiento.
										<ul style="list-style-type: none"> Rápido nivel de repuesta para la toma de decisiones oportunas sobre los equipos por el conocimiento de los plazos de entrega de materiales y repuestos e información precisa de los proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> Imposibilidad de identificar planes de mejora por la falta de mediciones de la gestión de repuestos a través de indicadores. Pérdida de rentabilidad por diferencias en inventarios ocasionadas por la falta de herramientas computarizadas para controlarlo. Riesgo de paro de los procesos productivos por la falta de repuestos críticos. Falta de criterio en la toma de decisiones por desconocimiento del costo de inactividad por falta de repuestos Pérdida de prestigio e imposición de multas por la ocurrencia de accidentes ante la falta de repuestos para equipos críticos de seguridad.
										<ul style="list-style-type: none"> No se identifican oportunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de visión en la mejora continua por la reducción en la capacidad utilizada, altos costos de operación por la ausencia de un plan de gestión de activos a largo plazo que se integre con los objetivos y metas del negocio. Pérdida de competitividad por falta de políticas de financiamiento referidas a inversiones para el mejoramiento de los activos.
										Organización de la empresa	Organización de mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> Ineficiencia en las operaciones por la reincidencia de fallas ante el desconocimiento de las verdaderas causas que las provocan, ya que no aplican metodologías para investigarlas. Fortalecimiento en los procedimientos de compra de repuestos para el mantenimiento preventivo, ya que su efectivo cumplimiento depende de la calidad de los repuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> No se identificaron amenazas en este pilar. 										
<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer los procedimientos de selección de contratistas para la realización de trabajos a través del outsourcing. 	<ul style="list-style-type: none"> Caza de talento del recurso humano especializado por parte de la competencia. 										
<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento por parte de instituciones gubernamentales, sector privado y clientes por el cumplimiento de leyes relacionadas con seguridad industrial y salud ocupacional. 	<ul style="list-style-type: none"> Incumplimiento de compromisos con clientes, daños irreparables en equipos, accidentes de trabajo, entre otros, son consecuencia de evitar el apoyo en outsourcing para la realización de trabajos especializados. Pérdida de competitividad con otros sectores que toman de base a los indicadores para la mejora continua de su gestión. Baja rentabilidad por los altos costos operativos debido a la obsolescencia de los equipos, ya que su promedio de vida es de 20 años y no se identifican estrategias de mantenimiento en relación al ciclo de vida de éstos. 										
Organización de la empresa	Organización de mantenimiento	Planificación de mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento predictivo	Capital humano	Apoyo logístico	Recursos		<ul style="list-style-type: none"> Apertura de lazos de cooperación que permitan intercambio de las mejores prácticas del negocio entre las empresas asociadas en ASIPLASTIC. 	<ul style="list-style-type: none"> Más de la mitad de las empresas representadas en el sector plástico no cuentan con una certificación para la estandarización de sus procesos reconocida internacionalmente, que les abra oportunidades de mercado fuera de las fronteras nacionales.
										Oportunidades	Amenazas

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones, recomendaciones y estado de la investigación

5.1 Conclusiones

En base al marco teórico y a los resultados de la investigación, se concluye lo siguiente:

- En relación a la hipótesis planteada y de acuerdo al porcentaje de cumplimiento obtenido por cada uno de los pilares del modelo GIM, se confirmó que la gestión de mantenimiento en el sector plástico de El Salvador es “buena”, representado por el 71% de la calificación.
- Con la aplicación de la metodología Gestión Integral de Mantenimiento (GIM), desarrollada en el trabajo de investigación, fue posible conocer la condición de la gestión de mantenimiento del sector plástico de El Salvador. Se estableció una valoración cuantitativa y cualitativa que permitió reconocer oportunidades de mejoras en la gestión de mantenimiento.
- La investigación permitió realizar un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de la gestión de mantenimiento del sector del plástico en El Salvador, sintetizando su condición actual, estableciendo puntos de partida para generar un plan de crecimiento estratégico del sector a corto y mediano plazo.
- La investigación descriptiva es un referente para ASIPLASTIC en la búsqueda de oportunidades de mejora que promuevan lazos de cooperación y comparación entre las empresas agremiadas, promoviendo intercambio de conocimiento mutuo.
- La reducción de costos, resistencia al cambio y falta de cultura organizacional son los retos más importantes que los responsables del área de mantenimiento del sector plástico están enfrentando en sus gestiones diarias.
- El 62% de las empresas no cuenta con un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), siendo esta una herramienta importante en la gestión moderna de mantenimiento, no es una prioridad para las empresas tenerlo; sin embargo, facilita la consulta de históricos, indicadores, control y gestión de la infraestructura. De las empresas que cuentan con el GMAO no aprovechan estas

ventajas para la toma de decisiones ya que estas se fundamentan en la experiencia de los técnicos y no generan indicadores económicos o técnicos suministrados por el sistema.

- La gestión de mantenimiento del sector plástico tiene políticas ajustadas a la realidad del negocio, dando cumplimiento a objetivos y metas trazados en la ejecución de tareas, la alta dirección brinda la confianza a mantenimiento proporcionando recursos para realizarlas. Dicha gestión está respaldada por sistemas de órdenes de trabajo y planes de mantenimiento preventivo que facilitan la mejora de los procesos.
- El sector plástico no comparte metas y objetivos a todos los niveles del departamento de mantenimiento, promoviendo que la toma de decisiones sea a partir de elementos cualitativos y no cuantitativos. Dejan de lado las ventajas de la medición de indicadores de desempeño, sin importar sus principales funciones como la comparación, diagnóstico y medición.
- La empresa mejor calificada obtuvo el 87%, equivalente a una condición “excelente”; es decir, cumple con las exigencias del modelo evidenciando el compromiso con la mejora continua, tanto del mantenimiento y de la empresa. La peor calificación fue de 53%, con una condición “suficiente”, siendo relevante la brecha entre las empresas del mismo sector.
- La evaluación del 75% del pilar Capital humano, demuestra el compromiso que las empresas del sector tienen con sus colaboradores. Los beneficios a todos los niveles de la organización, tales como ascensos o aumentos salariales, promueven el bienestar de las personas, ofreciendo oportunidades de crecimiento, estimulando la productividad y la mejora de las relaciones humanas en el trabajo.

5.2 Recomendaciones

En relación a lo investigado, se recomienda lo siguiente:

- Implementar el bechmarking como herramienta de comparación para la aplicación de las mejores prácticas de la industria, estableciendo metas con base en hechos, obligando a los dueños de las empresas y responsables de mantenimiento a replicar métodos de trabajo de otras empresas que lo hacen mejor.
- Estimular la creación de espacios para el intercambio de conocimiento y buenas prácticas de mantenimiento, a través de foros programados con el apoyo de los dueños o directivos de las empresas, con instituciones independientes como ASIPLASTIC, FUNDEPLAST y universidades.
- Construir una matriz de entrenamientos ajustados a las necesidades actuales del sector, impartidos por especialistas y promovidos por ASIPLASTIC a partir de los siguientes temas:
 - Administración de los activos en la organización.
 - Métodos de fabricación de plásticos.
 - Gestión y KPI's para mantenimiento aplicado al plástico.
 - Técnicas de confiabilidad.
 - Técnicas de planificación y programación de mantenimiento.
 - Mantenimiento autónomo.
 - Técnicas de mantenimiento predictivo.
 - Importancia del mantenimiento en la industria.
 - Herramientas para el análisis de fallas.
 - Eficiencia energética aplicada al mantenimiento.
 - Cálculo de redes de tierra.
 - Control automático.
- Sobre la base de la importancia de establecer un sistema común de medición, comparable y sostenible, se recomienda implementar los siguientes indicadores más representativos de la gestión del mantenimiento en las empresas del sector plástico de El Salvador: Costo de mantenimiento por unidad producida o materia prima procesada, Eficiencia Global del Equipo (OEE, por sus siglas en inglés) y el tiempo

medio entre fallas (MTBF, por siglas en inglés) que se identifiquen como un “Sistema Estandarizado de Medición”.

- Elaborar un presupuesto anual de gastos e inversiones para mejorar el desempeño de los equipos y atender las necesidades del departamento de mantenimiento, siendo fundamental para la toma de decisiones rápidas y acertadas. Este ejercicio debe incluir los aportes concienzudos desde la alta dirección hasta el técnico, para asegurar el compromiso de su cumplimiento y seguimiento.
- Incentivar, a través de ASIPLASTIC, la certificación de las empresas representadas en el sector plástico en áreas como Calidad (ISO 9001), Inocuidad y seguridad alimentaria (ISO 22000), Seguridad y Salud ocupacional (OSHAS 18001), Sistema de Gestión de la Energía (50001), entre otras; que permita acceder a nuevos mercados de reconocimiento mundial.
- Aplicar la metodología GIM a otros sectores de la industria que necesiten conocer y tomar acción sobre sus oportunidades de mejora.
- Promover, a través de ASIPLASTIC, auditorías periódicas para medir el nivel de capacidades y habilidades de la gestión de mantenimiento de las empresas con el propósito de generar un proceso de mejora continua.
- Desarrollar una certificación salvadoreña de plásticos para que sea reconocida como industria de clase mundial.
- Definir un perfil para “técnicos de mantenimiento en plásticos” encaminado a cubrir las necesidades del sector; estableciendo aptitudes, conocimientos, juicio y habilidades.
- Crear un plan de carrera ocupacional para “técnicos de mantenimiento en plásticos”, a través de instituciones como INSAFORP (Programa Empresa Centro), FUNDEPLAST y UDB; con el fin de satisfacer la formación necesaria del trabajador y contribuir con la productividad y competitividad del sector.

5.3 Estado de la investigación

Con la investigación se dio a conocer la condición de la gestión de mantenimiento del sector plástico en El Salvador, fundamentada en una investigación cuantitativa con alcance descriptivo, a través de un método denominado Gestión Integral de Mantenimiento (GIM).

La información recopilada fue suficiente para establecer un marco de referencia para futuros estudios que profundicen en el tema de mantenimiento. Los estudios sugeridos son:

- Una investigación correlacional que permita interactuar los pilares del modelo GIM e identificar otro tipo de tendencias del sector.
- Una investigación explicativa que identifique las razones que condujeron o llevaron a la condición actual de mantenimiento detectada, para evitar recurrencias en los aspectos negativos que se encuentren.
- Realizar un caso de estudio en base al modelo GIM con una empresa del plástico en particular, con el objetivo de profundizar en el conocimiento de los problemas en la gestión del mantenimiento.

Glosario

- **Análisis Causa Raíz (ACR):** Es una metodología de confiabilidad que emplea un conjunto de técnicas o procesos, para identificar factores casuales de falla. Es decir, el origen de un problema definido, relacionado con el personal, los procesos, las tecnologías y la organización; con el objetivo de identificar actividades o acciones rentables que los eliminen.
- **Análisis de árbol de Fallas (FTA):** Es un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud o un suceso de menor importancia, para averiguar en ambos casos, sus orígenes.
- **Autonomía:** Es el grado en que el trabajo proporciona libertad sustancial, independencia y discrecionalidad al individuo para que programe sus labores y determine los procedimientos a usar para llevarlo a cabo.
- **Big data:** Es la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semiestructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso cargarlos a un base de datos relacional para su análisis.
- **Capital humano:** Es el patrimonio invaluable que una organización puede reunir para alcanzar la competitividad y el éxito.
- **Ciclo de vida:** Es todo lo que ocurre con el activo desde la idea con la cual se lo crea o incorpora a un proyecto, hasta el descarte final, reciclaje o venta del mismo.
- **Confiabilidad:** Capacidad de un activo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un intervalo de tiempo dado.
- **Costo de ciclo de vida:** Es la sumatoria de todos los costos asignables al activo (directo e indirecto, variable y fijo) desde los iniciales del proyecto y adquisición, hasta los de operación, mantenimiento y disposición final.
- **Descriptivos de puesto:** Es el documento que enumera por escrito los aspectos más significativos del puesto de trabajo, obligaciones y responsabilidades adquiridas.

- **Desperdicio:** Es cualquier cosa que no agrega valor al proceso de manufactura.
- **Disponibilidad:** Es la porción de tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
- **Dossier técnico:** Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos.
- **Empoderamiento:** Es la acción de facultar, autorizar y habilitar a los trabajadores para que realmente puedan desarrollar su potencial en el trabajo.
- **Enterprise Resource Planning (ERP):** Es un sistema de información que consiste en un software soportado por módulos que interactúan entre sí y es un factor crucial para el acceso instantáneo a la información. Facilita el flujo de información dentro de la organización con los proveedores, clientes, ventas, distribución, gestión de producción, control de inventario, gestión de la calidad, recursos humanos, gestión financiera, contabilidad y gestión de información.
- **Equipos críticos:** Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.
- **Fiabilidad:** Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar durante un periodo determinado.
- **Fichero histórico de la máquina:** Describe cronológicamente las intervenciones realizadas a la máquina desde su puesta en servicio.
- **Indicadores de desempeño:** Son aquellas relaciones entre las variables cuantitativas y cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos e influencias esperadas. Estos pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas, etc.
- **Jerarquizar:** Es la acción de establecer líneas de autoridad (de arriba hacia abajo) a través de los distintos niveles organizacionales y delimitar la responsabilidad de cada empleado ante un solo superior inmediato.
- **Mantenibilidad:** Es la capacidad (o probabilidad si se habla en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado, a un estado donde sea capaz de realizar su

función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado con procedimientos y medios adecuados.

- **Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO):** Es una base de datos que contiene información sobre la organización y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones.
- **Mantenimiento autónomo:** Incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción.
- **Mantenimiento de oportunidad:** Es el tipo de mantenimiento que se realiza aprovechando los períodos de inoperatividad de los equipos; con ello se evita parar las operaciones para sus intervenciones.
- **Mantenimiento predictivo:** Es un mantenimiento realizado en base a un profundo conocimiento del estado real de las máquinas y sus componentes, analizando el comportamiento y funcionamiento de las mismas mediante controles sistemáticos periódicos o continuos y actuando cuando en los parámetros observados se detectan valores anormales.
- **Mantenimiento preventivo:** Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas, programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.
- **Orden de trabajo:** Es el instrumento fundamental, alrededor del cual se mueve la actividad de mantenimiento y motoriza las acciones, y el elemento central del flujo de información que se origina hacia y desde el sistema de mantenimiento.
- **Organigrama:** Es la representación gráfica de la estructura orgánica de una institución o de una de sus áreas, en la que se muestra la composición de las unidades

administrativas que la integran, sus relaciones, niveles jerárquicos, canales formales de comunicación, líneas de autoridad, supervisión y asesoría.

- **Organización:** Es el proceso que parte de la especialización y división del trabajo para agrupar y asignar funciones a unidades específicas e interrelacionadas por líneas de mando, comunicación y jerarquía con el fin de contribuir al logro de objetivos comunes de un grupo de personas, que les permitan satisfacer distintos tipos de necesidades: emocionales, espirituales, intelectuales, económicas, etc.
- **Outsourcing:** Es el proceso económico empresarial en el que una sociedad mercantil transfiere los recursos y las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una sociedad externa, empresa de gestión o subcontratista, que precisamente se dedica a la prestación de diferentes servicios especializados.
- **Políticas:** Son directrices específicas, métodos, procedimientos, reglas, formas y prácticas administrativas establecidas para implementar estrategias y fomentar la ejecución de actividades para lograr objetivos propuestos.
- **Puesto de trabajo:** Es el conjunto de todas aquellas actividades desempeñadas por una única persona, que pueden ser consideradas en un concepto unificado y que ocupan un lugar formal en el organigrama.
- **Responsabilidad:** Es la exigencia que tiene todo individuo u órgano administrativo de cumplir las acciones encomendadas y de rendir cuentas de su ejecución a la autoridad correspondiente.
- **Retorno de la inversión:** Es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada.

Bibliografía

- ACIEM. (s.f.). *Scribd*. Recuperado el 9 de julio de 2016, de <https://www.scribd.com/doc/317057558/Documento-Planeacion-de-mantenimiento-pdf>
- AENOR. (2011). Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. *UNE-EN 13306:2011*, 13.
- ASI, A. S. (2015). *Informes sectoriales y ranking industrial*. San Salvador: ASI.
- ASI, A. S. (2016). *Ranking de Exportadores Industriales*. San Salvador: ASI.
- ASIPLASTIC, A. S. (2016). *ASIPLASTIC*. Recuperado el 20 de junio de 2016, de <http://www.asiplastic.org/>
- BackOffice, Magazine. (17 de Octubre de 2013). *BackOffice Magazine Word Press*. Obtenido de 10 Razones para Tener un Sistema de Gestión de Activos Empresariales (EAM): <https://backofficemag.wordpress.com/about/>
- Barrera, J. C. (2013). Estrategia de Mantenimiento hacia un verdadero URE. *Mantenimiento en Latinoamérica, 5 (Junio-Agosto)(4)*, 26.
- Beltrán Jaramillo, J. (. (1999). *Indicadores de Gestión* (2a. ed.). Bogotá.: 3R Editores.
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Londres: Springer.
- Bolivariano, D. d. (4 de Junio de 2014). *Proyectos Aragua*. Obtenido de <http://proyectos.aragua.gob.ve/descargas/>
- Censos, M. d. (2005). *VII Censos Económicos*. Recuperado el 20 de junio de 2016, de http://www.censos.gob.sv/cecon/tomos/Tomo_I.pdf
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. México D.F.: McGraw Hill.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento Humano*. Mexico D.F: McGraw Hill/Interamericana.
- COVENIN. (s.f.). *Scribd*. Recuperado el 10 de abril de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/41923900/norma-covenin-2500-93>
- Covey, S. R. (2014). *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva*. Mexico D.F: Paidós.
- Díaz, J. (2004). *Técnicas de Mantenimiento Industrial*. Editorial Calpe.

- Duffuaa, S. (1998). *Planning and Control of Maintenance Systems: Modeling and Analysis*. New York: Wiley.
- Edwards, C. W. (1998). *Fundamentos de sistemas de información*. Pearson Educación.
- España, M. d. (2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf
- European Standard. (2005). *EN 15341:2005 - Maintenance Key Performance Indicators*. Brussels: European Committee for Standardization (CEN).
- FEDESAL. (1991). *Manual de mantenimiento*. Santa fe de Bogotá: SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje).
- Fernández, F. J. (2007). *CONTRATACIÓN AVANZADA DEL MANTENIMIENTO*. Díaz de Santos.
- Fincowsky, E. B. (2009). *Organización de Empresas*. Mexico D.F: McGraw Hill.
- FUNDEPLAST. (19 de Agosto de 2016). *Fundación para el Desarrollo Integral de los Trabajadores de la Industria del Plástico*. Obtenido de <http://fundeplast.org/la-fundacion/>
- Gardella, M. (2010). *Mejora de metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos*. Valencia: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- Garrido, S. G. (2003). *Indicadores en Mantenimiento Industrial*.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. España: Díaz de Santos, S. A.
- Gil, J. M. (2012). *Modelización y explotación de un GMAO*. Obtenido de Scribd: <https://www.scribd.com/doc/228565635/Prisma-GMAO>
- Gobierno de El Salvador. (2011). *Política Industrial 2011-2024*. San Salvador.
- González, F. J. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*. Díaz de Santos.
- ISO14224. (2006). *Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. INTERNATIONAL STANDARD*. . Switzerland: ISO.

- Jiménez, K., & Milano, T. (2006). *Planificación y gestión del mantenimiento industrial. Un enfoque estratégico y operativo*. Caracas: Panapo.
- Kister, T. C., & Bruce, H. (2006). *Maintenance planning and scheduling*. Massachusetts: Elsevier.
- Lárez, A. (2015). *Project Management & Maintenance Business School*. Recuperado el 25 de junio de 2016, de <http://pmm-bs.com/wp-content/uploads/2016/03/5-PILARES-DEL-CONOCIMIENTO-DE-LA-SMRP-1.pdf>
- Legislativa, A. (2010). *LEY GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO*. San Salvador: Diario Oficial.
- Lucía, J. L. (1990). Criterios para la información de la gestión del mantenimiento. *Revista Mantenimiento*(1).
- Manríquez, V. D. (3 y 4 de Octubre de 2015). *Administración de indicadores de mantenimiento costos y presupuesto de mantenimiento*. IPEMAN, Perú.
- Manríquez, V. D. (25 de junio de 2016). *Slidesahre*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/vmanriquez62/administracin-de-indicadores-de-mantenimiento>
- Marshall Institute. (s.f.). *Marshall Institute*. Recuperado el 12 de abril de 2016, de <https://www.marshallinstitute.com/default.asp>
- Martinez, L. (2007). *Organización y planificación de sistemas de mantenimiento. Estudio sobre los sistemas de mantenimiento* (2ª ed.). Caracas: Instituto Superior de Investigación y Desarrollo (ISID).
- Mobley, R. K., Higgins, L. R., & Wikoff, D. J. (2008). *Maintenance Engineering Handbook* (7 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Monkey, S. (20 de junio de 2016). *Survey Monkey*. Obtenido de <https://es.surveymonkey.com/>
- Moreno Jiménez, J. M. (s.f.). El proceso analítico jerárquico (ahp). Fundamentos, metodología y aplicaciones. Zaragoza, España: Dpto. Métodos Estadísticos. Facultad de Económicas. Universidad de Zaragoza.
- Moreno, A. R. (2010). *Mantenimiento Industrial (Recopilación)*.

- Navarro, J. D. (2004). *Scribd*. (E. p. superior-Algeciras, Ed.) Obtenido de <https://www.scribd.com/document/74732369/tecnicas-de-mantenimiento-industrial>
- Núñez Burgos, R. (2016). *Software ERP, Análisis y Consultoría de Software Empresarial*. IT Campus Academy.
- PEMEX. (2000). *Metodología de Análisis Causa Raíz*. Obtenido de Aprendizaje Virtual: http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Causa_Raiz.pdf
- Pinilla, C. B. (2011). *Principios de Mantenimiento*. Bucaramanga.
- REABILITY, A. (2012). *Indagando más profundamente: los 6 pasos mas alla de los 5 por qué*.
- Reglamento de Seguridad para las maquinas, 1495/1986 (Real Decreto España 21 de Julio de 1986).
- Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2009). *Comportamiento organizacional*. México: Perason Educación.
- Robles, F. B. (2011). La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. *PREDITEC*, 5.
- Ruíz, M. A. (2003). *Gerencia estratégica de mantenimiento. Aplicando Prospectiva y Cuadro de Mando Integral*. LibrosEnRed.
- SMRP, S. f. (10 de junio de 2016). *Society for Maintenance and Reliability Professionals*. Obtenido de <http://www.smrp.org/>
- Social, M. d. (2010). Código de Trabajo de la República de El Salvador. *Código de Trabajo de la República de El Salvador*. Costa Rica: Organización Internacional del Trabajo.
- SOCIAL, M. D. (2010). Reglamento general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo . *DECRETO No. 89*. San Salvador: Diario Oficial. Obtenido de <http://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/2010-2019/2012/04/96988.PDF>
- Tolentino, J. G. (2003). *Técnicas de mantenimiento Industrial*.
- Torres, L. D. (2005). *Mantenimiento, implementación y Gestión*. Universitas.

Anexo A. Encuesta con opciones de respuesta

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA		RESPUESTAS				
1	Nombre de la empresa					
2	Nombre de quien responde la encuesta.					
3	Cargo					
4	Cuidad					
5	Departamento					
6	Dirección de correo electrónico					
7	N.º de teléfono					
8	¿Cuántas personas laboran en la empresa?					
9	Elija el producto de producción primaria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preformas de envases para bebidas ▪ Artículos plásticos desechables ▪ Bolsas plásticas ▪ Polietileno impreso ▪ Envases plásticos ▪ Artículos de plástico de uso doméstico ▪ Películas de polietileno ▪ Manufacturas de plástico ▪ Compuestos de PVC ▪ Los demás polipropilenos flexibles impresos ▪ Ganchos plásticos ▪ Películas metalizadas con impresión ▪ Desperdicios de plástico ▪ Etiquetas plásticas 				
1.0	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA					
1.1	Planificación estratégica					
1.1.1	La organización posee organigramas con su estructura a nivel general y departamental.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.1.2	La organización cuenta con descriptivos de puestos donde se describan las funciones y responsabilidades.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.1.3	La organización cuenta con misión, visión y valores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.1.4	La organización cuenta con una política de seguridad industrial y salud ocupacional aprobada por la alta dirección.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.2	Autoridad y autonomía.					
1.2.1	La organización tiene líneas de mando definidas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.2.2	En la organización existe duplicidad de funciones.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.3	Sistema de Información					
1.3.1	La organización cuenta con un sistema de gestión de la información ERP (Enterprise Resource Planning).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.3.2	La organización cuenta con un sistema de gestión de la información EAM (Enterprise Asset Management).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.3.3	Las Gerencias disponen de información inmediata y oportuna para la toma de decisiones.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.3.4	¿Cuál ha sido el reto más importante en la implementación de un ERP o EAM?					
1.3.5	La razón principal por qué no se ha implementado un ERP o un EAM es:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No existe apoyo de la alta dirección ▪ No existe presupuesto para dicho rubro ▪ Resistencia al cambio ▪ Falta de liderazgo 				

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lo tengo implementado 				
	1.3.6	Los módulos que utilizan los sistemas de gestión de la información (ERP) son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de inventarios ▪ Gestión de proyectos ▪ Control de tiempo ▪ Plantillas ▪ Gestión de mantenimiento ▪ Adquisiciones ▪ Finanzas ▪ Recursos humanos. ▪ Planificación de las necesidades de material ▪ No tengo implementado ERP ▪ Otro (especifique) 				
	1.3.7	El sistema de control documental utilizado en la organización está alineado con los estándares internacionales:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ISO 9001 ▪ ISO 55000 ▪ ISO 14001 ▪ ISO 18001 ▪ ISO 14224 ▪ EN 15341 ▪ EN 13306 ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
2.0 ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO							
2.1 Estructura							
	2.1.1	Existe una política de mantenimiento ajustada a la realidad del negocio.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.1.2	Mantenimiento es independiente de producción (operaciones).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.1.3	Mantenimiento y producción trabajan juntos resolviendo problemas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.1.4	La organización posee un proceso integral de gestión para el control del riesgo en las áreas de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.1.5	La organización cuenta con un análisis de riesgos en las actividades de mantenimiento que son analizados, revisados y actualizados en forma regular.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.1.6	¿Cuántas personas laboran en mantenimiento?					
	2.1.7	La posición que ocupa el mantenimiento dentro de la estructura organizativa es:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unidad ▪ Sección ▪ Área ▪ Departamento ▪ Gerencia ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
	2.1.8	¿Cuál es el reto más importante en la gestión de mantenimiento?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de costos ▪ Resistencia al cambio ▪ Falta de cultura organizacional ▪ Falta de liderazgo ▪ Falta de recursos ▪ Otro (especifique) 				
2.2 Autoridad y Autonomía							
	2.2.1	La decisiones de mantenimiento se toman consultando niveles superiores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.2.2	Mantenimiento fomenta el conocimiento de la operación como complemento a sus funciones.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	2.2.3	El personal de mantenimiento ejecuta sus actividades aplicando reglamentos de seguridad.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.2.4	¿Qué departamentos participan en la toma de decisiones para la selección de equipos nuevos?	Mantenimiento, Operaciones, Compras, Ingeniería, Calidad, Procesos, Otro (especifique)				
	2.3 Sistema de Información						
	2.3.1	Existen procedimientos estandarizados para realizar las tareas de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.2	Mantenimiento da seguimiento a gastos y costos totales.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.3	Se da seguimiento al costo de mantenimiento de cada equipo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.4	Mantenimiento utiliza parámetros de la industria plástica para compararse y medirse.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.5	Las metas y objetivos de mantenimiento son compartidos con todos los niveles del área.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.6	Mantenimiento dispone de un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.7	El GMAO genera de forma automática indicadores técnicos y económicos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.3.8	Dentro del sistema GMAO de la organización cuales son los módulos que utiliza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de inventarios y almacenes ▪ Compras y contrataciones ▪ Jerarquización de los activos ▪ Análisis de criticidad ▪ Plan de mantenimiento ▪ Indicadores de gestión ▪ Compras ▪ Almacén ▪ Inventarios ▪ Identificación de trabajo ▪ Planeación y programación ▪ Ejecución de órdenes de trabajo ▪ Documentación del trabajo ▪ Contratación ▪ Información técnica ▪ Costos y presupuestos ▪ Tiempos perdidos ▪ Configuración ▪ No tengo GMAO ▪ Otro (especifique) 				
	2.3.9	Las jefaturas de mantenimiento toman decisiones en base a:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indicadores de desempeño ▪ Reportes del GMAO ▪ Inspecciones ▪ Instrucciones de la alta dirección ▪ Sugerencia de los técnicos ▪ Equipos críticos ▪ Otro (especifique) 				
	2.4 Indicadores de desempeño						
	2.4.1	Mantenimiento cuenta con un listado de indicadores de desempeño.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.4.2	Mantenimiento tiene definida la frecuencia de medición de los indicadores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.4.3	Seleccione los indicadores de gestión del negocio que tiene actualmente.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ratio del Valor de Reemplazo de los Activos (RAV) a la cantidad de personal ▪ Costo de mantenimiento por unidad producida 				

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo total de inventario (Repuestos + materiales) como porcentaje del RAV ▪ Costo total de mantenimiento como porcentaje del RAV ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.4	Seleccione los indicadores de Confiabilidad del proceso de manufactura que utiliza.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectividad Global del Equipo (OEE) ▪ Rendimiento Total Efectivo del Equipo (TEEP) ▪ Disponibilidad ▪ Tiempo de operación ▪ Tiempo de Stand by ▪ Tiempo de utilización ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.5	Seleccione los indicadores de confiabilidad del equipo que utiliza.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas cubiertos por Análisis de Criticidad del total del sistema ▪ Tiempo total de parada ▪ Tiempo de parada programado ▪ Tiempo de parada no programado ▪ Tiempo medio entre fallas (MTBF) ▪ Tiempo medio para reparar o reemplazar (MTTR) ▪ Tiempo medio entre mantenimientos (MTBM) ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.6	Seleccione los indicadores de organización y liderazgo que utiliza.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Re trabajo ▪ Costo de entrenamiento en mantenimiento ▪ Horas de entrenamiento en mantenimiento ▪ ROI del entrenamiento en mantenimiento ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.7	Seleccione los indicadores de gestión del trabajo que utiliza.		
2.4.7.1	Identificación del trabajo.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de mantenimiento correctivo ▪ Horas de mantenimiento correctivo ▪ Costo de mantenimiento preventivo ▪ Horas de mantenimiento preventivo ▪ Costo del Mantenimiento Basado en Condición (CBM) ▪ Horas del Mantenimiento Basado en Condición (CBM) ▪ Costo paradas mantenimiento ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.7.2	Planeación del trabajo.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo planeado ▪ Trabajo no planeado ▪ Costo real a estimado de la planificación ▪ Horas reales a estimadas de la planificación ▪ Índice de variación de la planificación ▪ Productividad del planificador ▪ Ninguno, Otro (especifique)
2.4.7.3	Programación		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo reactivo ▪ Trabajo proactivo ▪ Cumplimiento de las horas programadas ▪ Cumplimiento de Órdenes de Trabajo (OT) programadas ▪ Retraso de OT de mantenimiento, preventivo y predictivo ▪ Rendimiento del mantenimiento preventivo y predictivo (OT de correctivo derivadas de OT de mantenimiento preventivo y predictivo) ▪ Cumplimiento del mantenimiento preventivo y predictivo ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique)
2.4.7.4	Gestión del Backlog		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Duración ciclo de orden de trabajo

				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Backlog planeado ▪ Backlog listo ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
		2.4.7.5	Gestión de personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relación de trabajadores a supervisor ▪ Relación de trabajadores a planificador ▪ Relación de trabajadores por turno ▪ Costo sobretiempo de mantenimiento ▪ Horas de sobretiempo de mantenimiento ▪ Costo de contratista ▪ Horas de contratista ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
		2.4.7.6	Gestión de materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rotación inventarios ▪ Falta stock ▪ Repuesto de bajo movimiento (Inmovilizados en al menos 12 meses) ▪ Transacciones de almacén ▪ Registros de almacén ▪ Costo materiales de mantenimiento ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
2.5 Criticidad de equipos								
	2.5.1	Existe una jerarquización para los activos en la organización.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.5.2	Los equipos críticos en la operación están identificados.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.5.3	Los resultados de la jerarquización de equipos son utilizados para tomar decisiones de mejora en la operación y mantenimiento de los activos.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.5.4	Se analiza y se pronostica el ciclo de vida de los activos de la organización.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.5.5	Mantenimiento tiene una estrategia de confiabilidad de equipos.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	2.5.6	¿Cuál es el año promedio de fabricación de los equipos en su planta?						
3.0 PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO								
3.1 Objetivos y metas								
	3.1.1	Se encuentran definidos los objetivos y metas que debe cumplir mantenimiento.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	3.1.2	Los activos de la empresa poseen un plan de mantenimiento.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	3.1.3	Las acciones de mantenimiento que se ejecutan son orientadas hacia el logro de objetivos		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	3.1.4	Los planes de mantenimiento son actualizados con frecuencia		Bimestral, Trimestral, Semestral, Anual, Ninguno, Otro (especifique)				
3.2 Directrices de planificación								
	3.2.1	La organización utiliza un sistema de órdenes de trabajo para las actividades de mantenimiento.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	3.2.2	El sistema de órdenes de trabajo mejora los procesos de programación y planificación de mantenimiento.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	3.2.3	La organización se apoya del outsourcing cuando existe carga de trabajo excesiva o se requiere especialización de habilidades.		Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

		3.2.4	Existen procedimientos para la evaluación y selección de contratistas que participan en los diferentes procesos de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
		3.2.5	Se tiene un registro del tiempo de trabajo del personal de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
		3.2.6	¿Cuántos planificadores tienen mantenimiento?					
		3.2.7	Las categorías que contiene la orden de trabajo son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisición ▪ Autorización ▪ Planificación ▪ Programación ▪ Ejecución ▪ Cierre ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
		3.2.8	Los aspectos que determinan la efectividad del sistema de órdenes de trabajo son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orden de ejecución de tareas ▪ Seguimiento de las tareas ▪ Cumplimiento del tiempo planeado ▪ Correcto llenado de la hoja ▪ Seguimiento de ordenes abiertas 				
		3.2.9	Los responsables de preparar los "paquetes de trabajo" son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificador ▪ Jefe de mantenimiento ▪ Técnico encargado de turno ▪ Programado ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
		3.2.10	¿Con qué período de anticipación prepara los mantenimientos mayores?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 meses ▪ 6 meses ▪ 9 meses ▪ 12 meses ▪ 15 meses ▪ Mayor a 15 meses ▪ Otro (especifique) 				
		3.3 Hoja de vida de los equipos						
		3.3.1	Se llevan estadísticas de tiempos de parada y de reparación.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
		3.3.2	El fichero técnico contiene la información:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de orden de trabajo ▪ Tipo de fallo (Normalizar y codificar) ▪ Número de horas de trabajo ▪ Tiempo fuera de servicio ▪ Datos de la intervención ▪ Síntomas ▪ Defectos encontrados ▪ Corrección efectuada ▪ Recomendaciones para evitar su repetición ▪ No existe fichero técnico ▪ Otro (especifique) 				
		3.3.3	El dossier técnico contiene la siguiente información:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuales de mantenimiento ▪ Manuales de operación ▪ Catálogos de partes de cada equipo ▪ Planos construcción y montaje ▪ Histórico de intervenciones ▪ Histórico de fallas ▪ Inspecciones periódicas ▪ Repuestos utilizados ▪ Instrucciones de funcionamiento ▪ Normas de seguridad ▪ Instrucciones de mantenimiento 				

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engrase y lubricantes ▪ Instrucciones de reparación ▪ Lista de útiles específicos ▪ Referencias de piezas y repuestos ▪ Recomendados ▪ Procedimientos de mantenimiento de los equipos ▪ No existe Dossier técnico ▪ Otro (especifique) 					
3.4 Mantenimiento de oportunidad								
	3.4.1	Aprovecha oportunidades de hacer actividades de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones cuando por razones ajenas a mantenimiento están fuera servicio los equipos.	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	3.4.2	Se encuentran identificados los eventos que pueden ser aprovechados para ejecutar el mantenimiento de oportunidad	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	3.4.3	Existe información sobre las acciones a ejecutarse en el mantenimiento de oportunidad cuando sea requerido	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	3.4.4	Se tiene un registro del tiempo invertido en el mantenimiento de oportunidad	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
4.0 MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
4.1 Planificación								
	4.1.1	La organización cuenta con estudios que determinen la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	4.1.2	Son planificadas las tareas de mantenimiento preventivo en conjunto con todas las áreas operativas de la organización.	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	4.1.3	La organización cuenta con instrucciones técnicas para la ejecución del mantenimiento preventivo.	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	4.1.4	Las actividades de mantenimiento preventivo se planifican:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diariamente ▪ Semanalmente ▪ Mensualmente ▪ Bimestralmente ▪ Semestralmente ▪ Anualmente ▪ Quinquenalmente ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 					
4.2 Programación								
	4.2.1	La organización pone a disposición los equipos para ejecutar mantenimiento preventivo.	<table border="1"> <tr> <td>Totalmente desacuerdo</td> <td>Desacuerdo</td> <td>Neutro</td> <td>De acuerdo</td> <td>Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table>	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo				
	4.2.2	¿Tiene personal dedicado exclusivamente a mantenimiento preventivo?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SI ▪ NO 					
	4.2.3	¿Cuánto personal dedicado tiene exclusivamente para realizar mantenimiento preventivo?						
	4.2.4	El porcentaje de cumplimiento de mantenimiento preventivo en su organización es:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0-30% ▪ 31%- 60% ▪ 61%-90% ▪ > 91% ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 					

4.3 Calidad							
4.3.1	Ordene de mayor (5) a menor (1) las actividades que inciden en la calidad del mantenimiento preventivo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de repuestos ▪ Herramientas adecuadas ▪ Supervisión activa ▪ Disponibilidad de Repuestos ▪ Programación de los mantenimientos 					
5.0 MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
5.1 Soporte							
5.1.1	Se llevan registros de aparición de fallas para analizarlas y evitar reincidencia.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.1.2	Se tiene soporte de los fabricantes de los equipos para las actividades de mantenimiento correctivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.2 Priorización							
5.2.1	Se tiene establecida la programación de las acciones de mantenimiento correctivo (planeado).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.2.2	Se priorizan las actividades de mantenimiento correctivo para su programación.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.3 Registro							
5.3.1	Existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.3.2	Se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.4 Solución de fallas							
5.4.1	Existe seguimiento desde la generación de la falla hasta su solución.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.4.2	Se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de la falla.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.4.3	El registro histórico se utiliza para analizar y actualizar las estrategias de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
5.4.4	¿Qué porcentaje del tiempo total disponible para producción lo utiliza para reparar los equipos?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1-2% ▪ 2-5% ▪ 5-10% ▪ Mayor 10% 					
5.4.5	La respuesta ante falla en un equipo crítico es:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oportuna ▪ Inmediata ▪ Tardía ▪ No sabe ▪ Otro (especifique) 					
5.4.6	Los métodos que utiliza para el análisis de la falla son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ACR (Análisis Causa Raíz) ▪ 5 ¿Por qué? ▪ Análisis causa efecto (Diagrama de Ishikawa) ▪ AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) ▪ FTA (Análisis Árbol de Falla) ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 					
5.4.7	En el análisis de las fallas participan las siguientes áreas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción ▪ Mantenimiento ▪ Calidad ▪ Ingeniería ▪ Procesos ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 					

6.0	MANTENIMIENTO PREDICTIVO						
	6.1 Planificación y técnicas						
	6.1.1	La organización tiene implementado un plan de mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.1.2	La organización brinda apoyo, proporcionando equipos para ejecutar mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.1.3	La organización cuenta estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas críticas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.1.4	La organización cuenta con estudios que determinen la factibilidad de implementar técnicas de mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.1.5	¿Cuáles técnicas de mantenimiento predictivo ejecuta con recursos propios?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Termografía ▪ Ultrasonido ▪ Gammagrafía ▪ Lámpara estroboscópica ▪ Alineación láser ▪ Analizador de vibraciones ▪ Analizador de ruidos ▪ Analizador de redes ▪ Analizador de lubricantes ▪ Ninguno, Otro (especifique) 				
	6.1.6	¿Cuáles técnicas de mantenimiento predictivo tercerizan?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Termografía ▪ Ultrasonido ▪ Gammagrafía ▪ Lámpara estroboscópica ▪ Alineación láser ▪ Analizador de vibraciones ▪ Analizador de ruidos ▪ Analizador de redes ▪ Analizador de lubricantes ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique). 				
	6.2 Programación						
	6.2.1	Los planes y políticas para la programación de mantenimiento predictivo se ajustan a la realidad de la organización.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.2.2	La organización tiene personal dedicado al mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.2.3	Están identificados los puntos de medición en cada uno de los equipos a los que se le práctica mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.3 Evaluación						
	6.3.1	Se analiza la información recolectada con los equipos de mantenimiento predictivo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.3.2	Están establecidos los límites de control para las variables del mantenimiento predictivo de cada equipo	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	6.3.3	Los equipos que reciben mantenimiento predictivo son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos los equipos ▪ Algunos equipos ▪ Equipos críticos ▪ Ningún equipo ▪ Otro (especifique) 				
7.0	CAPITAL HUMANO						
	7.1 Selección y formación						
	7.1.1	La selección del personal se realiza en base al perfil de puesto que tiene la organización.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	7.1.2	Existe evaluación del desempeño del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.1.3	La organización prioriza la ocupación de plazas vacantes con promoción interna.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.1.4	El personal de mantenimiento está capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre las fallas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.1.5	Los programas permanentes de formación del personal para desarrollar capacidades y conocimientos, consta de:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrenamientos internos ▪ Entrenamientos externos ▪ Operación de equipos ▪ Actualización de equipos ▪ Becas de estudio ▪ Disponibilidad de horarios para estudio ▪ Formación en las áreas de técnicas modernas de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique). 				
7.2 Retención del talento							
	7.2.1	La organización da la importancia a logros de calidad y producción, consecuencia de una buena gestión de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.2.2	La organización otorga incentivos o estímulos basados en los indicadores de desempeño.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.2.3	Mide la organización el bienestar y satisfacción de sus empleados.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7.3 Mantenimiento Autónomo							
	7.3.1	La organización tiene definido el mantenimiento autónomo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.2	Los operadores se involucran en las tareas de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.3	Están descritas las instrucciones técnicas que permitan al operador aplicar mantenimiento a los equipos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.4	Los operadores están bien informados sobre el mantenimiento a realizar.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.5	Se cuenta con materiales y herramientas para la ejecución del mantenimiento autónomo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.6	Utiliza herramientas de inspección como Tag and Check como parte del mantenimiento autónomo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.7	Se utiliza la técnica de las 5's como parte del mantenimiento autónomo	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	7.3.8	Los pasos del mantenimiento autónomo que aplica actualmente son:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpieza inicial ▪ Eliminar fuentes de contaminación y áreas difíciles de limpiar ▪ Establecer estándares de limpieza y lubricación ▪ Inspección general del equipo, inspección autónoma ▪ Manejo y control del lugar de trabajo ▪ Mantenimiento autónomo plenamente implementado ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
	7.3.9	¿Cuáles de los pilares de mantenimiento autónomo ha desarrollado en la empresa?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejoras enfocadas ▪ Mantenimiento autónomo ▪ Mantenimiento planificado ▪ Mantenimiento de la calidad 				

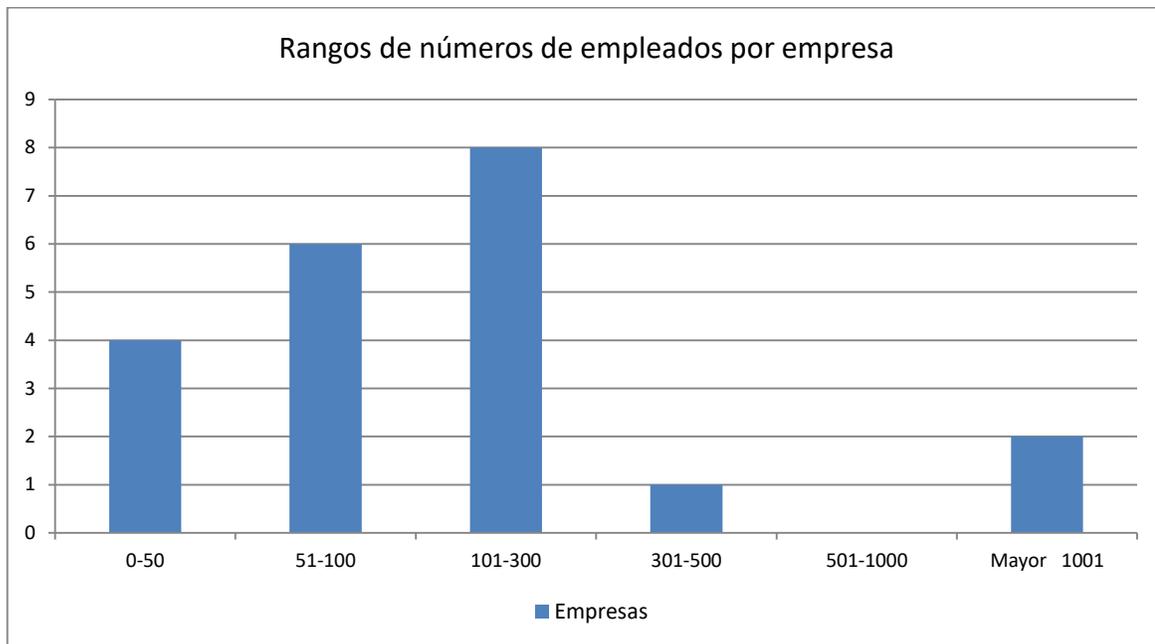
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prevención del avería ▪ Áreas administrativas ▪ Educación y entrenamiento ▪ Seguridad y medio ambiente ▪ Ninguno ▪ Otro (especifique) 				
8.0	APOYO LOGÍSTICO						
	8.1	Apoyo administrativo					
	8.1.1	Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.2	La organización cuenta con un modelo integral de gestión de activos incluida en su visión y misión.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.3	La organización posee plan de gestión de activos a largo plazo y está integrado con los objetivos y metas del negocio.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.4	La organización posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de los activos de mantenimiento u otros.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.5	Mantenimiento cuenta con un presupuesto anual asignado.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.6	Mantenimiento tiene asignados centros de costos para la administración de equipos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.7	Conoce el monto en dinero que tiene invertido en bodega de repuestos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.8	Conoce el costo de parada para cada equipo.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.1.9	El presupuesto de mantenimiento, en relación al general de la organización representa:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1%-2% ▪ 3%-5% ▪ 6%-8% ▪ 9%-10% ▪ Mayor de 10% ▪ No sabe 				
	8.1.10	La tendencia del presupuesto de mantenimiento en los últimos 5 años ha ido:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En aumento ▪ A la baja ▪ Se ha mantenido ▪ No sabe 				
	8.2	Apoyo gerencial					
	8.2.1	La organización considera que es primordial la existencia de mantenimiento para prevenir las paradas innecesarias de los sistemas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	8.2.2	La organización demuestra confianza en las decisiones tomadas por mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.0	RECURSOS						
	9.1	Equipos					
	9.1.1	Cuenta mantenimiento con los equipos necesarios para que opere con eficiencia y eficacia.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.1.2	Mantenimiento tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros) sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos/instrumentos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	9.1.3	Los parámetros de operación y capacidad de los equipos son conocidos por el personal de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.2 Herramientas							
	9.2.1	Cuenta mantenimiento con las herramientas necesarias operar con eficiencia y eficacia.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.2.2	Se dispone de un sitio para localización de herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.2.3	Las herramientas existentes son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.2.4	Se llevan registros de entrada y salida de herramientas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.3 Instrumentos							
	9.3.1	Cuenta mantenimiento con los instrumentos necesarios para ejecutar sus tareas	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.3.2	Para la selección de los instrumentos se toma en cuenta la efectividad y exactitud de los mismos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.3.3	Se tienen instrumentos pero no se conoce o no se da el uso adecuado.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.3.4	Se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.4 Materiales							
	9.4.1	Cuenta mantenimiento con materiales requeridos para ejecutar las tareas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.2	Se dispone de un área adecuada para el almacenamiento de materiales.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.3	Los materiales están identificados en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.4	Se ha determinado el costo por falta de material.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.5	Se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.6	El almacén de repuestos cuenta con requisiciones para controlar la salida de materiales.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.7	Se tiene información precisa de los diferentes proveedores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.8	Se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.4.9	La organización cuenta mínimos y máximos establecidos para cada tipo de material o repuesto.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5 Repuestos							
	9.5.1	Cuenta mantenimiento con los repuestos requeridos para ejecutar las tareas.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.5.2	Usan indicadores para controlar el almacén de repuestos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.5.3	Dispone de un área adecuada para el almacenamiento de repuestos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	9.5.4	Los repuestos están identificados y clasificados en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

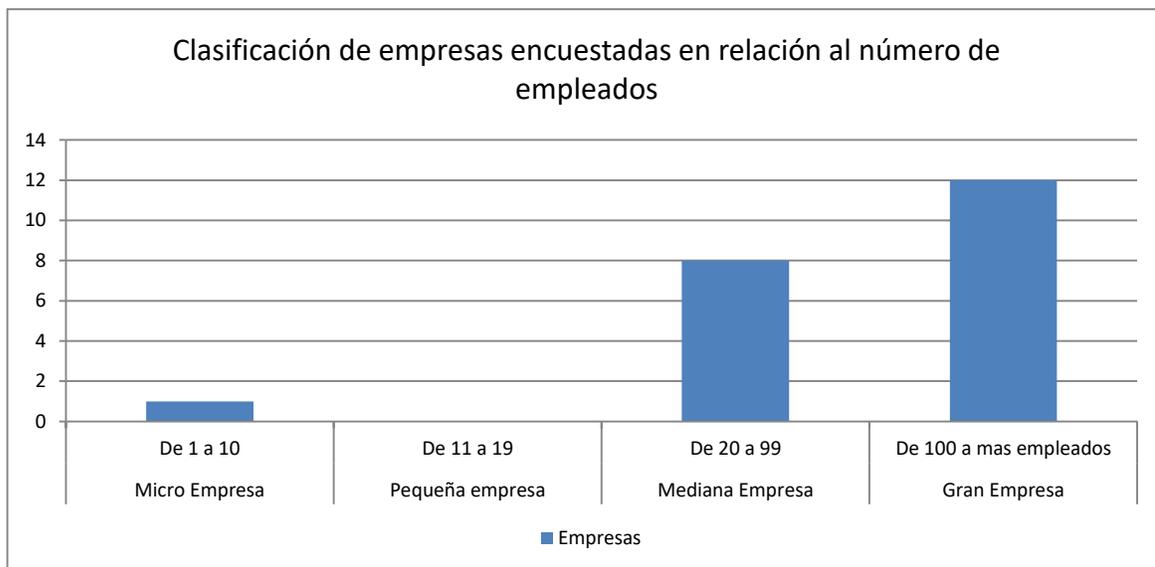
9.5.5	Se ha determinado el costo por falta de repuestos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.6	Se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.7	Se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.8	Se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.9	Se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.10	Se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.11	Tiene identificado los repuestos críticos.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.12	Los repuestos obsoletos están clasificados, identificados y contabilizados.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.13	Los repuestos de baja rotación están identificados.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.14	Los inventarios de repuestos están computarizados.	Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9.5.15	Los niveles de inventario se monitorean:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diariamente, Semanalmente, Mensual, Bimensual, No se hace 				
9.5.16	¿Quién administra el almacén de repuestos?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logística/Almacenes ▪ Mantenimiento ▪ Administración ▪ Operaciones ▪ No sabe ▪ Otro (especifique) 				

Anexo B. Presentación gráfica de respuestas de la encuesta

B1. Organización de la empresa

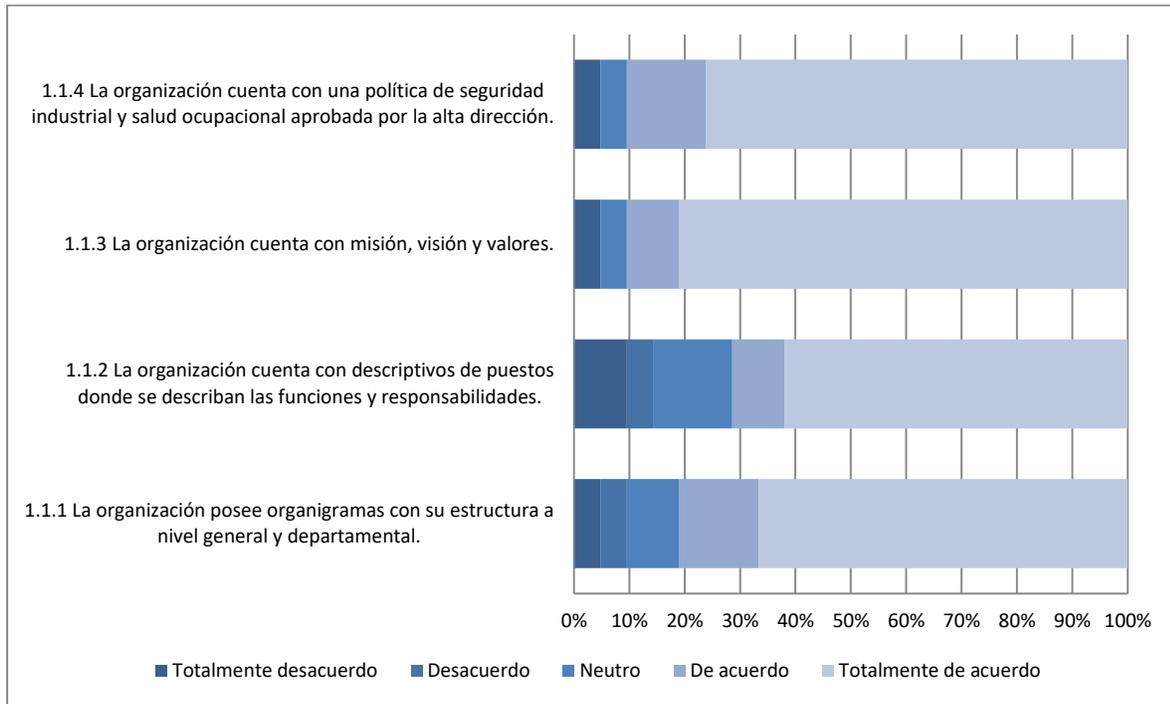


Gráfica B 1. Rangos de números de empleados por empresa (Elaboración propia).



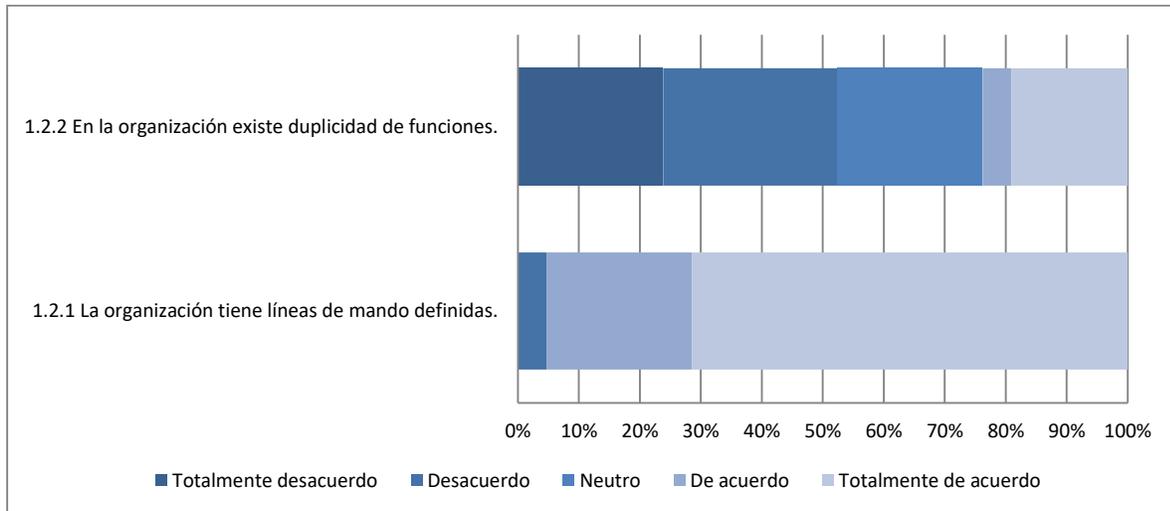
Gráfica B 2. Clasificación de empresas en relación al número de empleados (Elaboración propia).

B1.1 Planificación estratégica



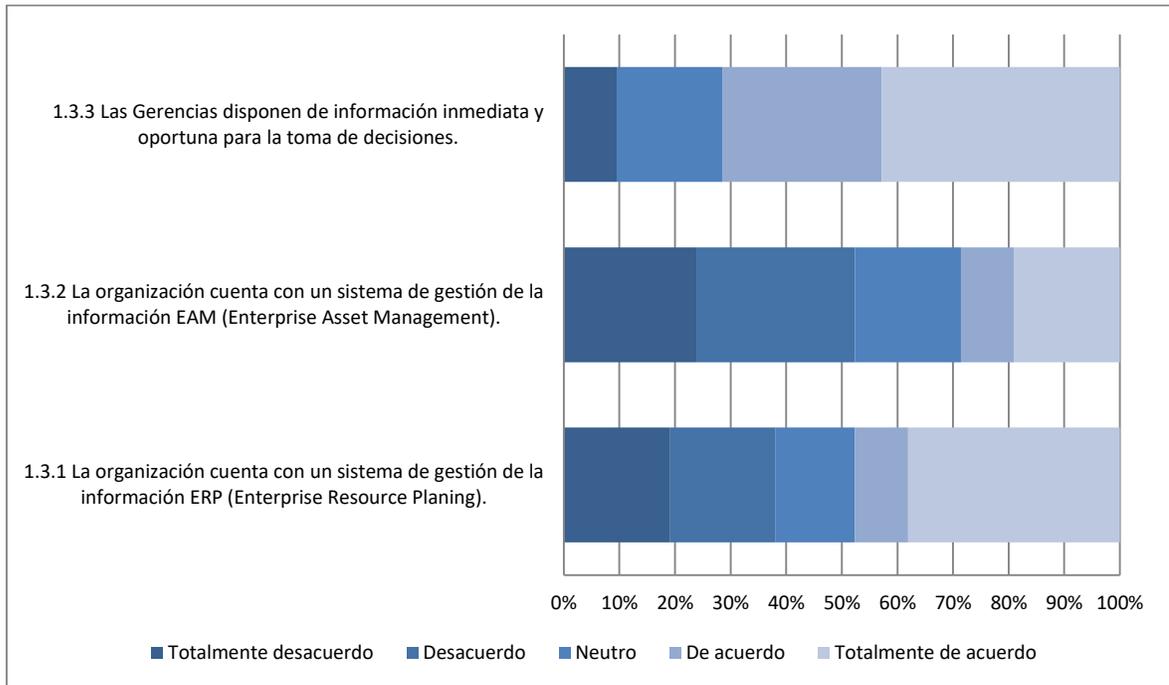
Gráfica B 3. Planificación estratégica de la organización de la empresa (Elaboración propia).

B1.2 Autoridad y autonomía

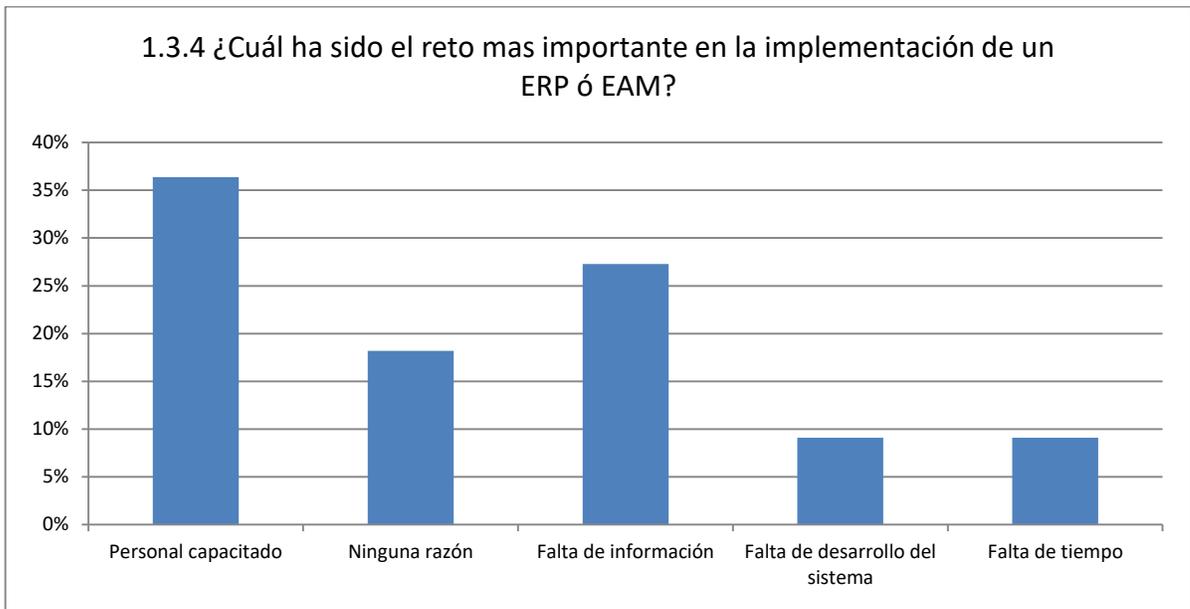


Gráfica B 4. Autoridad y autonomía en la organización de la empresa (Elaboración propia).

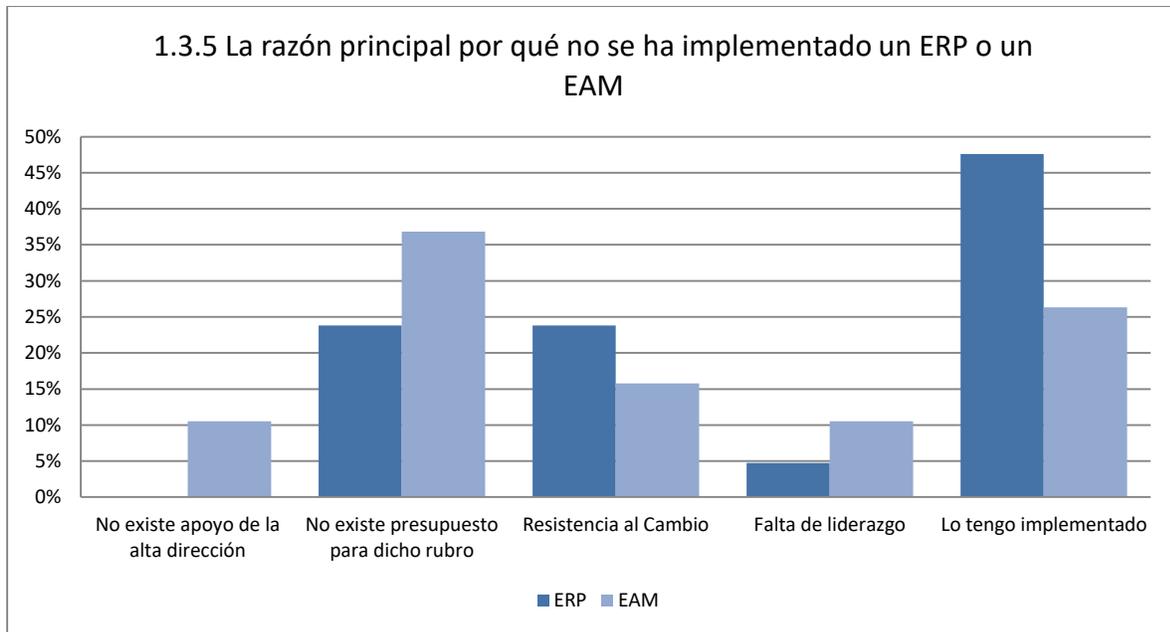
B1.3 Sistema de información



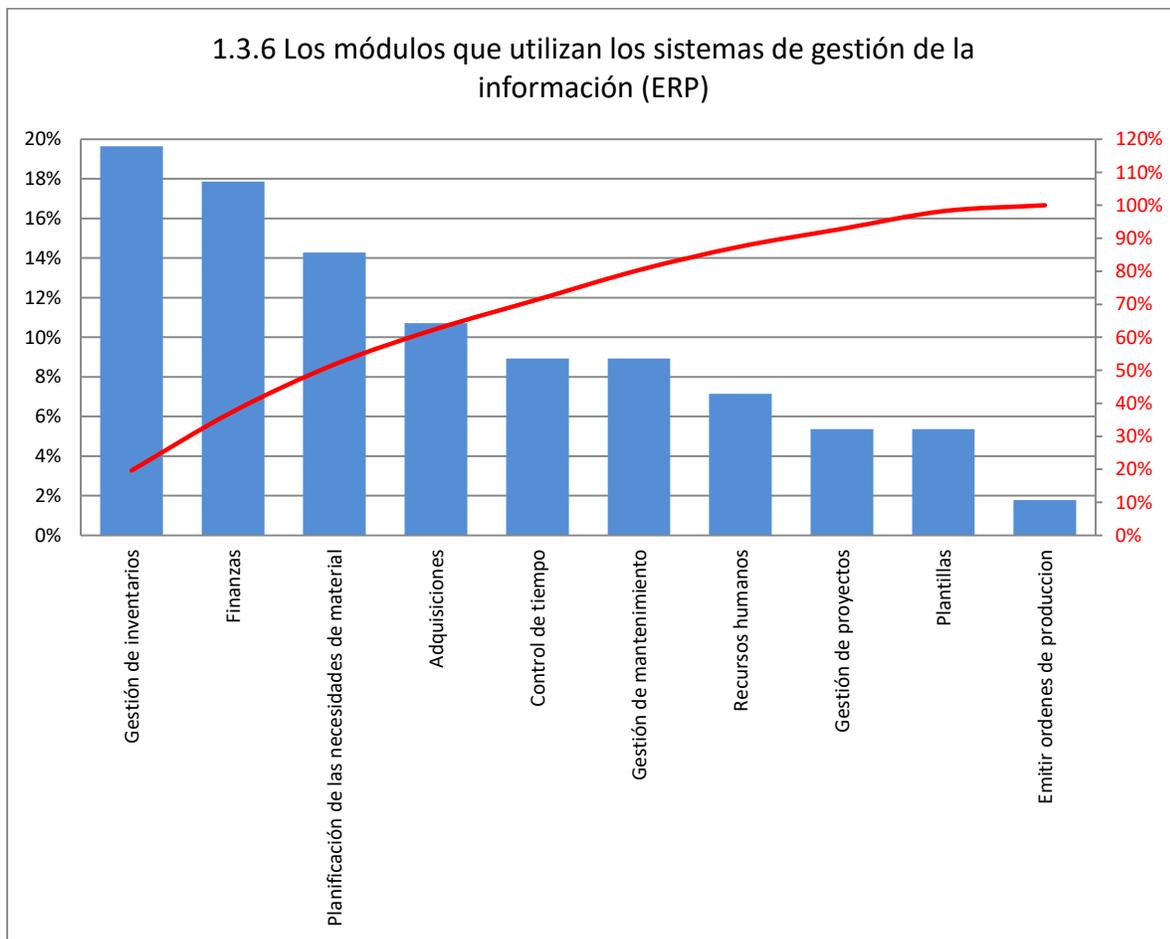
Gráfica B 5. Sistemas de información en la organización de la empresa (Elaboración propia).



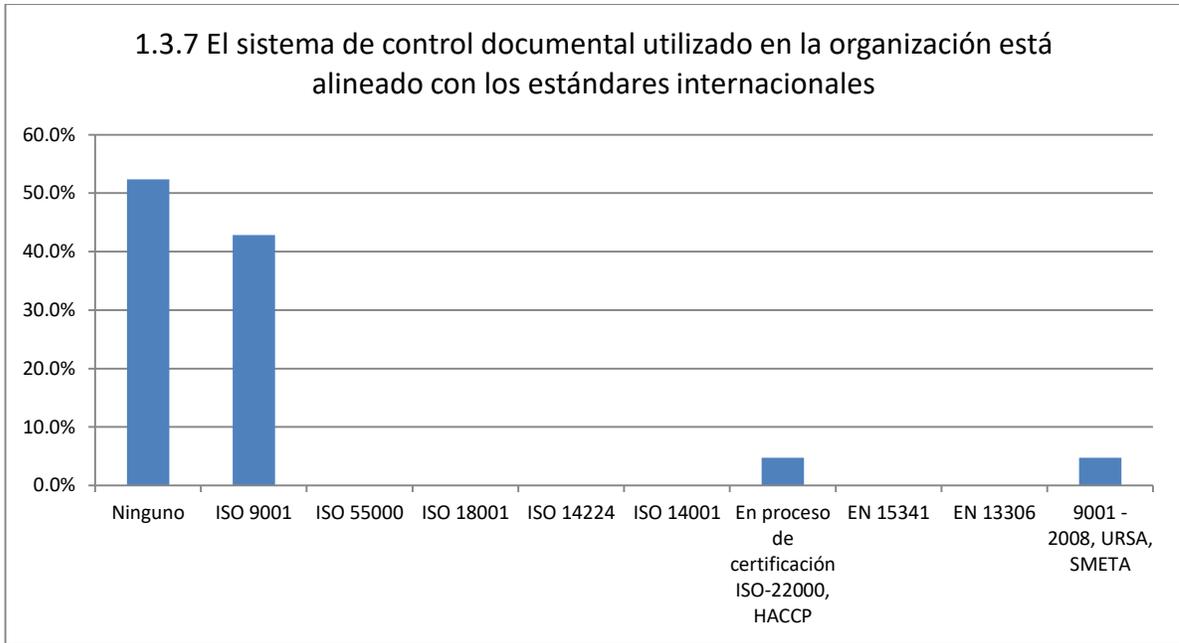
Gráfica B 6. ¿Cuál ha sido el reto más importante en la implementación de un ERP o EAM? (Elaboración propia).



Gráfica B 7. ¿Por qué no se ha implementado un ERP o un EAM? (Elaboración propia).



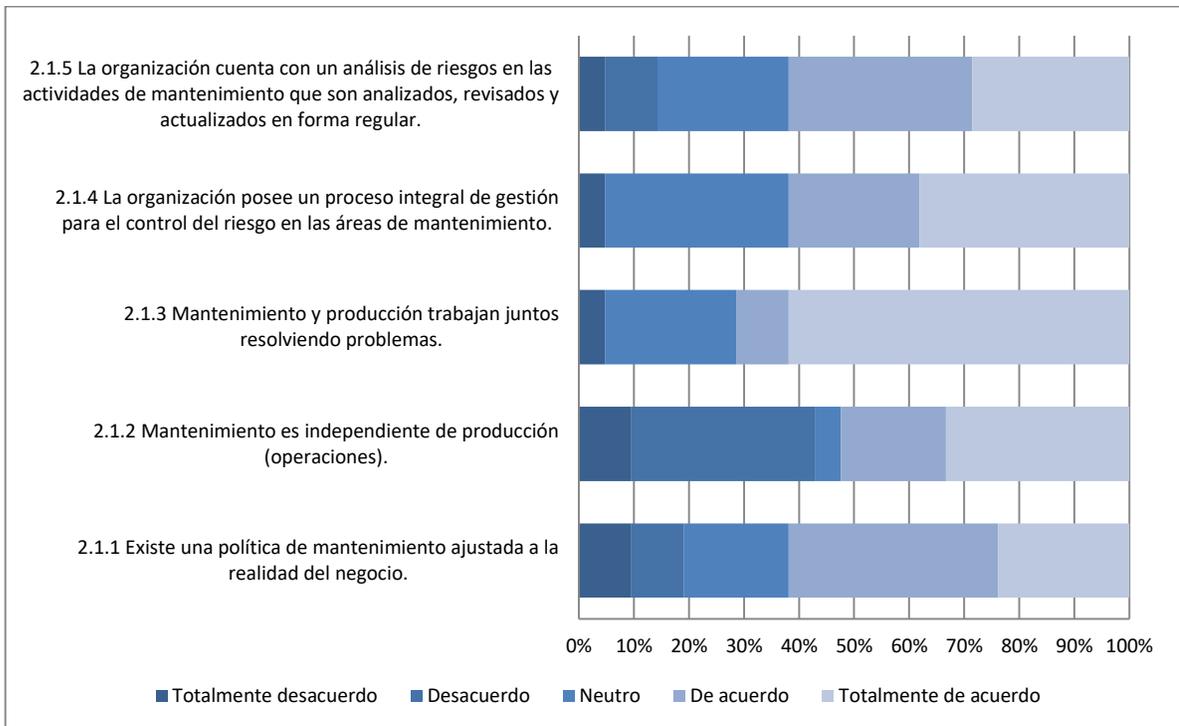
Gráfica B 8. Los módulos que utilizan los sistemas de gestión de la información – ERP. (Elaboración propia).



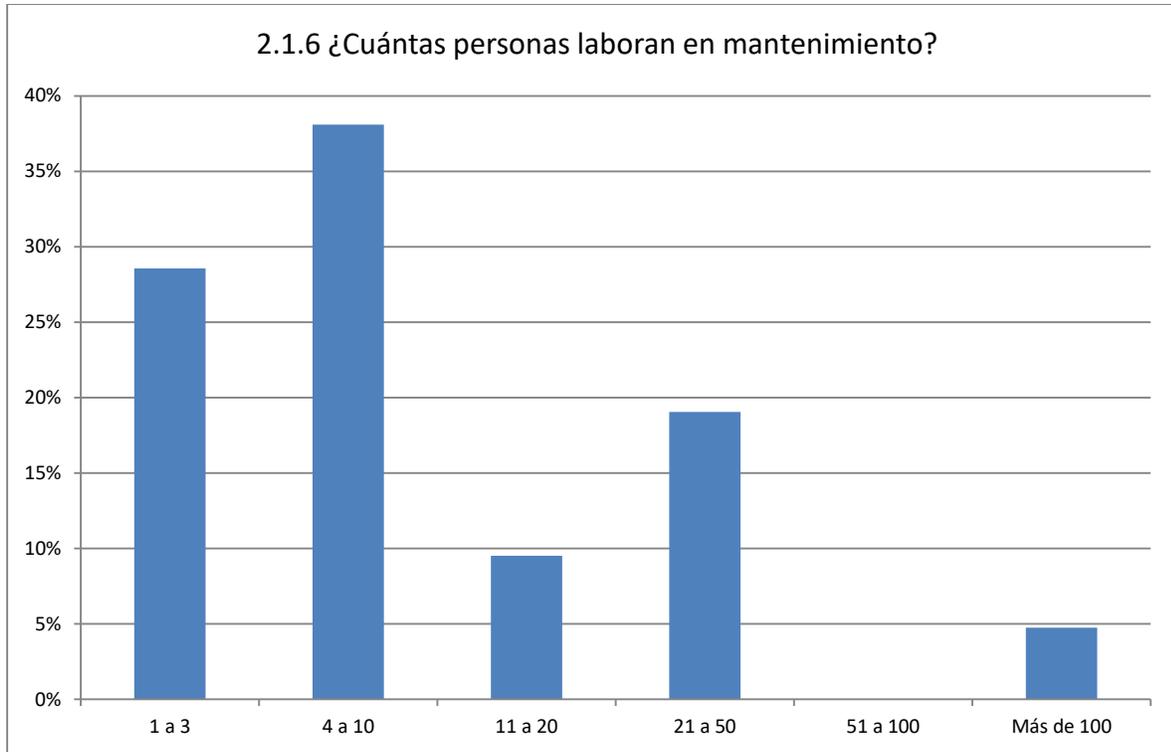
Gráfica B 9. Estándares internacionales (Elaboración propia).

B2. Organización de mantenimiento

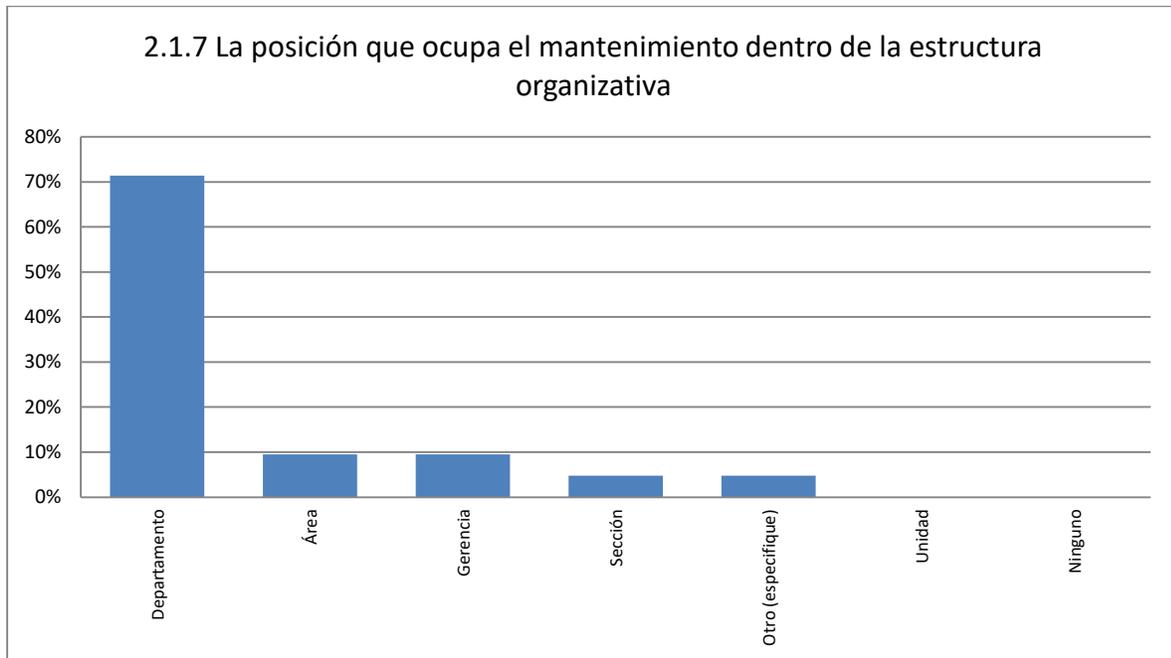
B2.1 Estructura



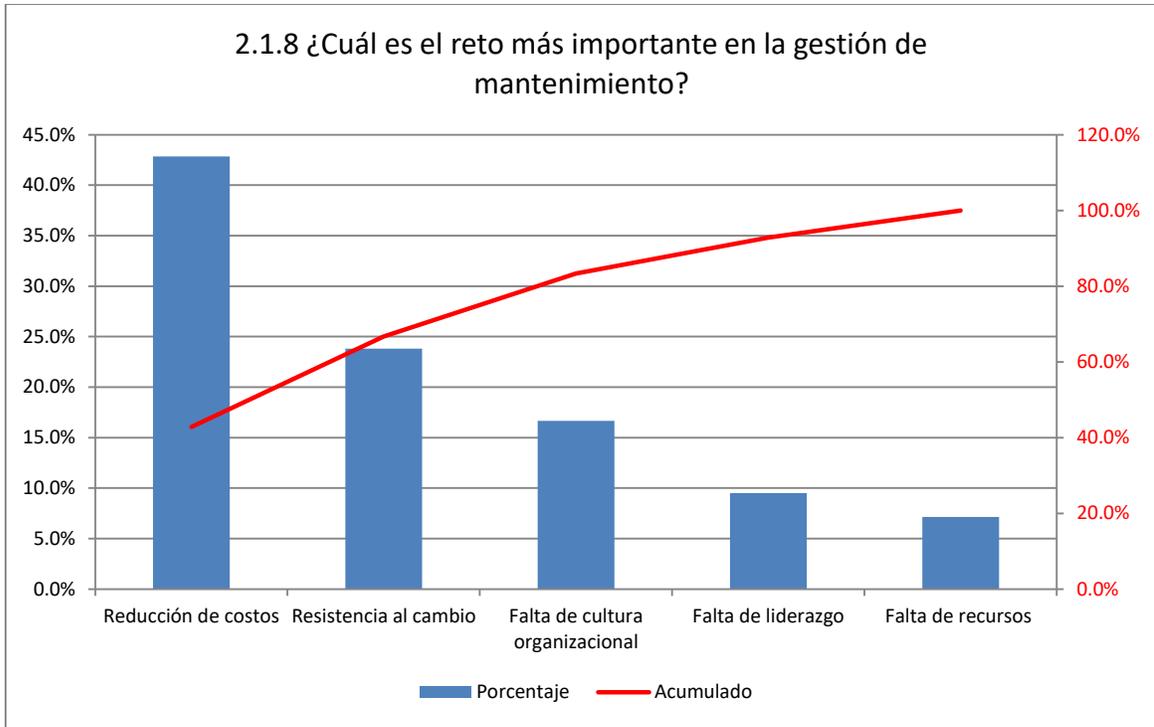
Gráfica B 10. Estructura de la organización de mantenimiento (Elaboración propia).



Gráfica B 11. ¿Cuántas personas laboran en mantenimiento? (Elaboración propia).

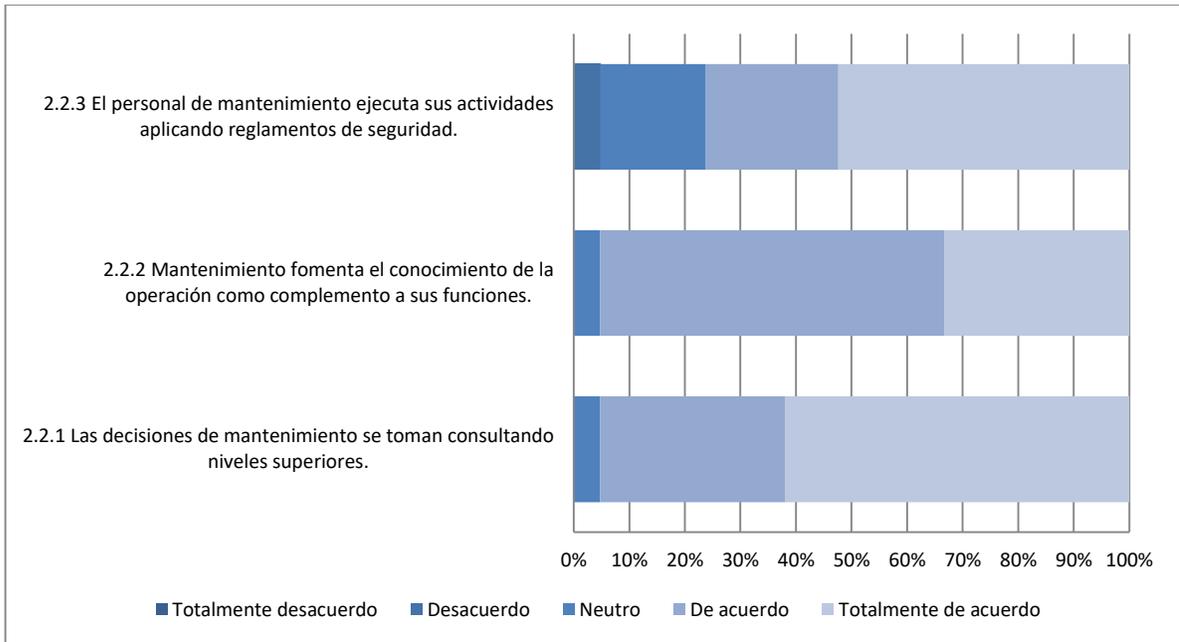


Gráfica B 12. Posición de mantenimiento en la estructura organizativa (Elaboración propia).

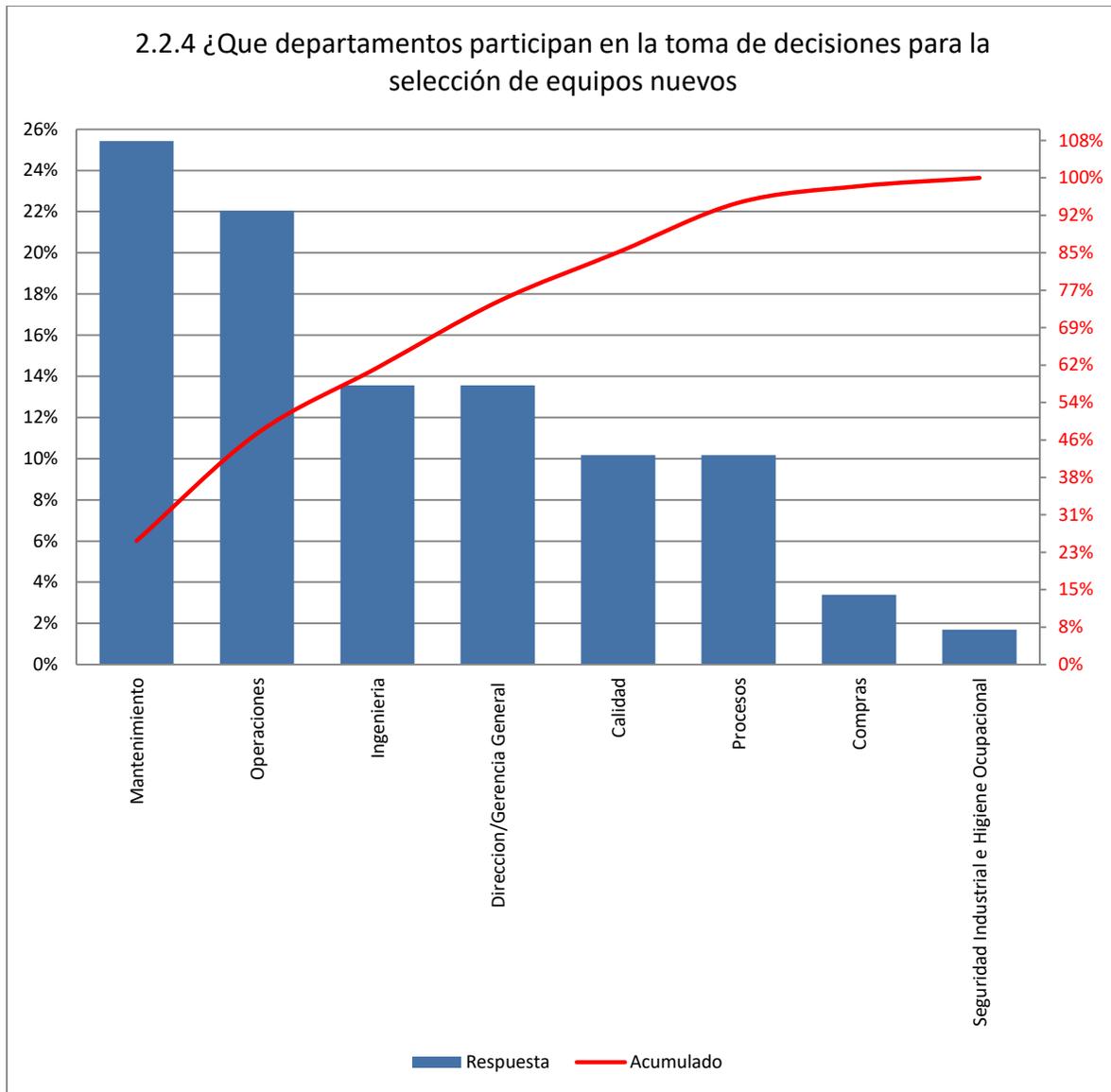


Gráfica B 13. Reto más importante en la gestión de mantenimiento (Elaboración propia).

B2.2 Autoridad y autonomía

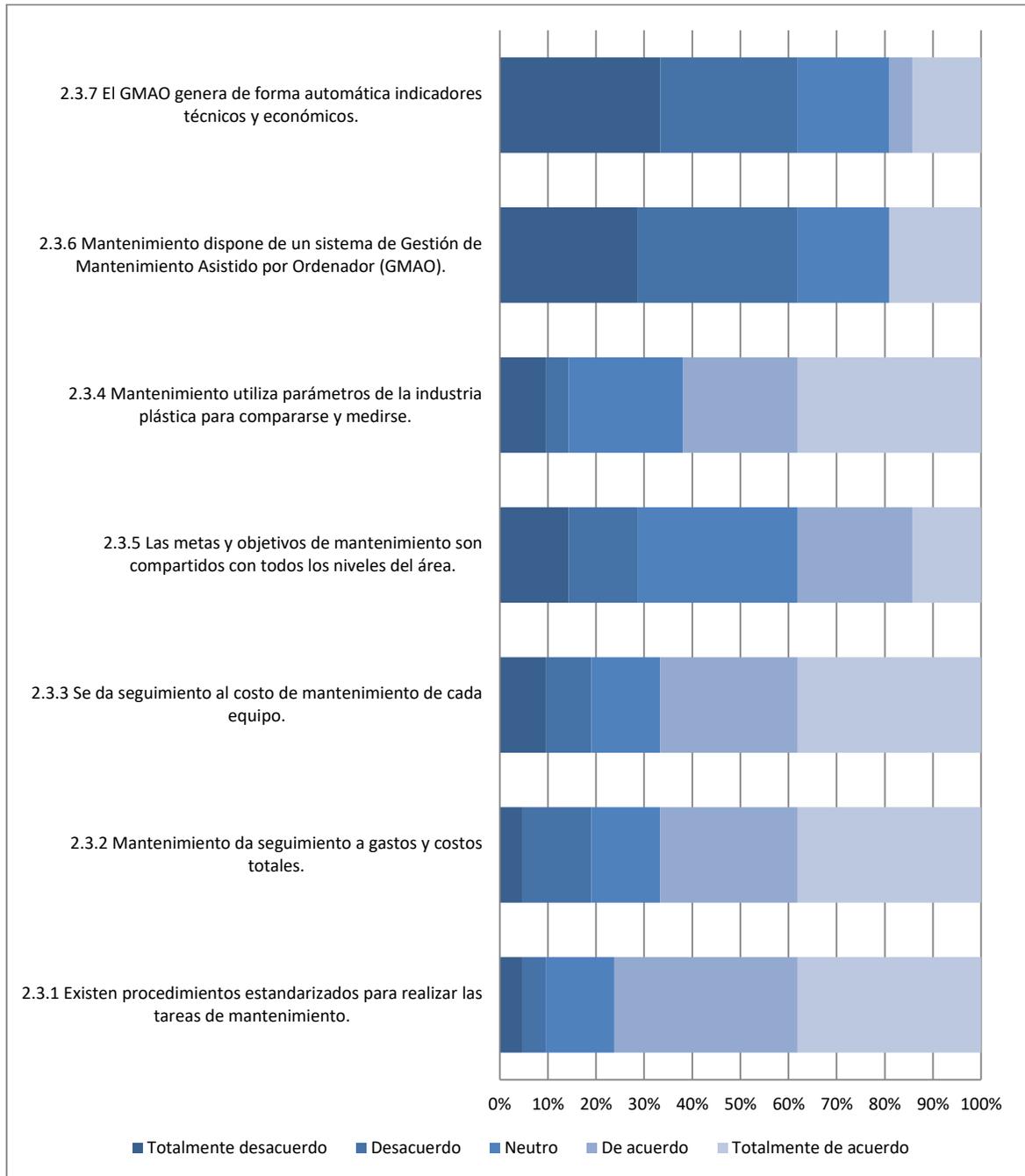


Gráfica B 14. Autoridad y autonomía en la organización de mantenimiento (Elaboración propia).

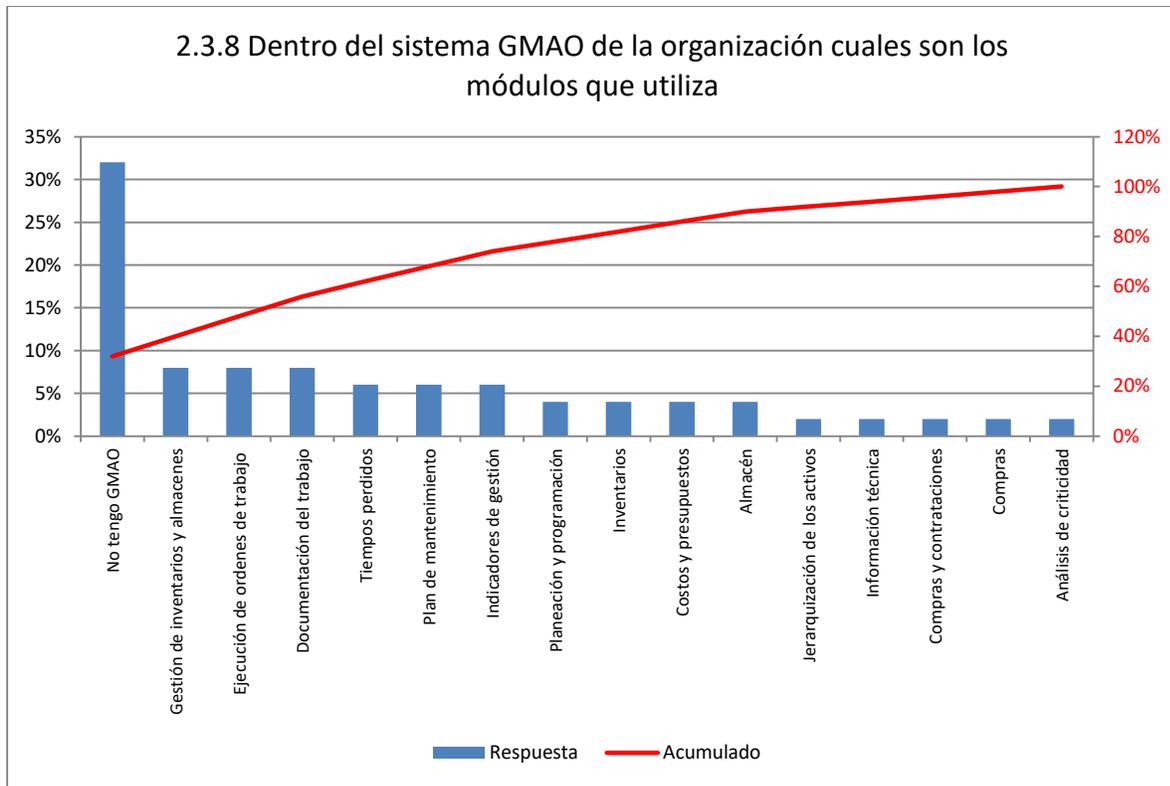


Gráfica B 15. ¿Quiénes deciden en la selección de equipos nuevos? (Elaboración propia).

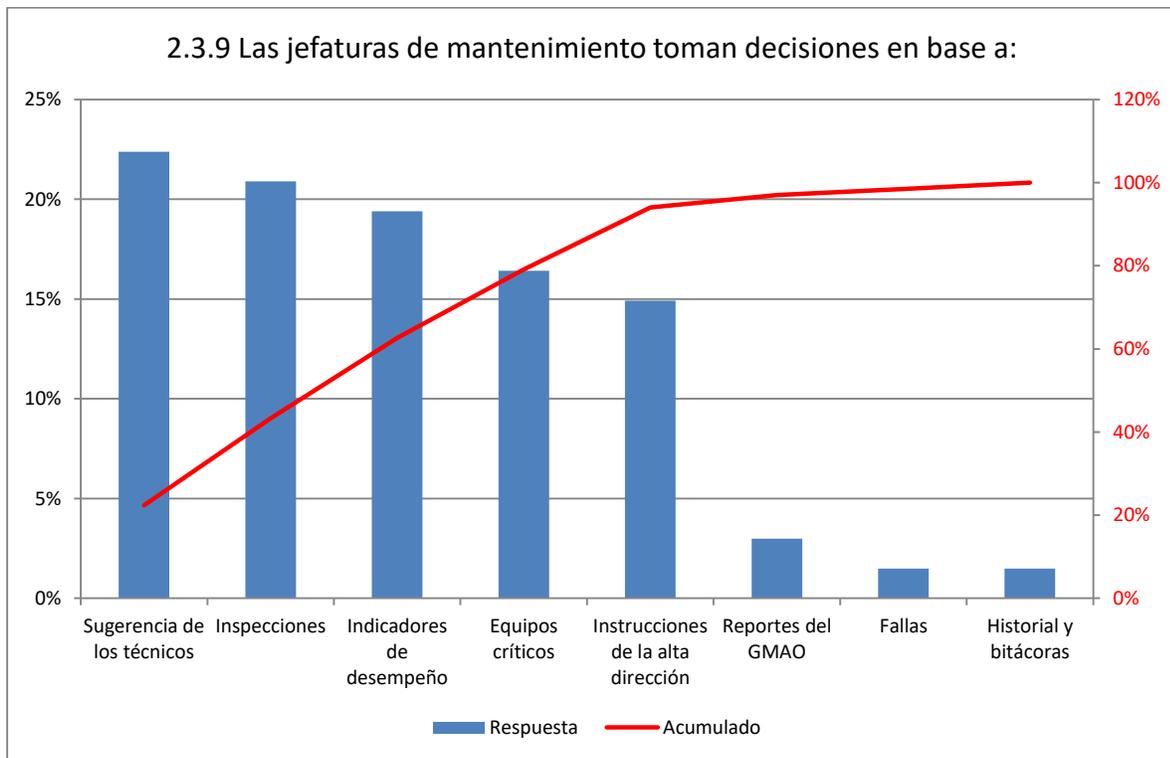
B2.3 Sistema de información.



Gráfica B 16. Sistema de información en la organización de mantenimiento (Elaboración propia).

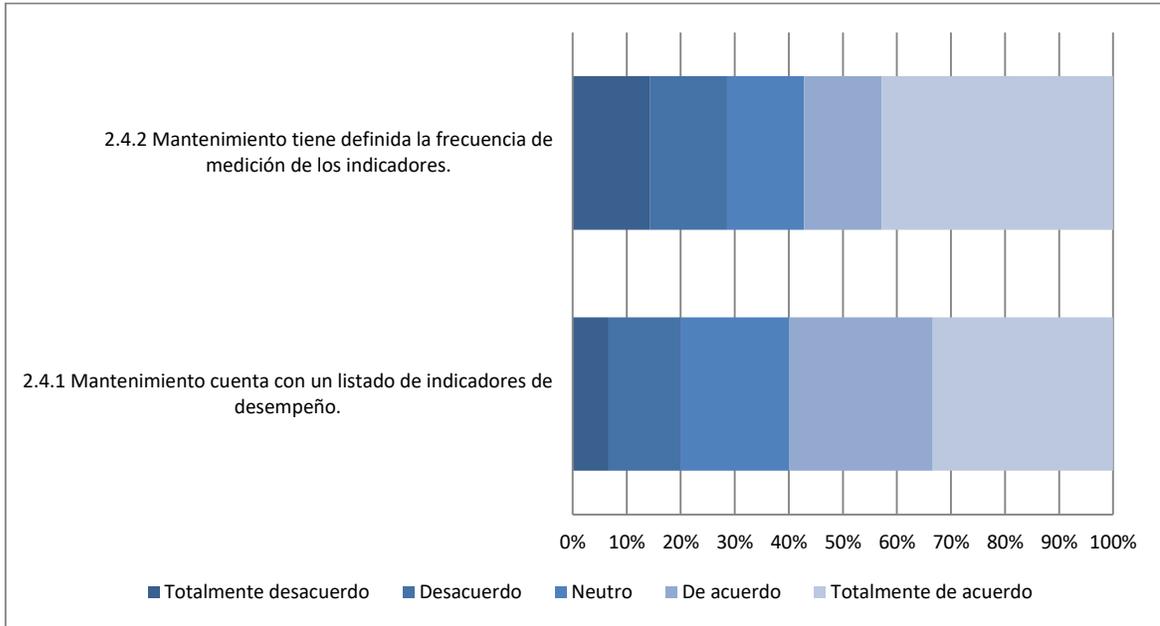


Gráfica B 17. Módulos del GMAO utilizados (Elaboración propia).

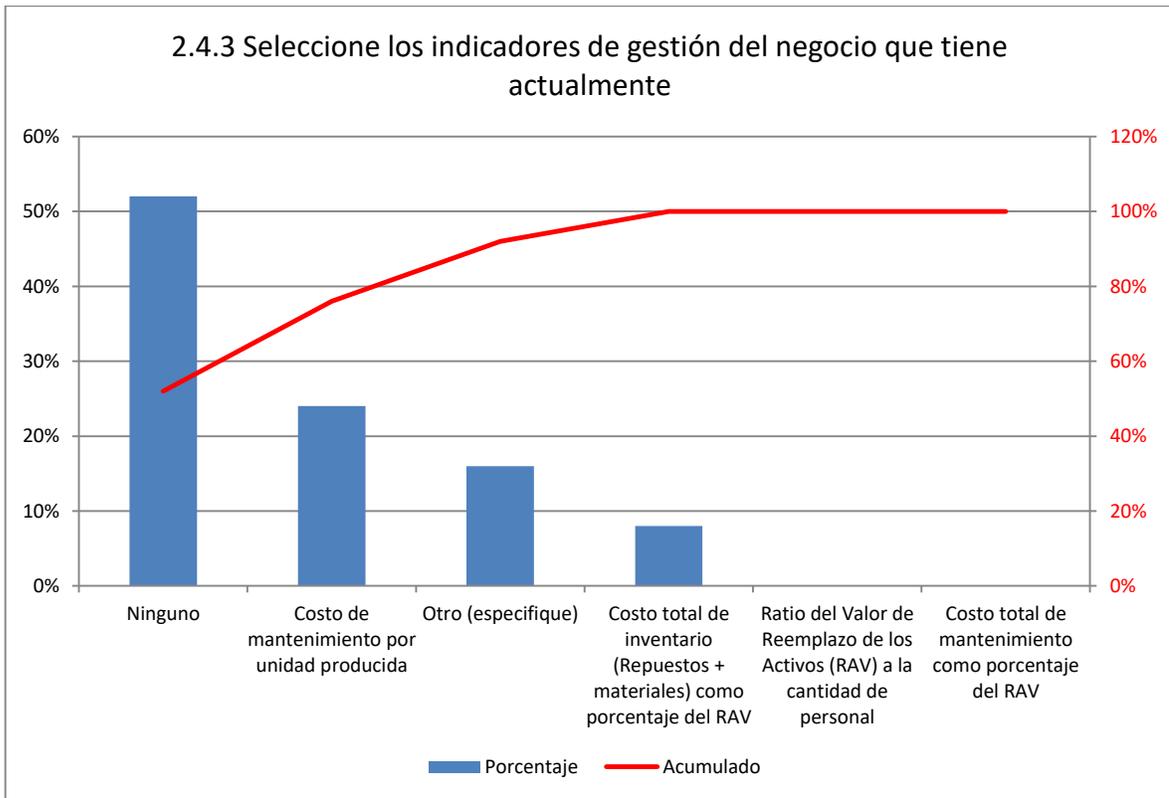


Gráfica B 18. Decisión de las jefaturas de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

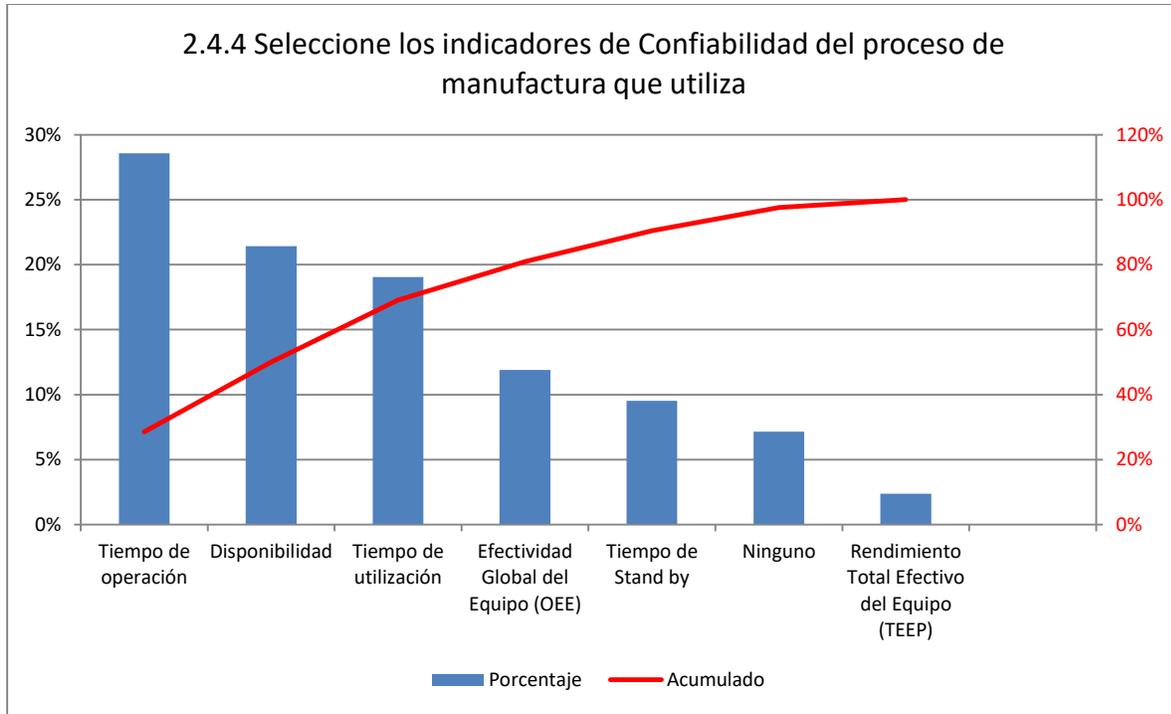
B2.4 Indicadores de desempeño



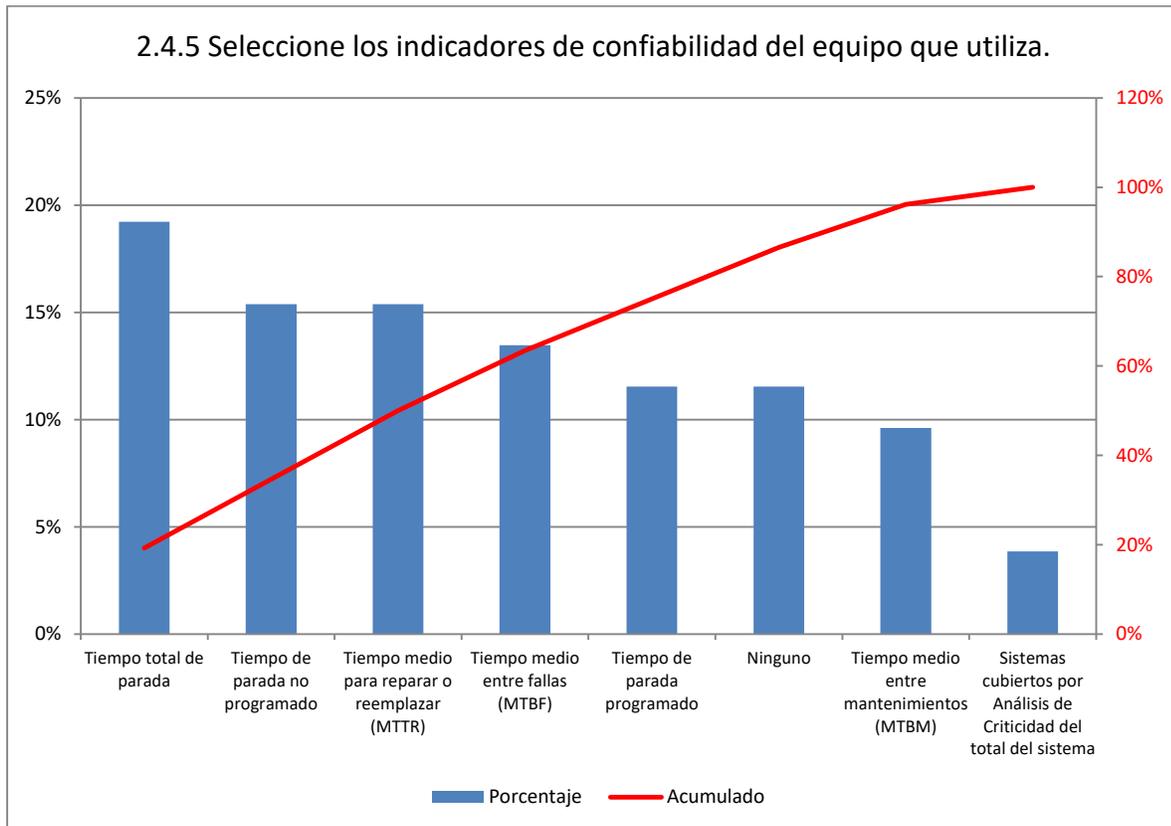
Gráfica B 19. Indicadores de desempeño (Elaboración propia).



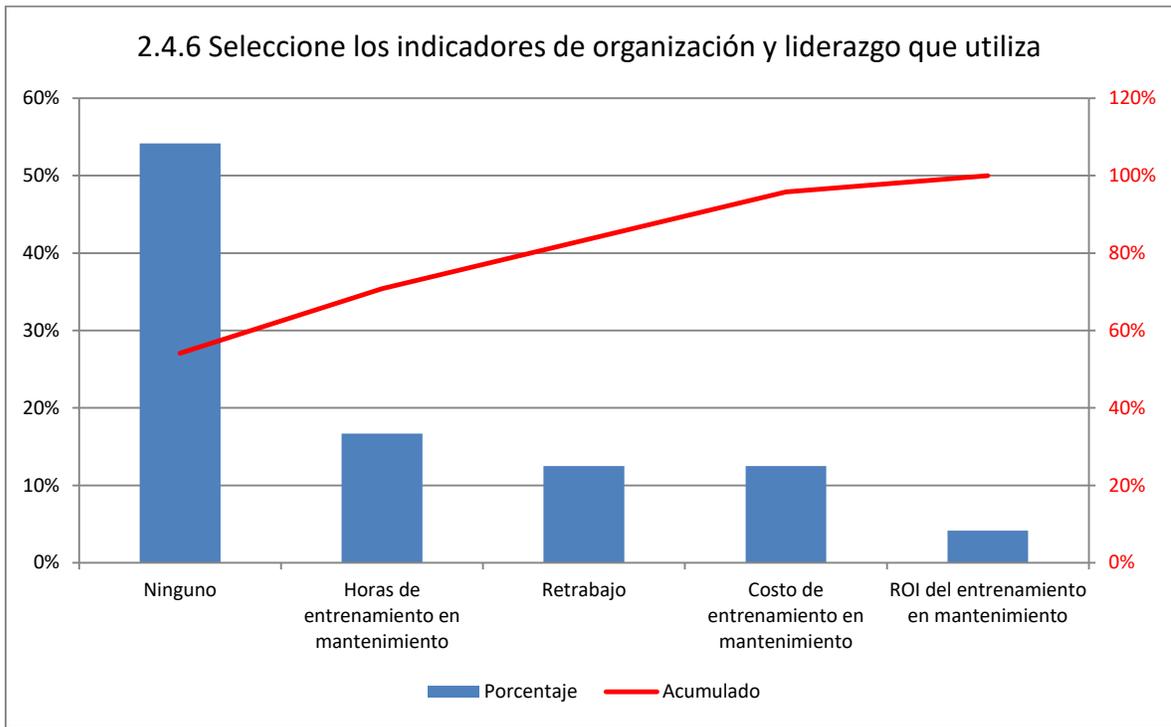
Gráfica B 20. Indicadores de gestión del negocio (Elaboración propia).



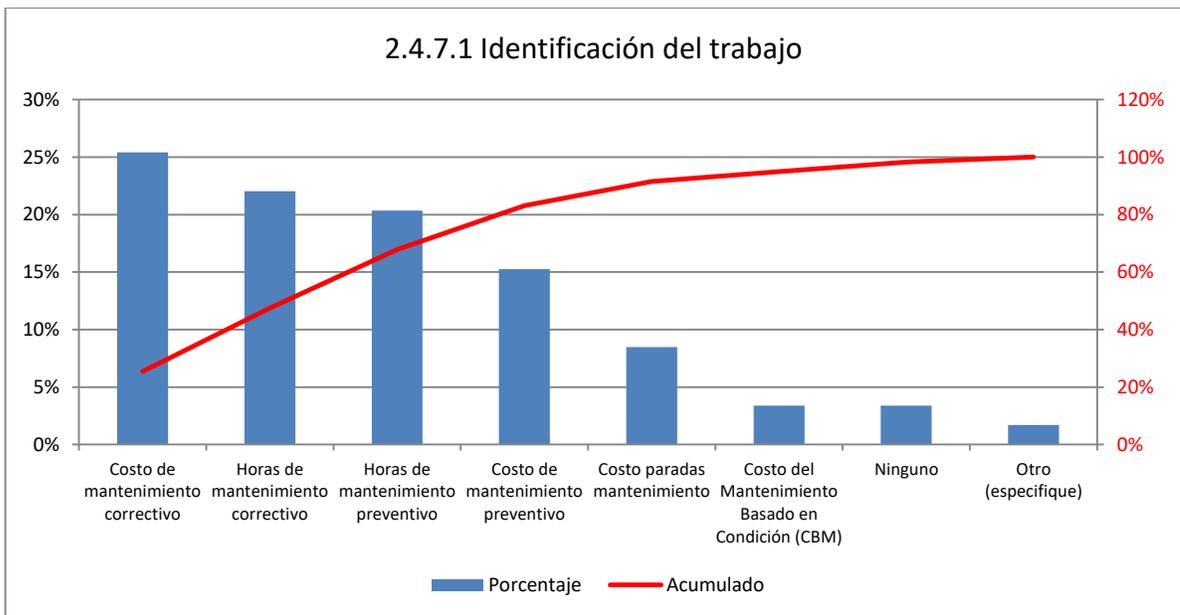
Gráfica B 21. Indicadores de confiabilidad del proceso de manufactura (Elaboración propia).



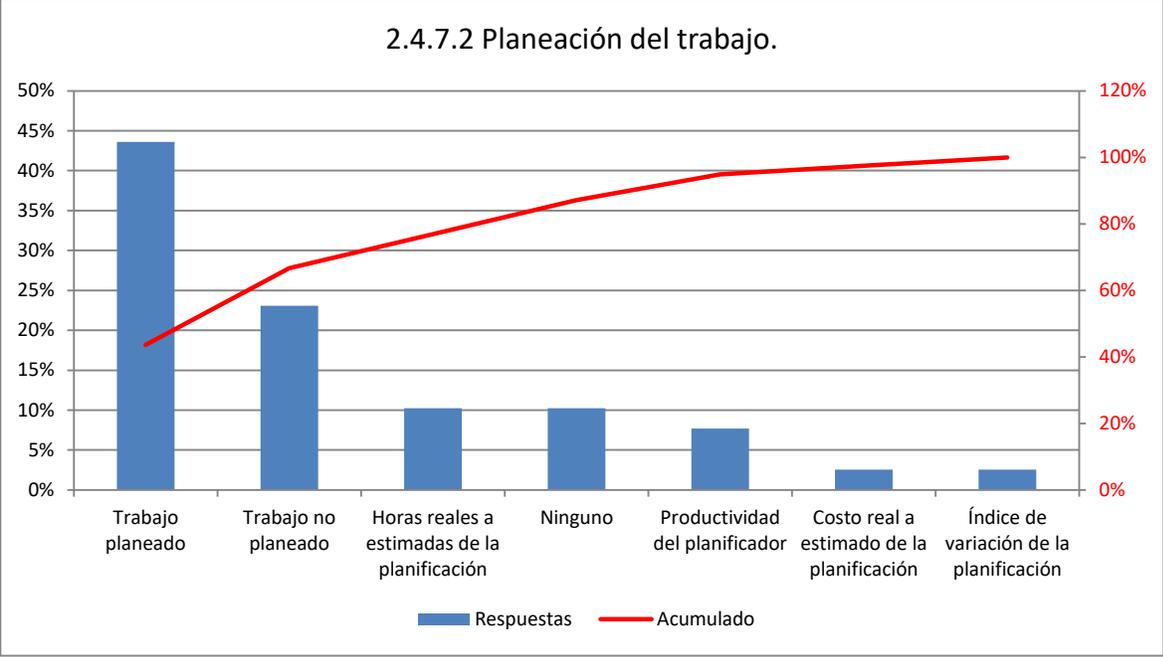
Gráfica B 22. Indicadores de confiabilidad del equipo (Elaboración propia).



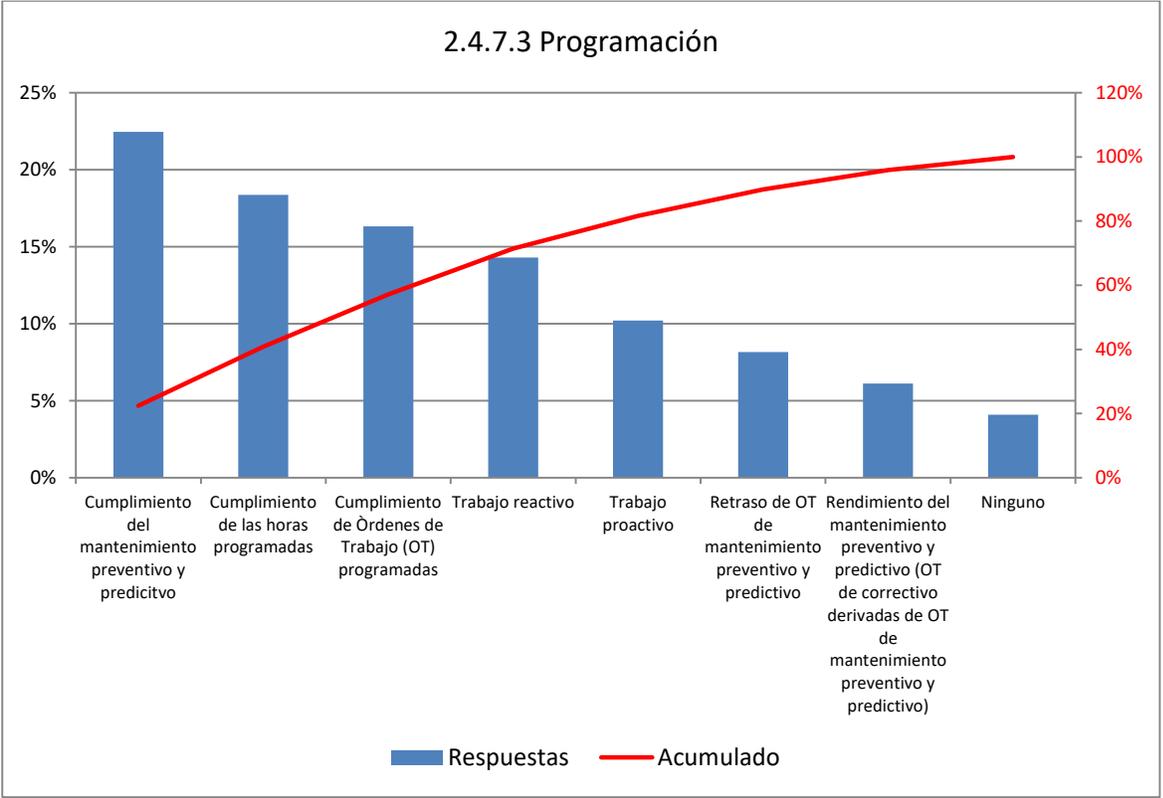
Gráfica B 23. Indicadores de organización y liderazgo (Elaboración propia).



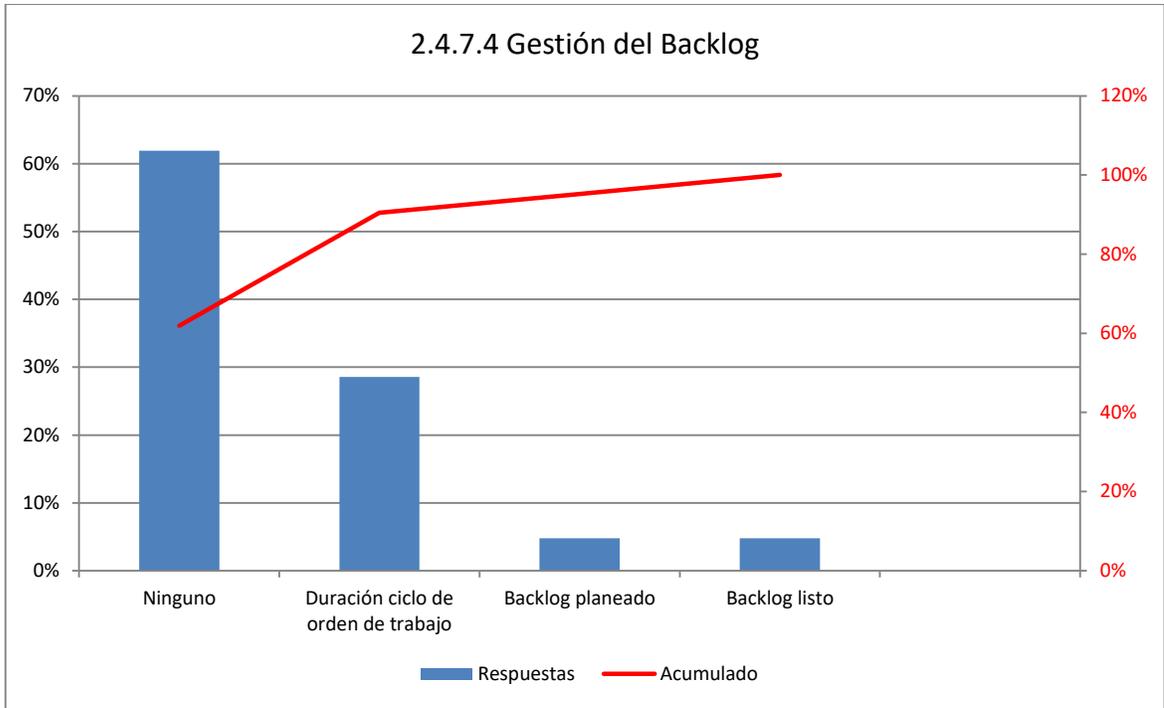
Gráfica B 24. Indicadores de Identificación del trabajo (Elaboración propia).



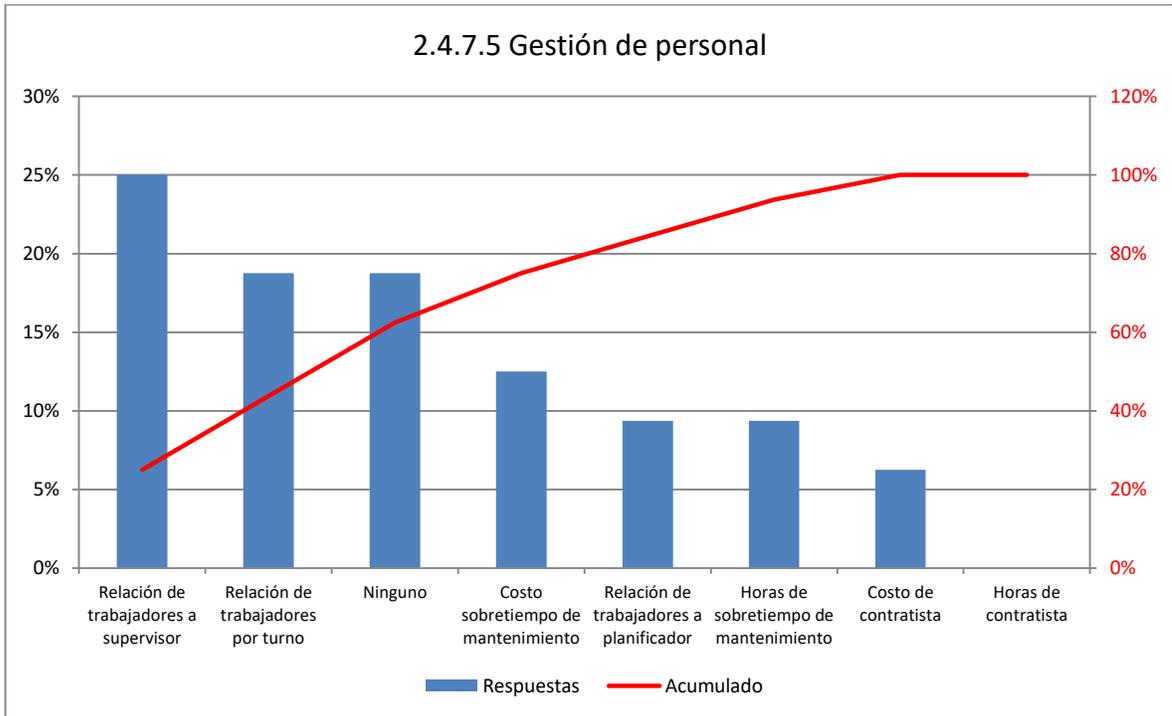
Gráfica B 25. Planeación del trabajo (Elaboración propia).



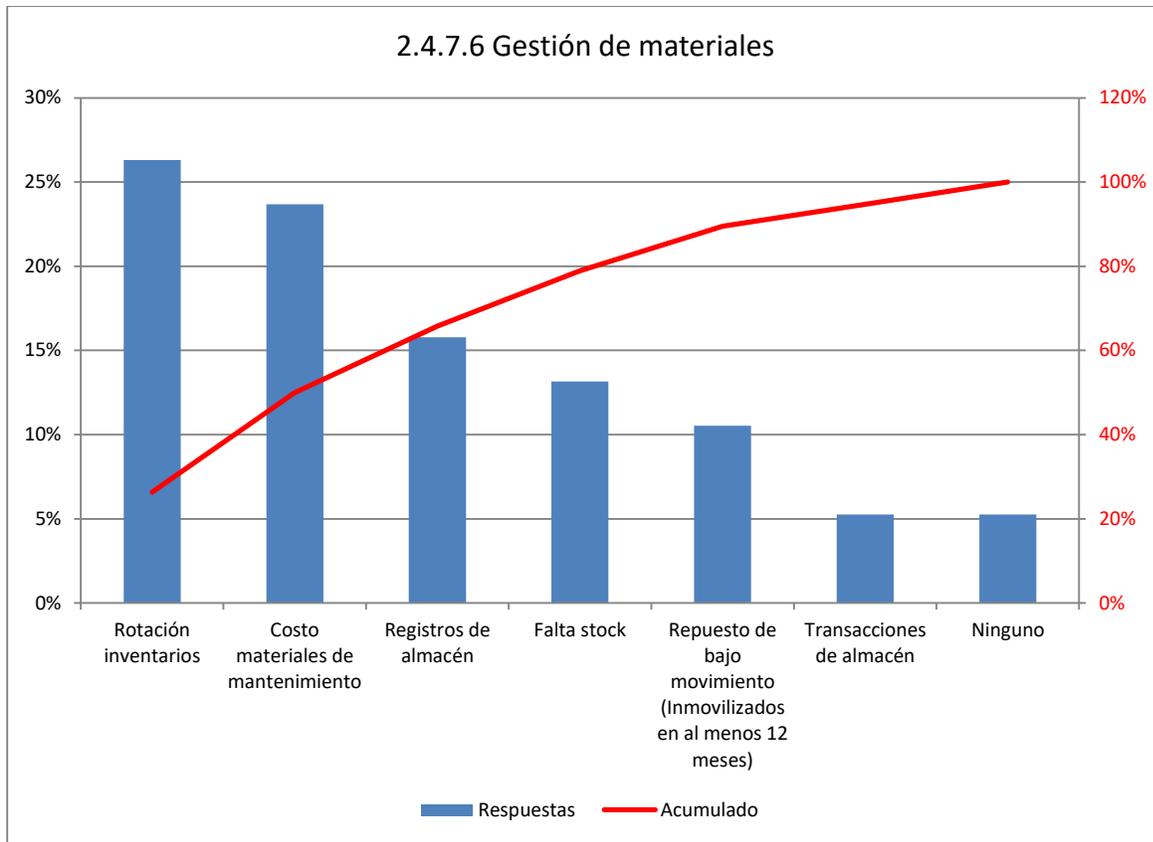
Gráfica B 26. Programación (Elaboración propia).



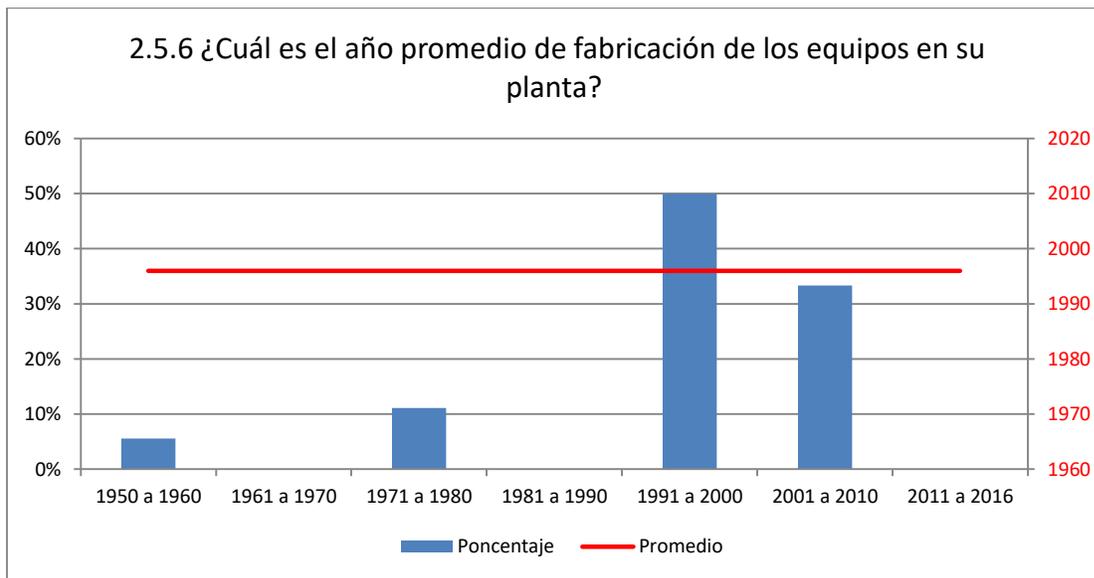
Gráfica B 27. Gestión de backlog (Elaboración propia).



Gráfica B 28. Gestión de personal (Elaboración propia).

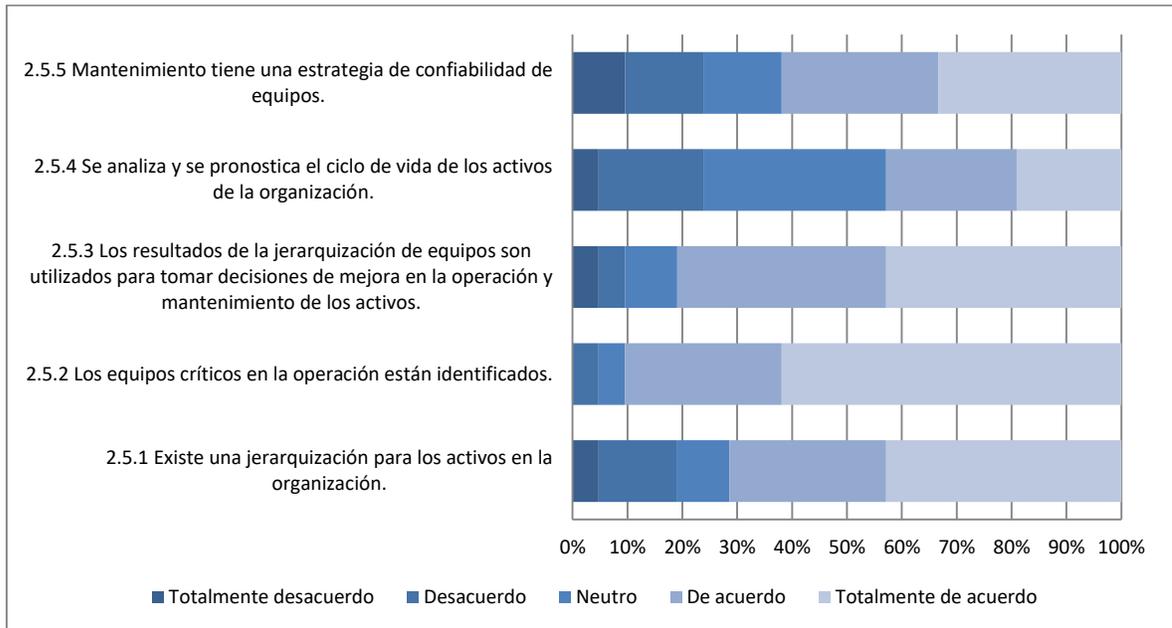


Gráfica B 29. Gestión de materiales (Elaboración propia).



Gráfica B 30. 2.5.6 ¿Cuál es el año promedio de fabricación de los equipos en su planta? (Elaboración propia).

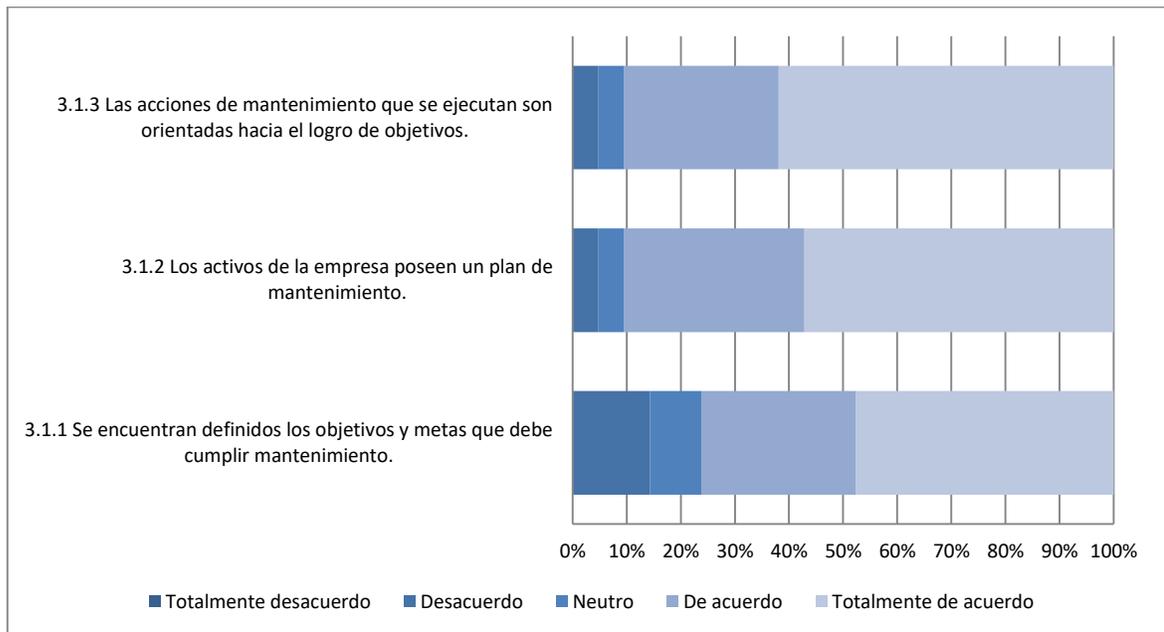
B2.5 Criticidad de equipos



Gráfica B 31. Criticidad de equipos (Elaboración propia).

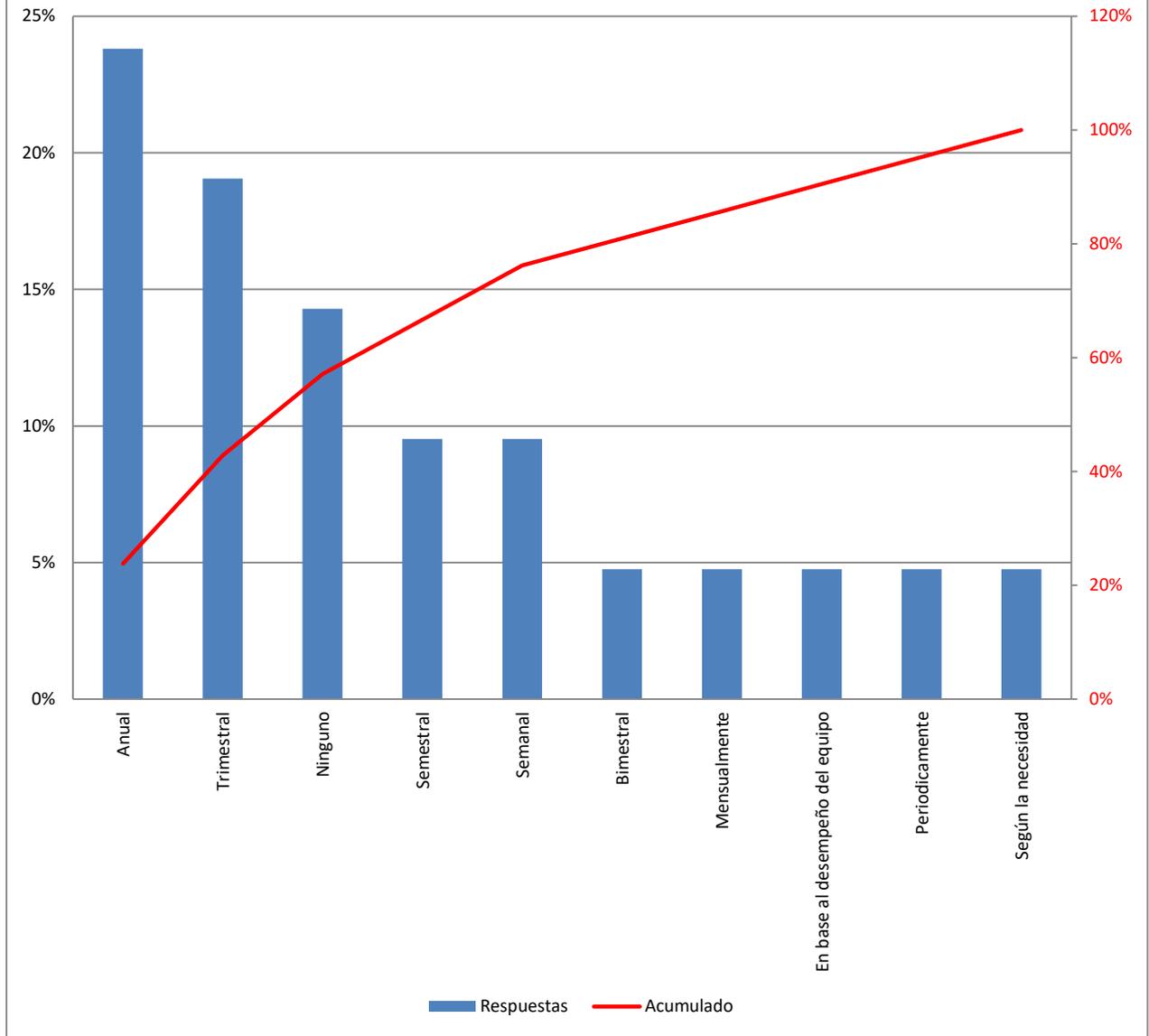
B3. Planificación de mantenimiento

B3.1 Objetivos y metas



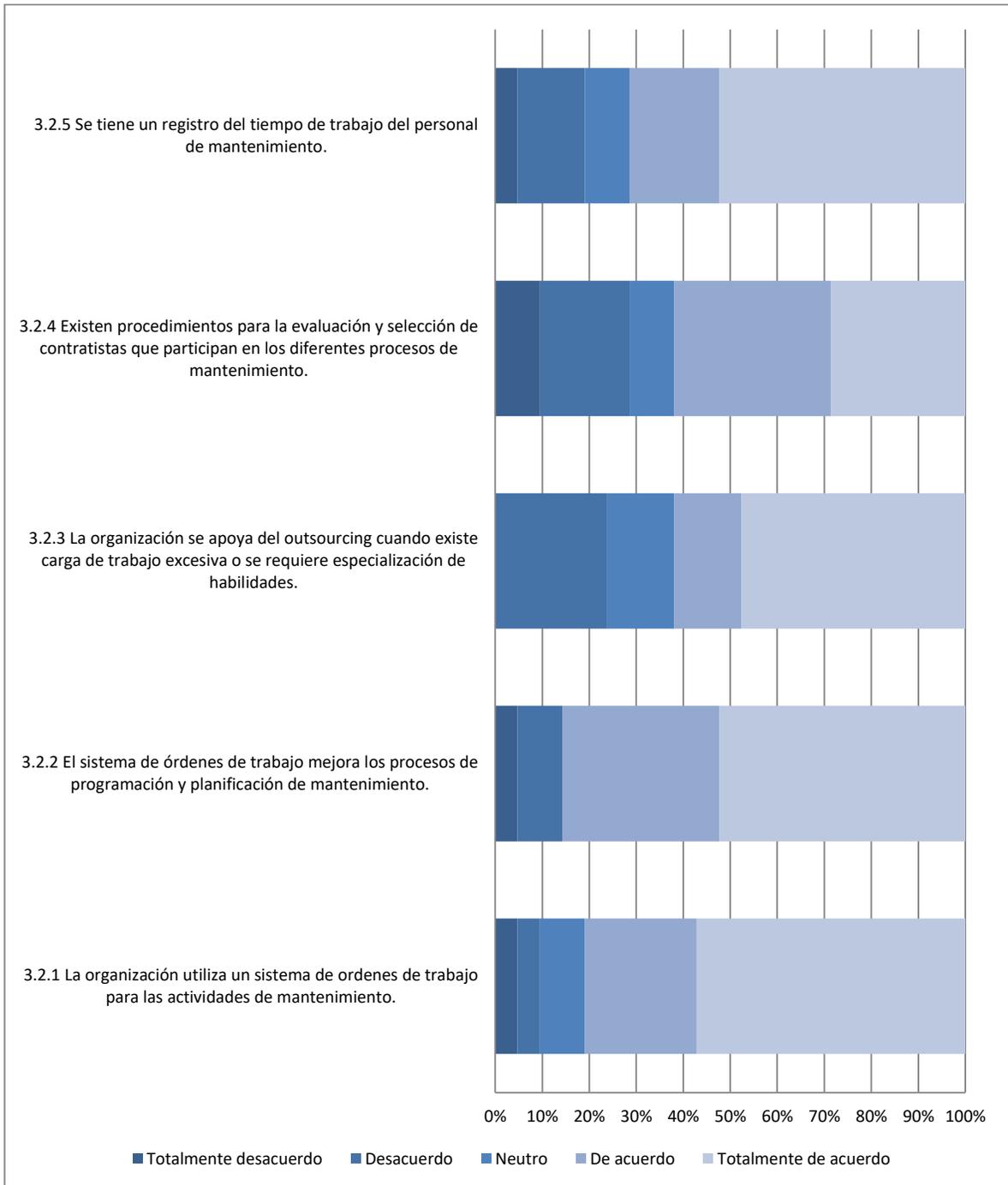
Gráfica B 32. Objetivos y metas en la planificación (Elaboración propia).

3.1.4 Los planes de mantenimiento son actualizados con frecuencia

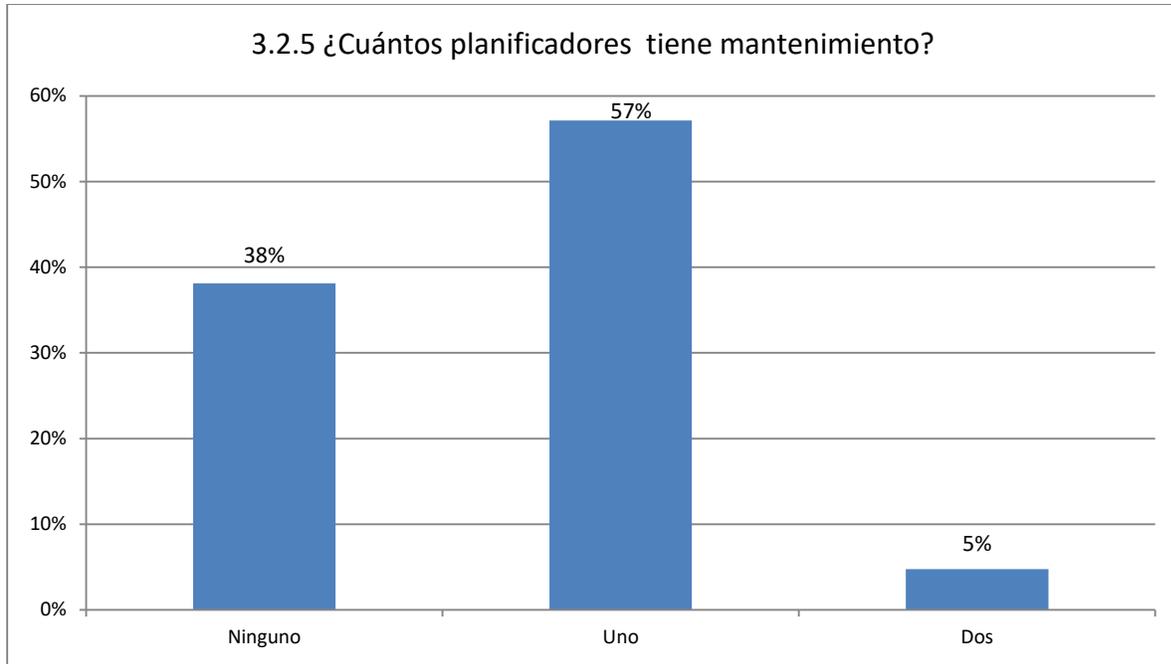


Gráfica B 33. Frecuencia de actualización de los planes de mantenimiento (Elaboración propia).

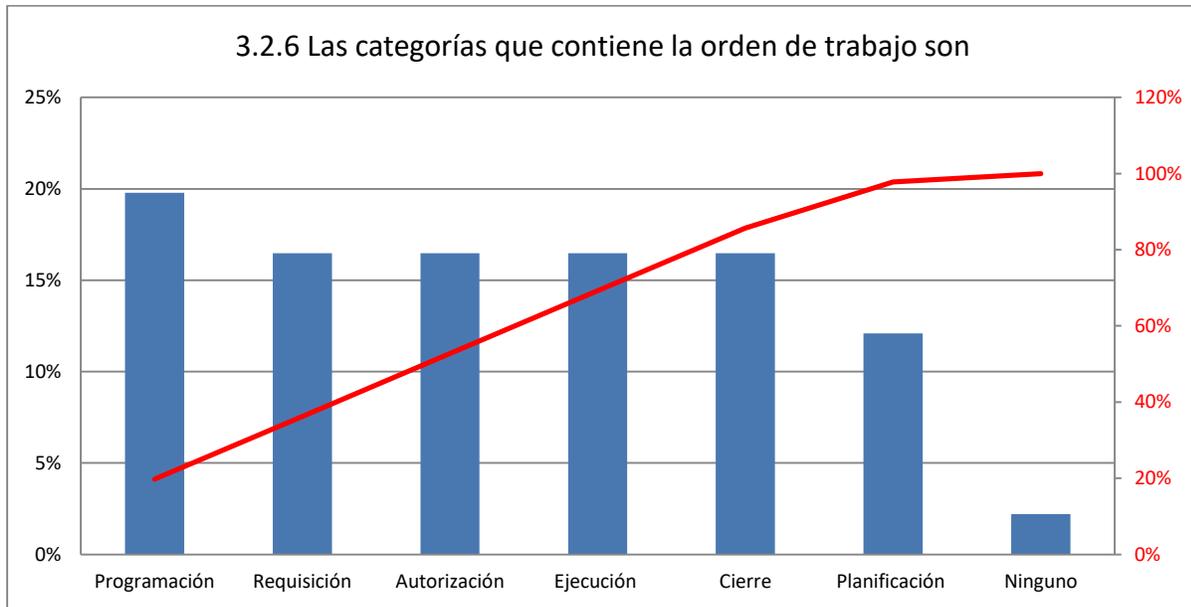
B3.2 Directrices de planificación



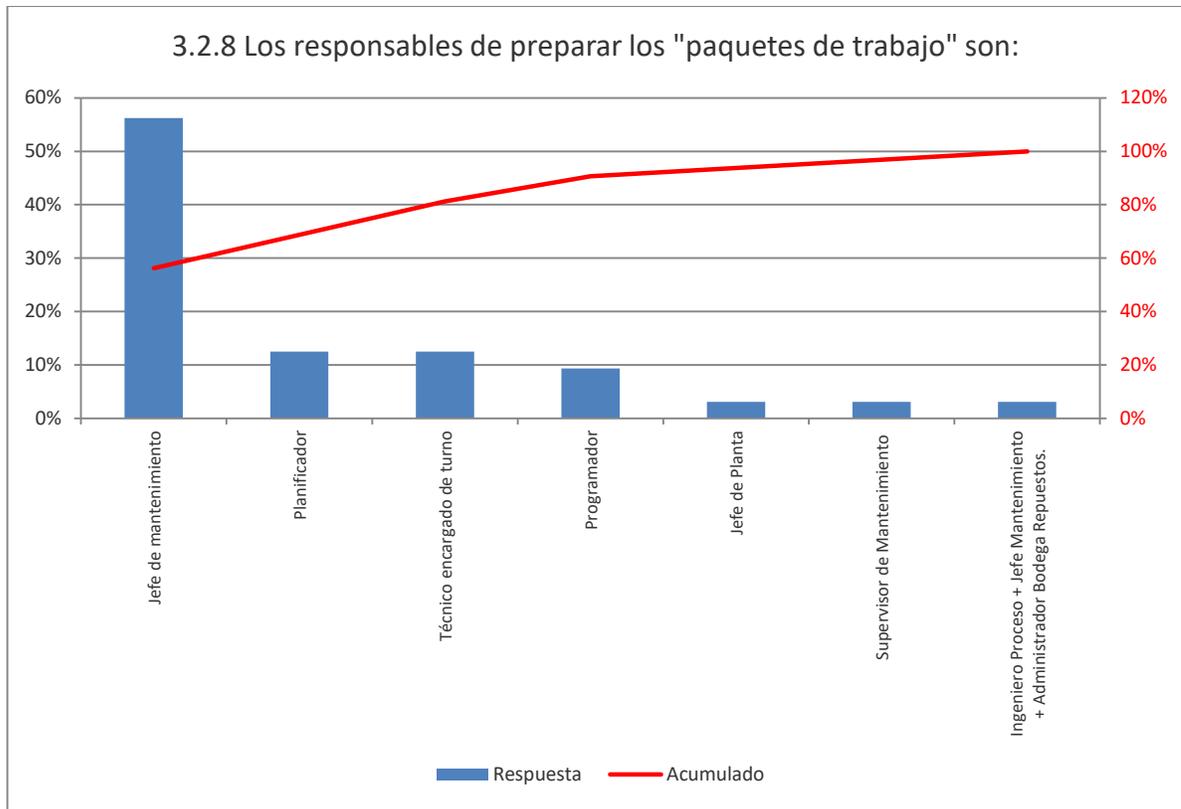
Gráfica B 34. Directrices de planificación. Fuente: (Elaboración propia).



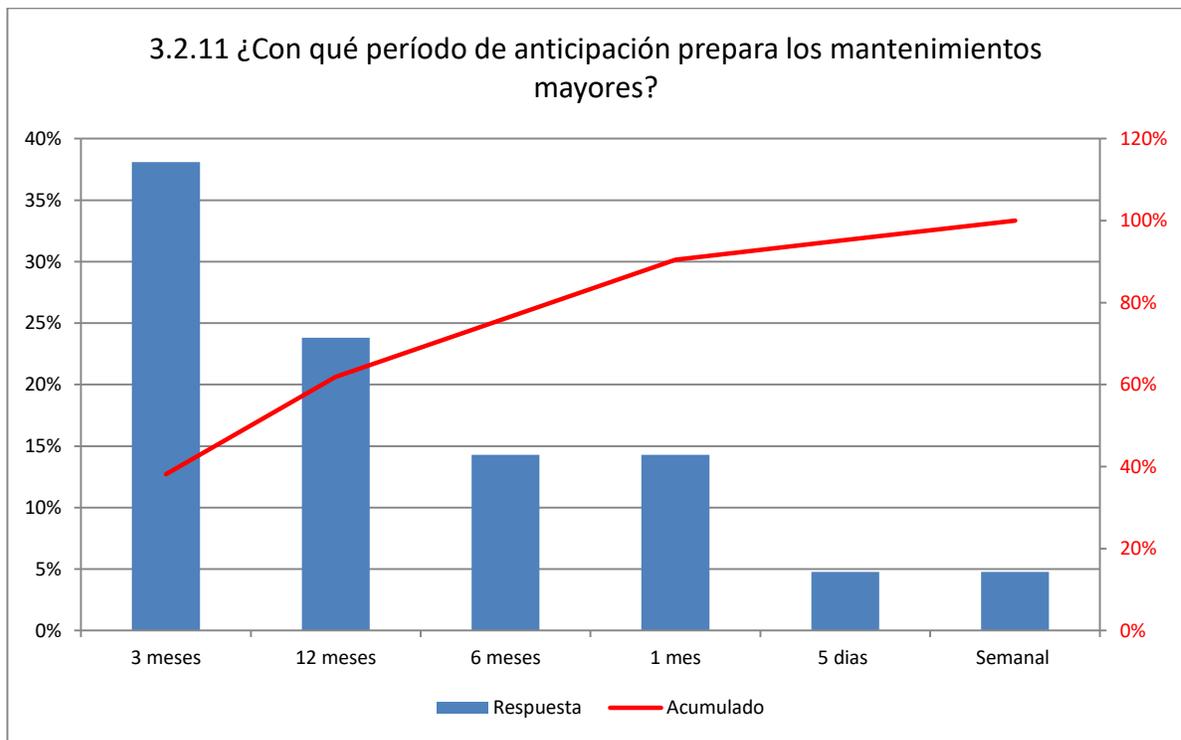
Gráfica B 35. Número de planificadores.



Gráfica B 36. Las categorías que contiene la orden de trabajo. Fuente: (Elaboración propia).

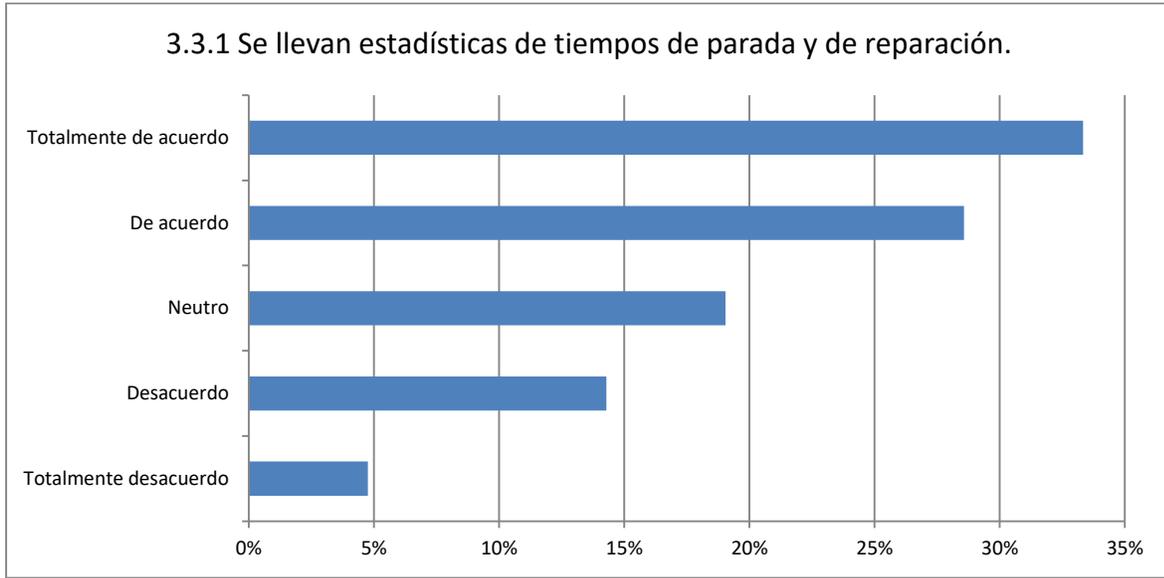


Gráfica B 37. Responsables de preparar los "paquetes de trabajo". Fuente: (Elaboración propia).

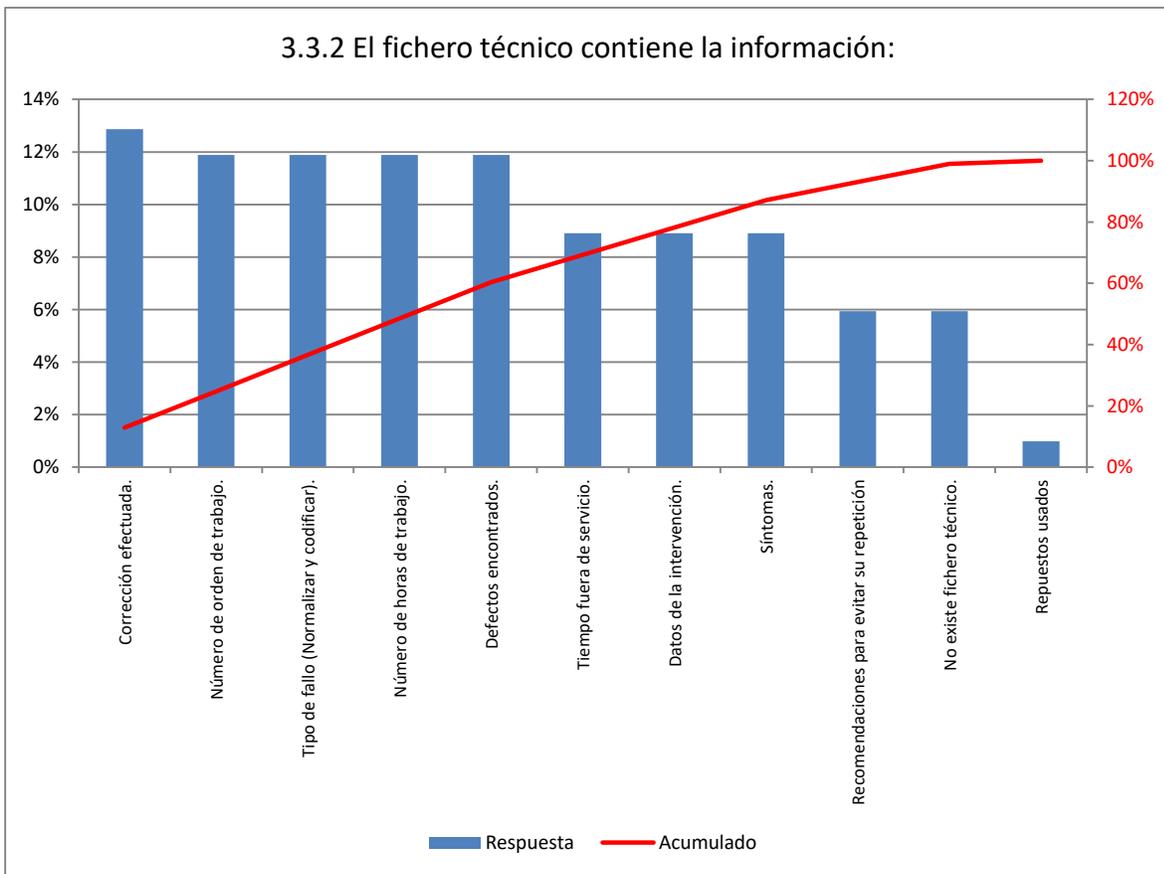


Gráfica B 38. Período de anticipación prepara los mantenimientos mayores. Fuente: (Elaboración propia).

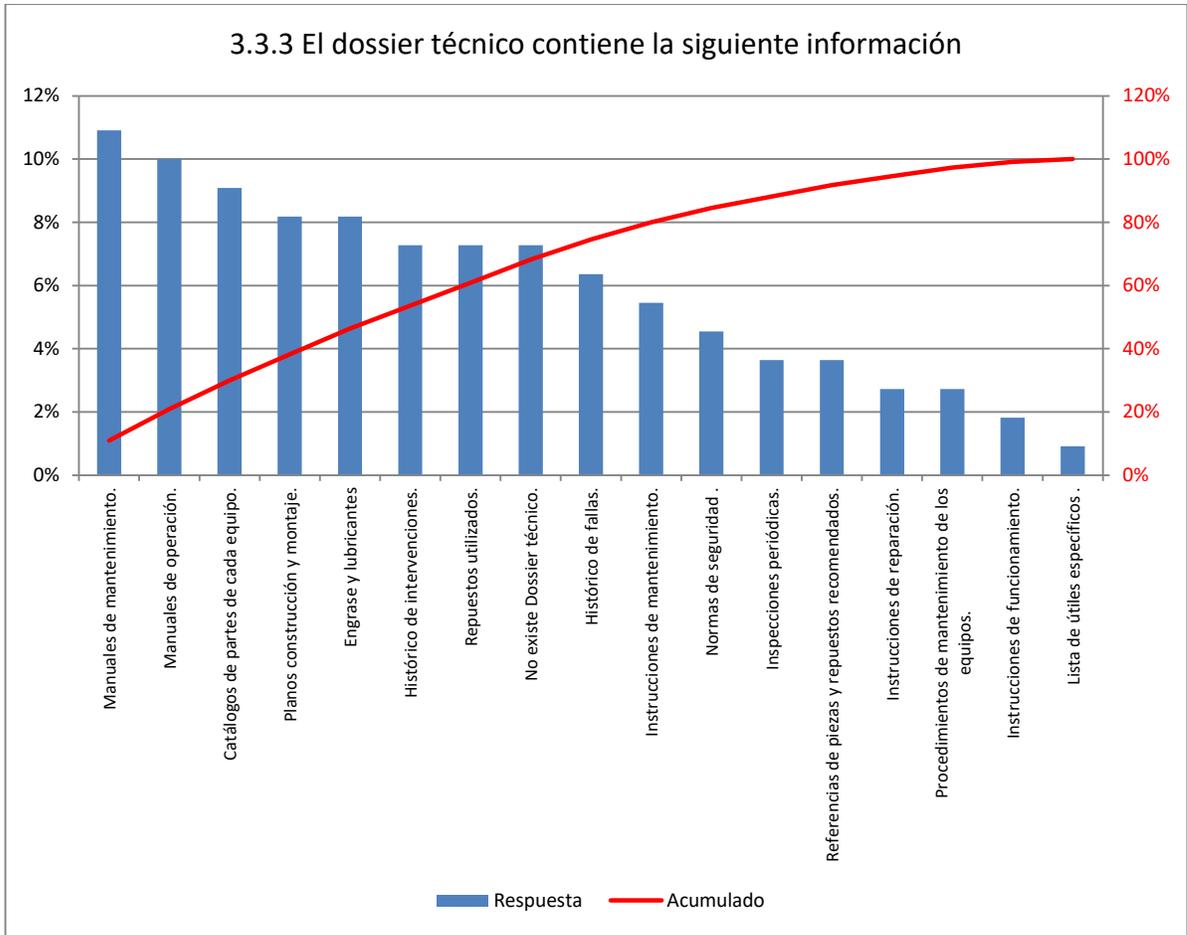
B3.3 Hoja de vida de los equipos



Gráfica B 39. Estadísticas de tiempos de parada y de reparación. Fuente: (Elaboración propia).

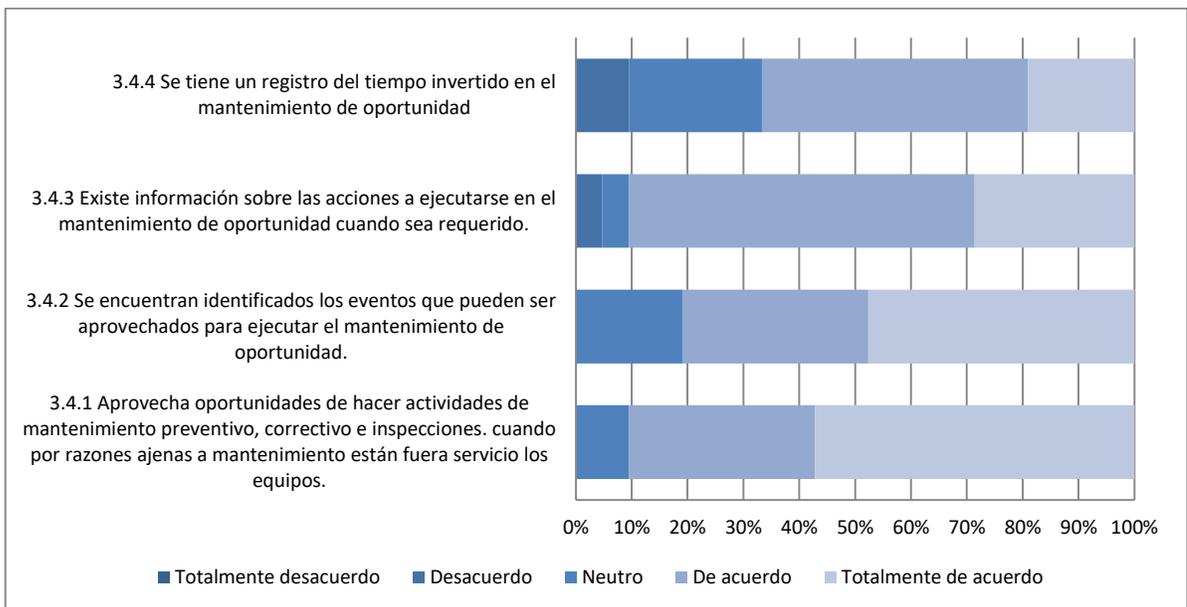


Gráfica B 40. Información del fichero técnico. Fuente: (Elaboración propia).



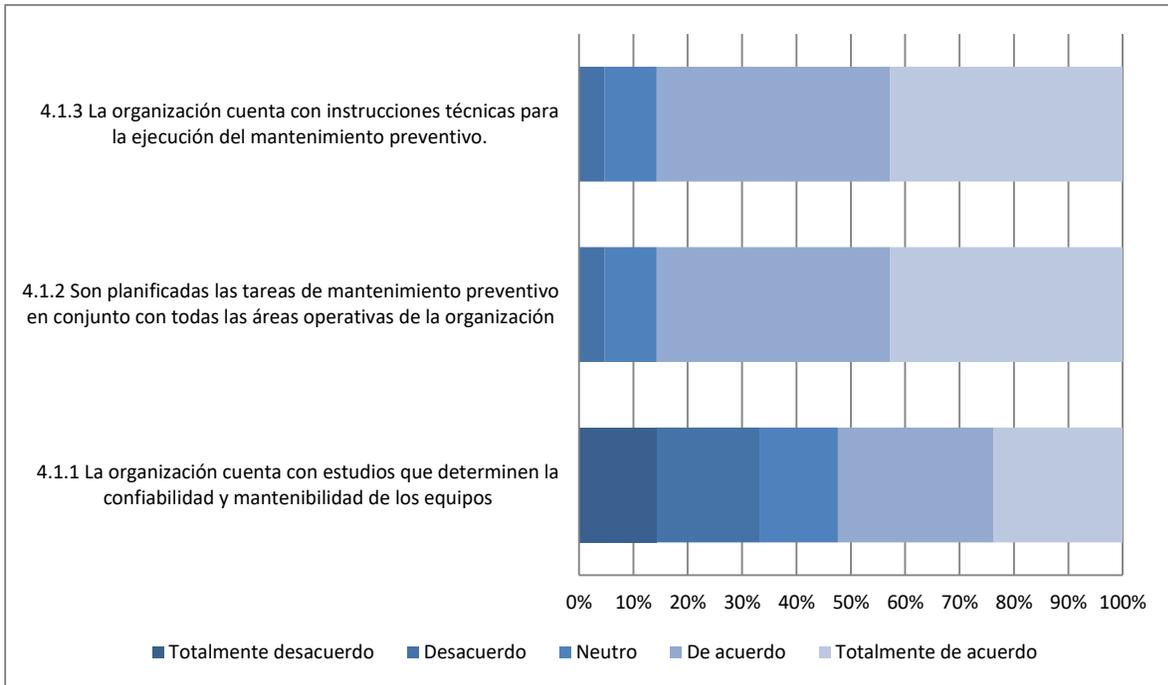
Gráfica B 41. Contenido del dossier técnico. Fuente: (Elaboración propia).

B3.4 Mantenimiento de oportunidad

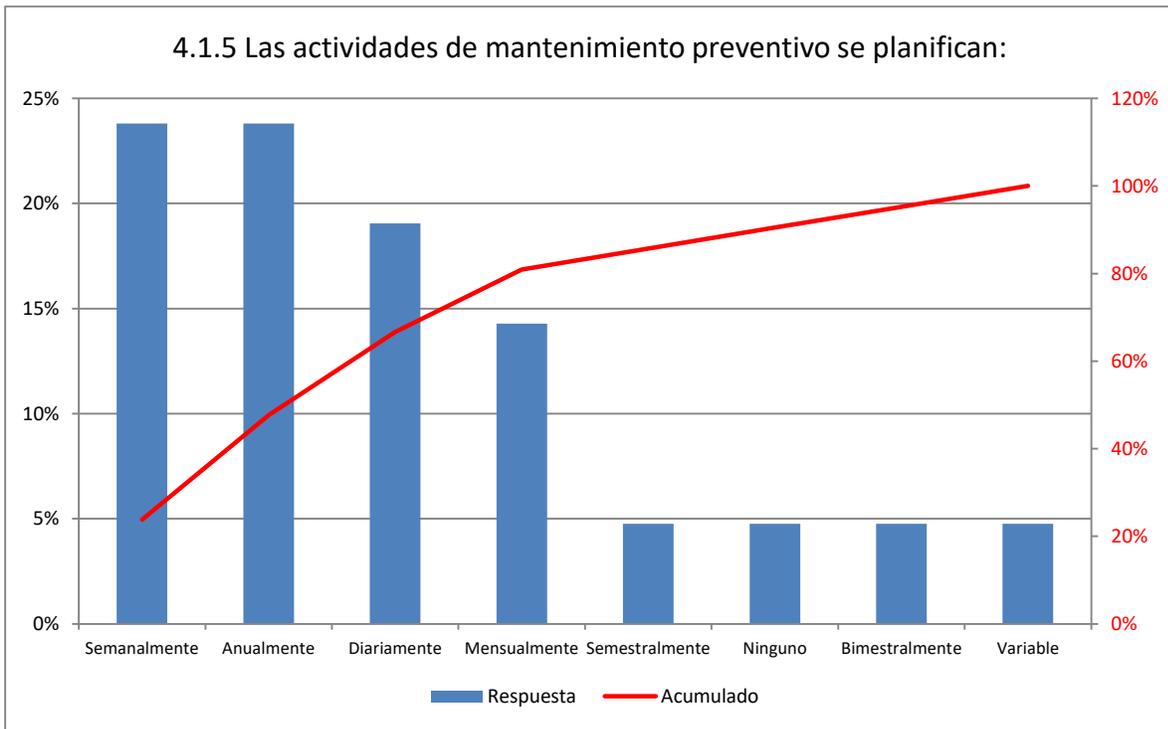


B4. Mantenimiento preventivo.

B4.1 Planificación



Gráfica B 42. Planificación del mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).

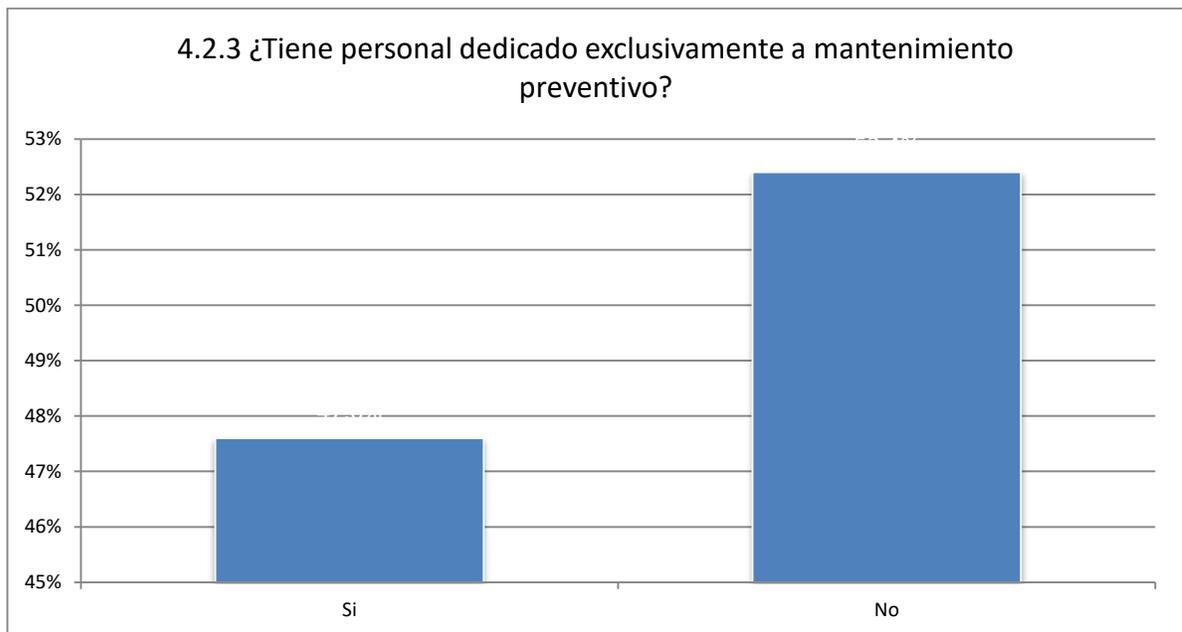


Gráfica B 43. Anticipación de actividades de mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).

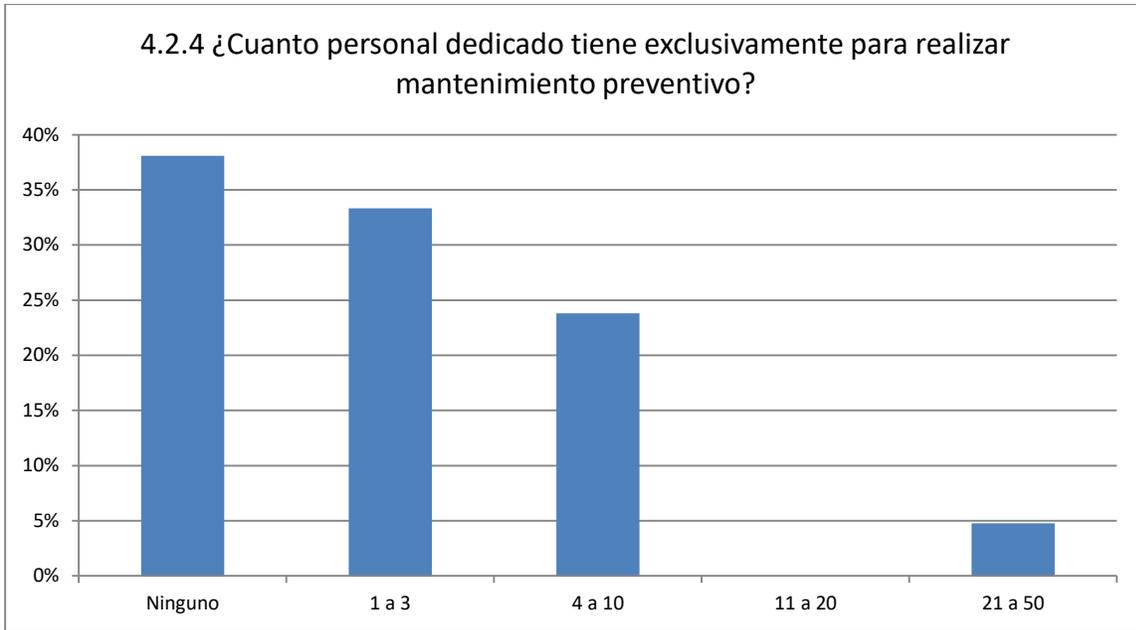
B4.2 Programación



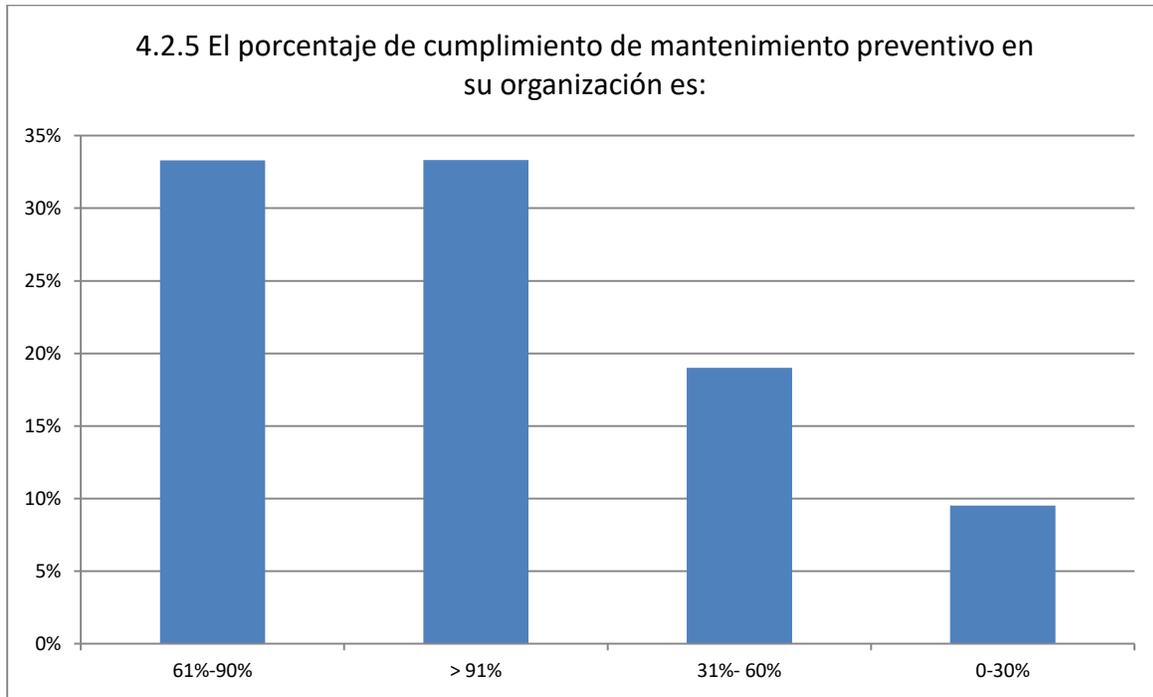
Gráfica B 44. Programación del mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 45. ¿Tiene personal dedicado exclusivamente a mantenimiento preventivo? Fuente: (Elaboración propia).

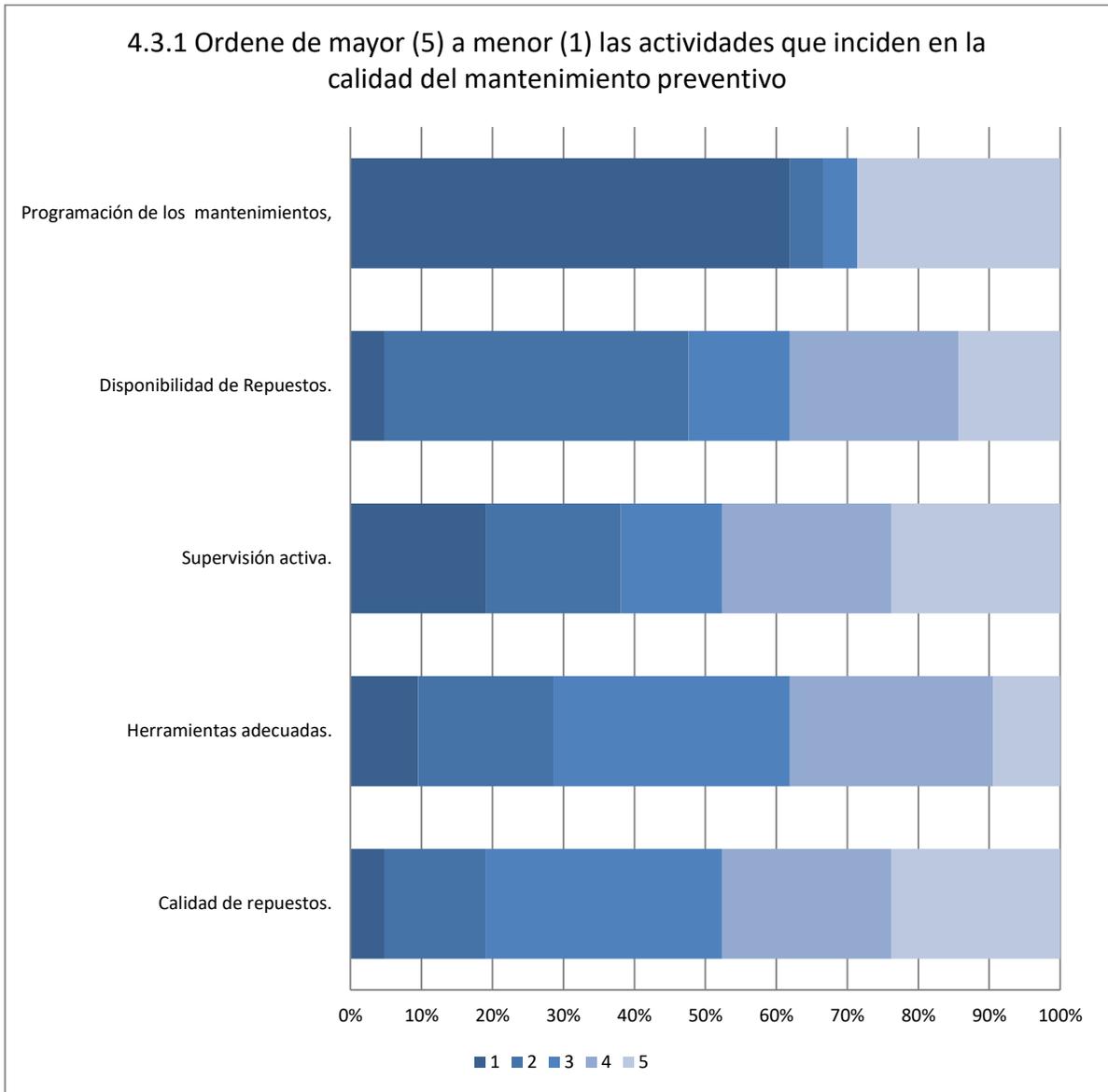


Gráfica B 46. Personal dedicado exclusivamente a mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 47. Cumplimiento de mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).

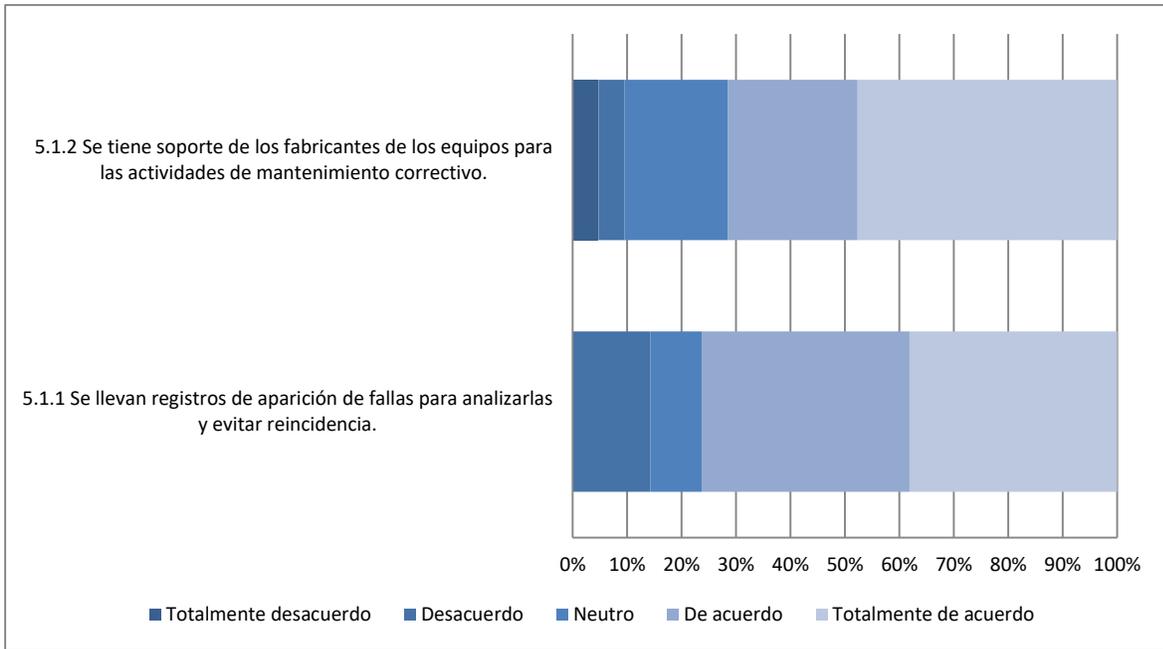
B4.3 Calidad



Gráfica B 48. Actividades que inciden en la calidad del mantenimiento preventivo. Fuente: (Elaboración propia).

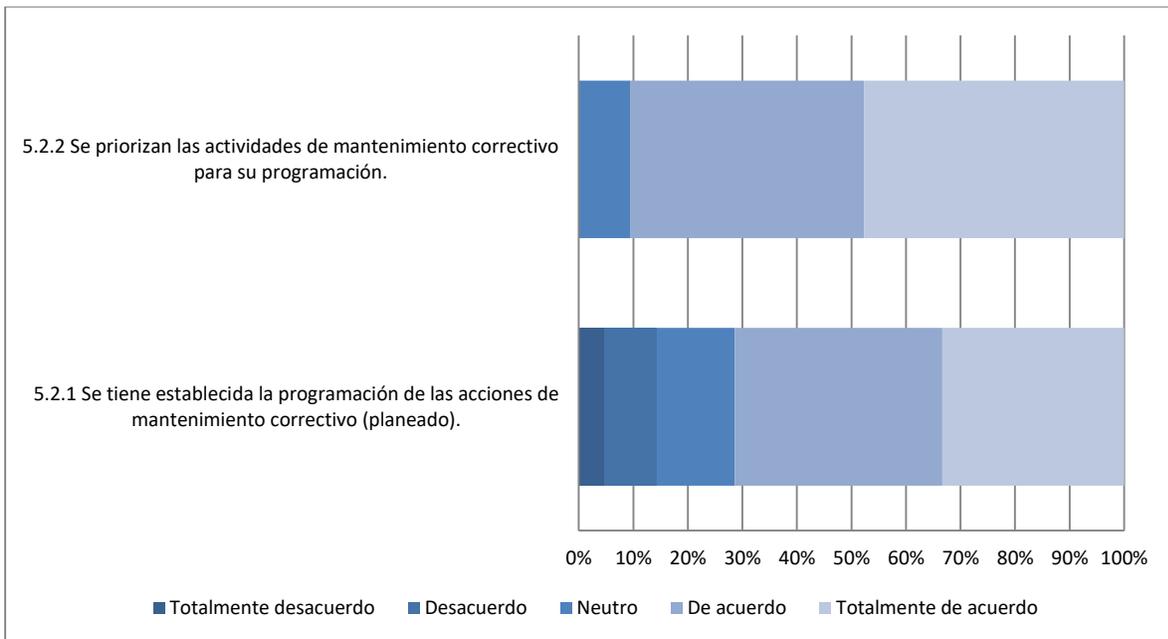
B5. Mantenimiento correctivo

B5.1 Soporte



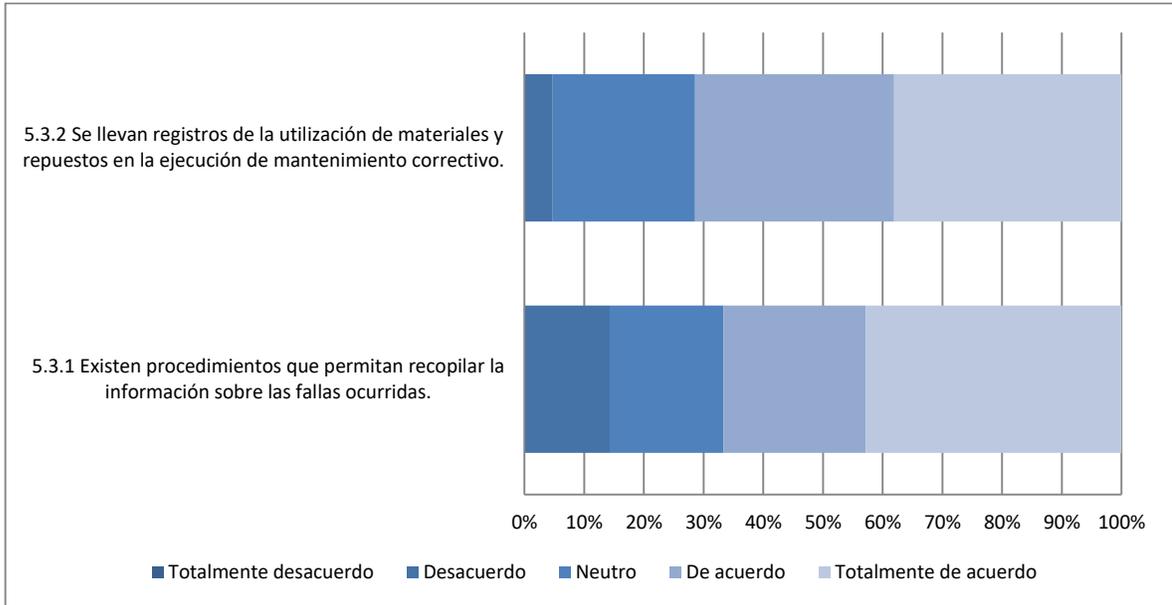
Gráfica B 49. Soporte de mantenimiento correctivo. Fuente: (Elaboración propia).

B5.2 Priorización



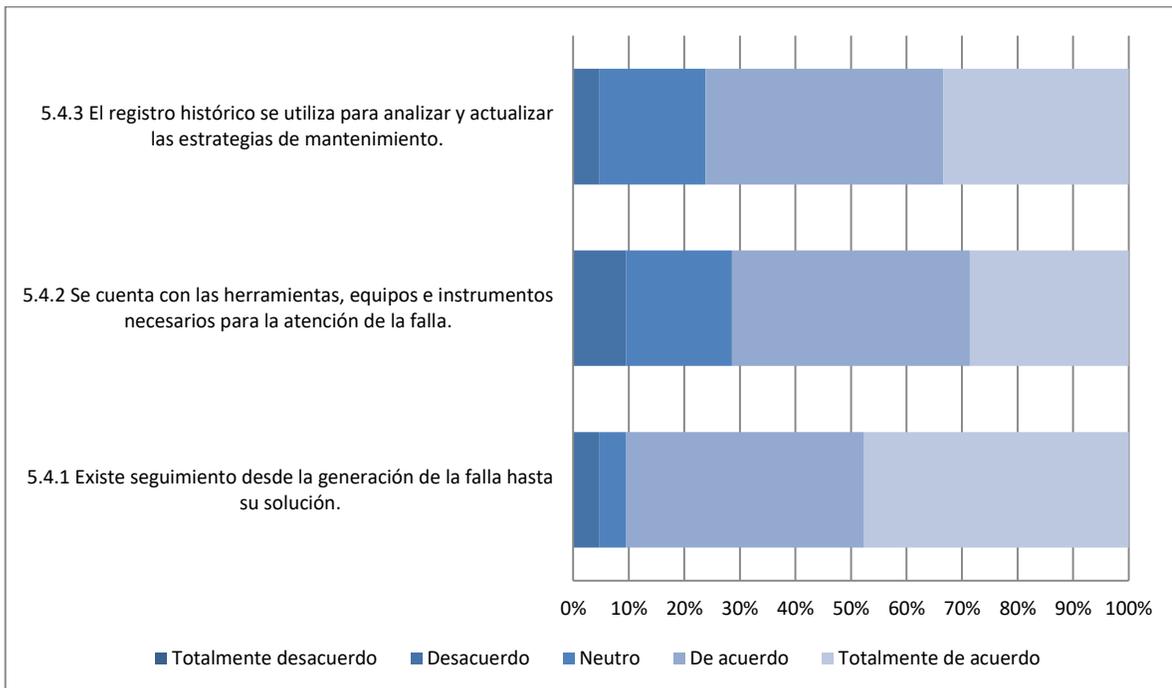
Gráfica B 50. Priorización del mantenimiento correctivo. Fuente: (Elaboración propia).

B5.3 Registro

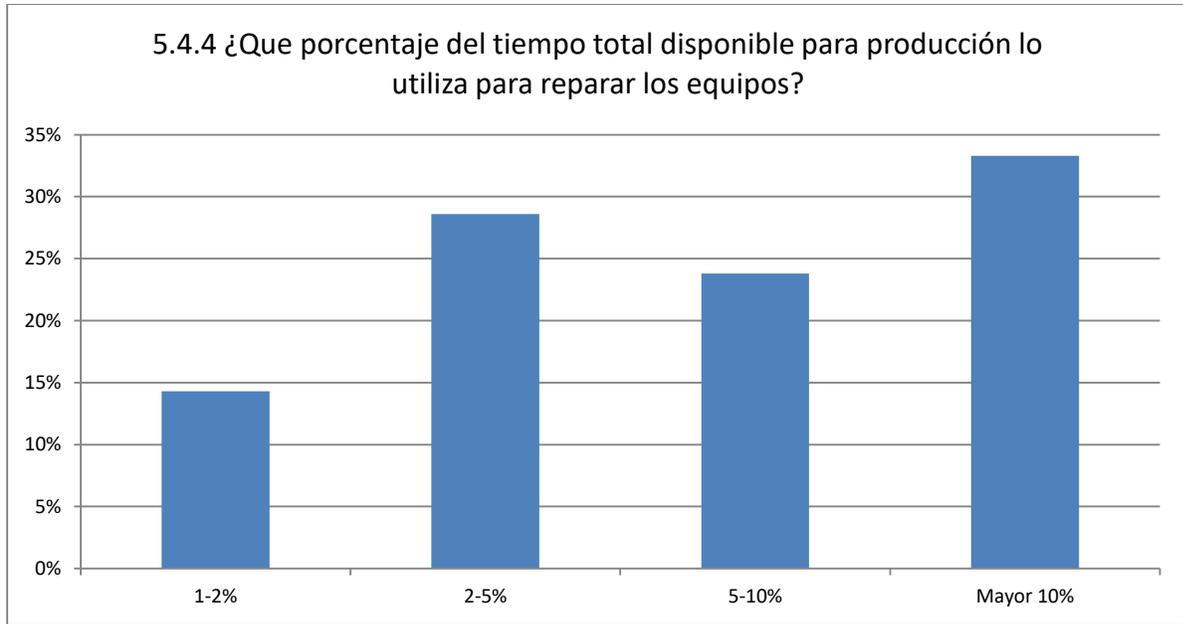


Gráfica B 51. Registro del mantenimiento correctivo. Fuente: (Elaboración propia).

B5.4 Solución de fallas



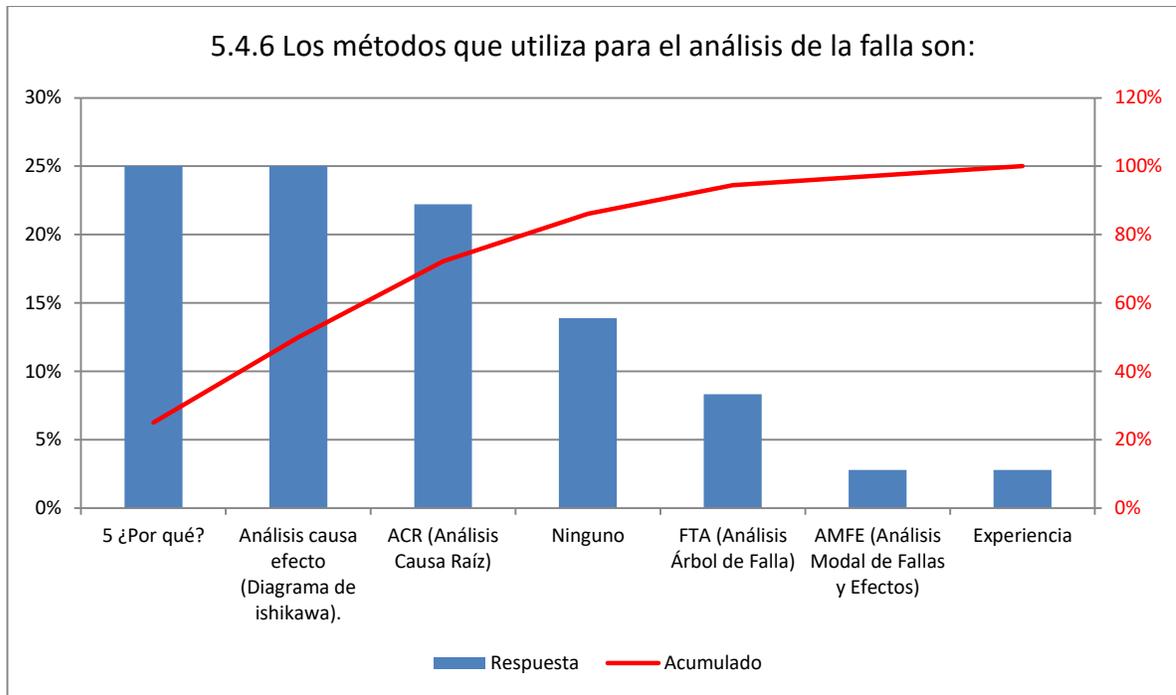
Gráfica B 52. Solución de fallas. Fuente: (Elaboración propia).



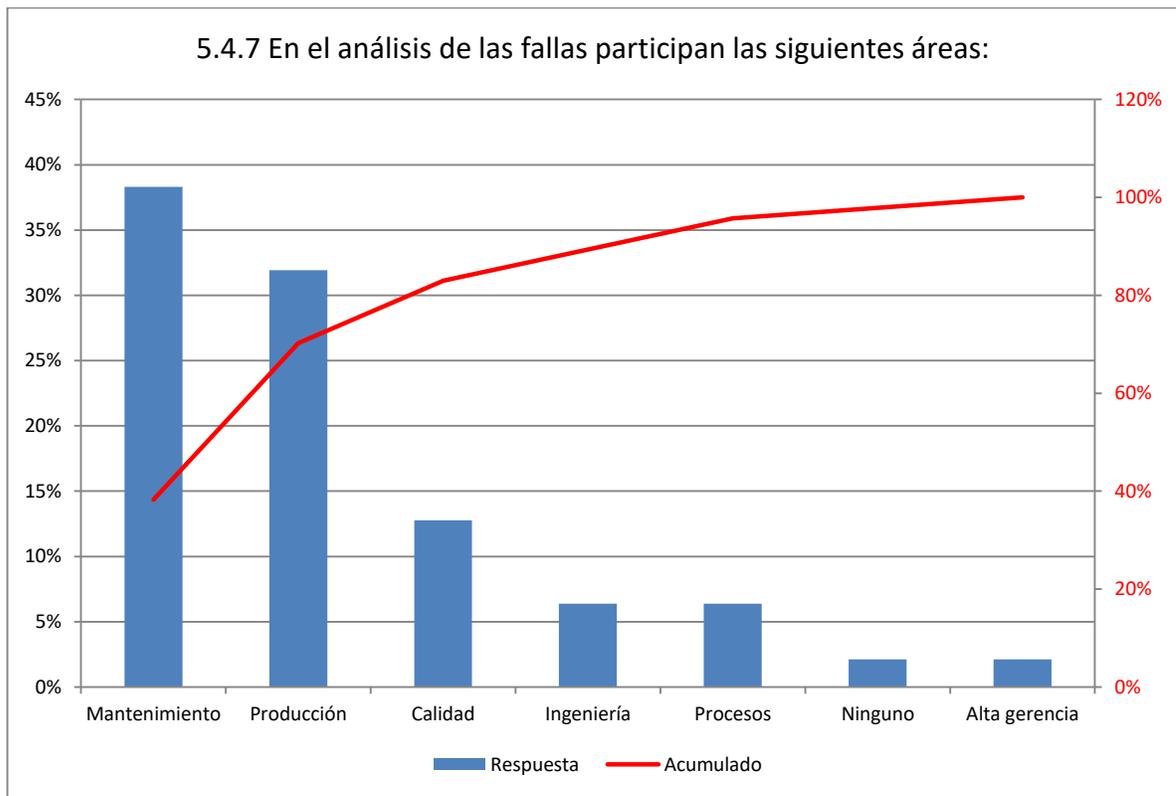
Gráfica B 53. Tiempo total disponible para producción lo utiliza para reparar los equipos. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 54. Respuesta ante falla en un equipo crítico. Fuente: (Elaboración propia).



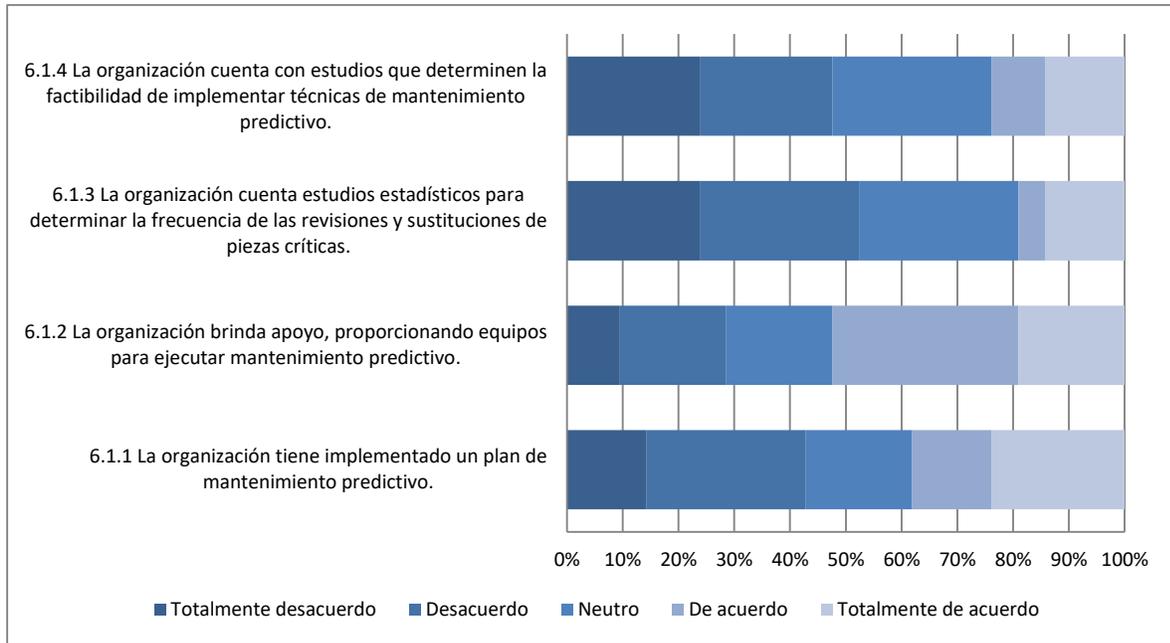
Gráfica B 55. Métodos que utiliza para el análisis de la falla. Fuente: (Elaboración propia).



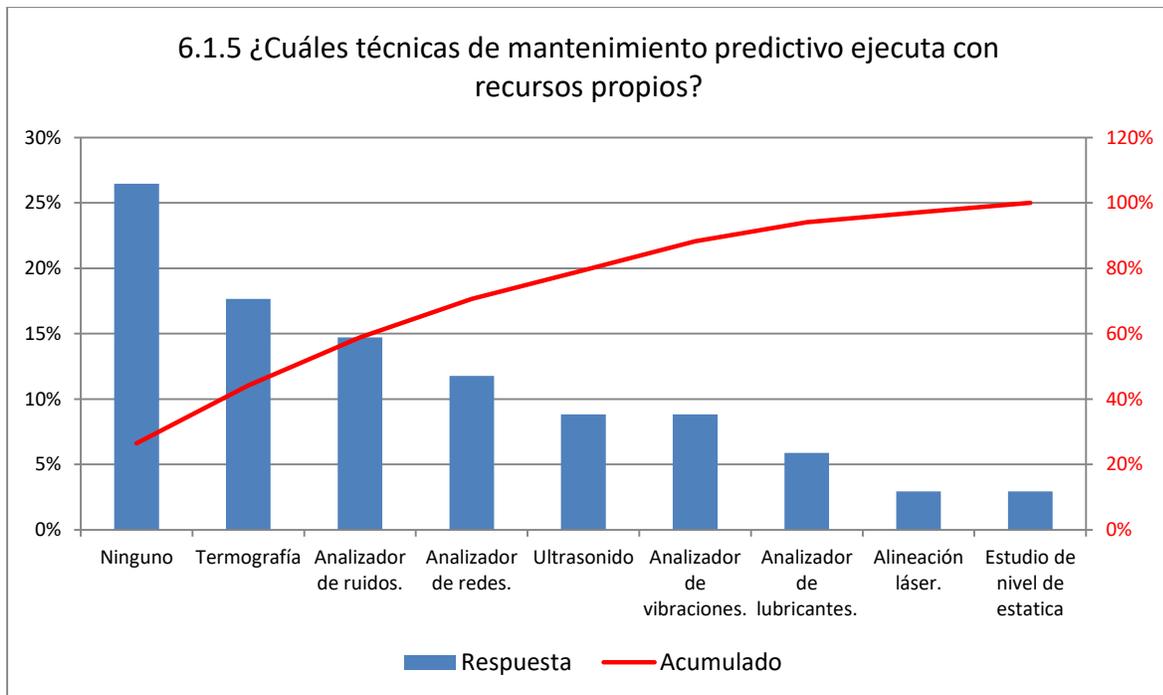
Gráfica B 56. ¿Quiénes participan en el análisis de las fallas? Fuente: (Elaboración propia).

B6. Mantenimiento predictivo

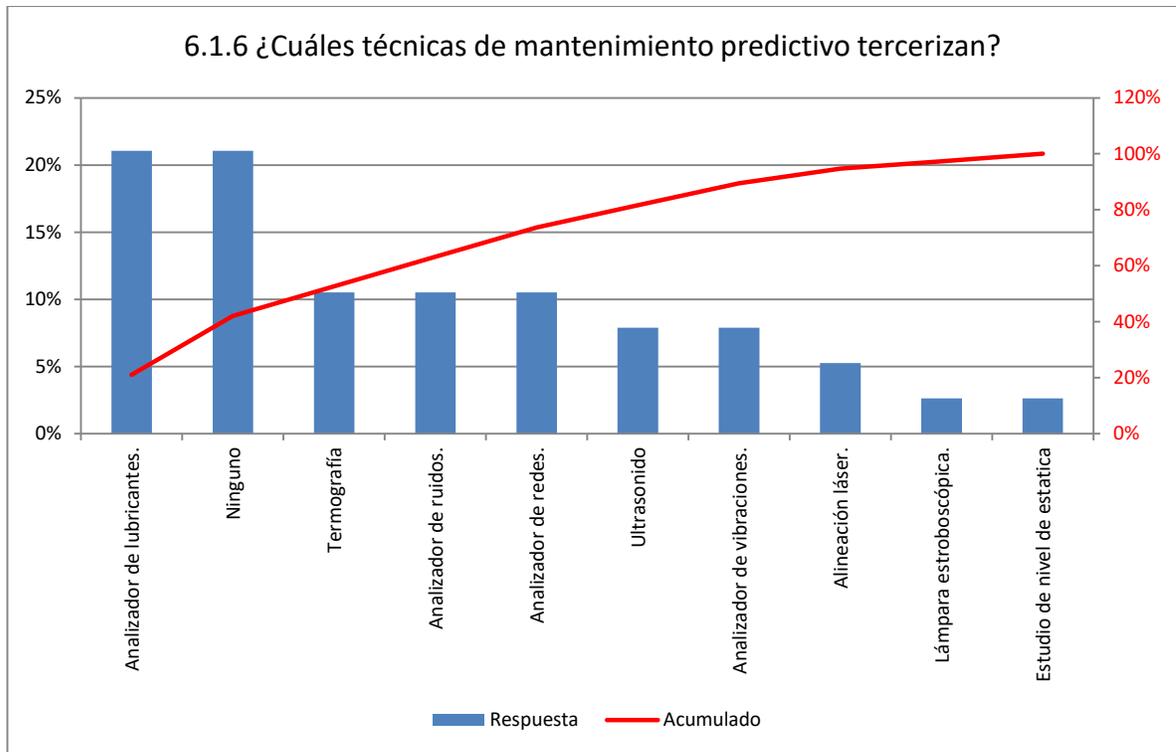
B6.1 Planificación y técnicas



Gráfica B 57. Planificación y técnicas del mantenimiento predictivo. Fuente: (Elaboración propia).

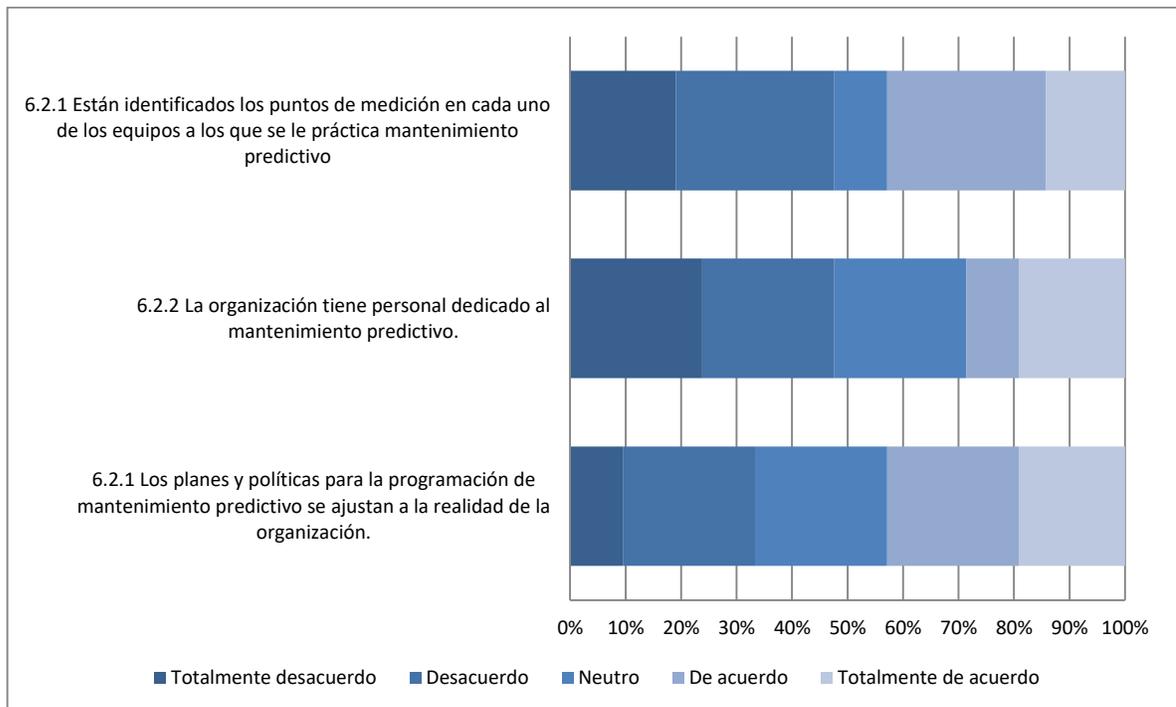


Gráfica B 58. Técnicas de mantenimiento predictivo con recursos propios. Fuente: (Elaboración propia).



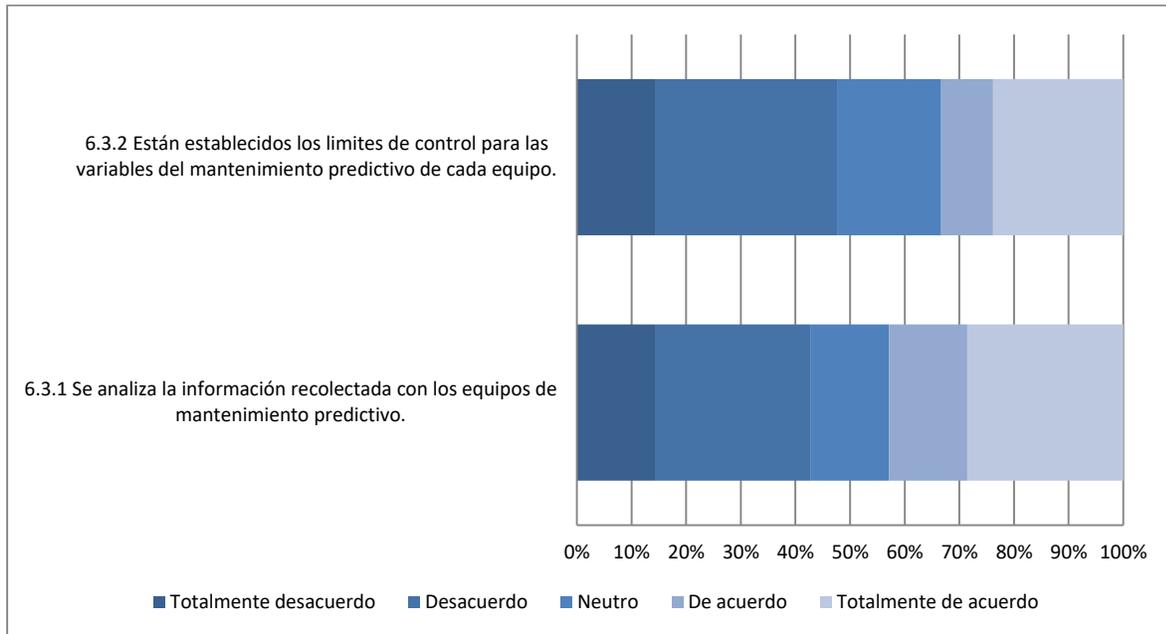
Gráfica B 59. Técnicas de mantenimiento predictivo ejecutadas a través de terceros. Fuente: (Elaboración propia).

B6.2 Programación

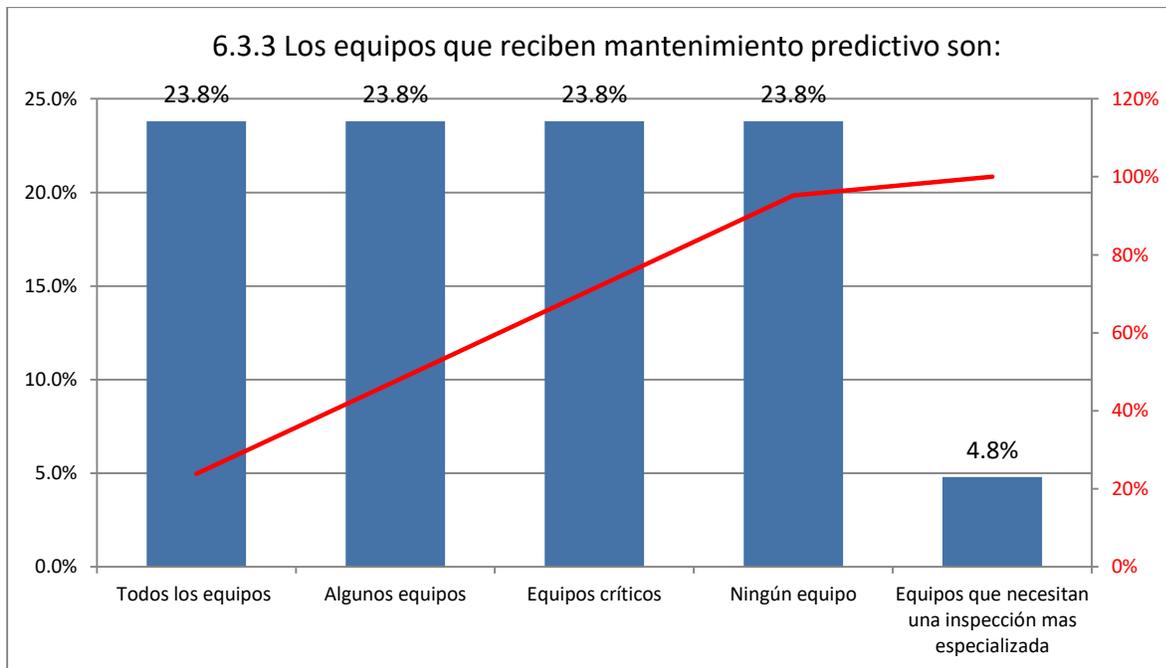


Gráfica B 60. Programación del mantenimiento predictivo. Fuente: (Elaboración propia).

B6.3 Evaluación



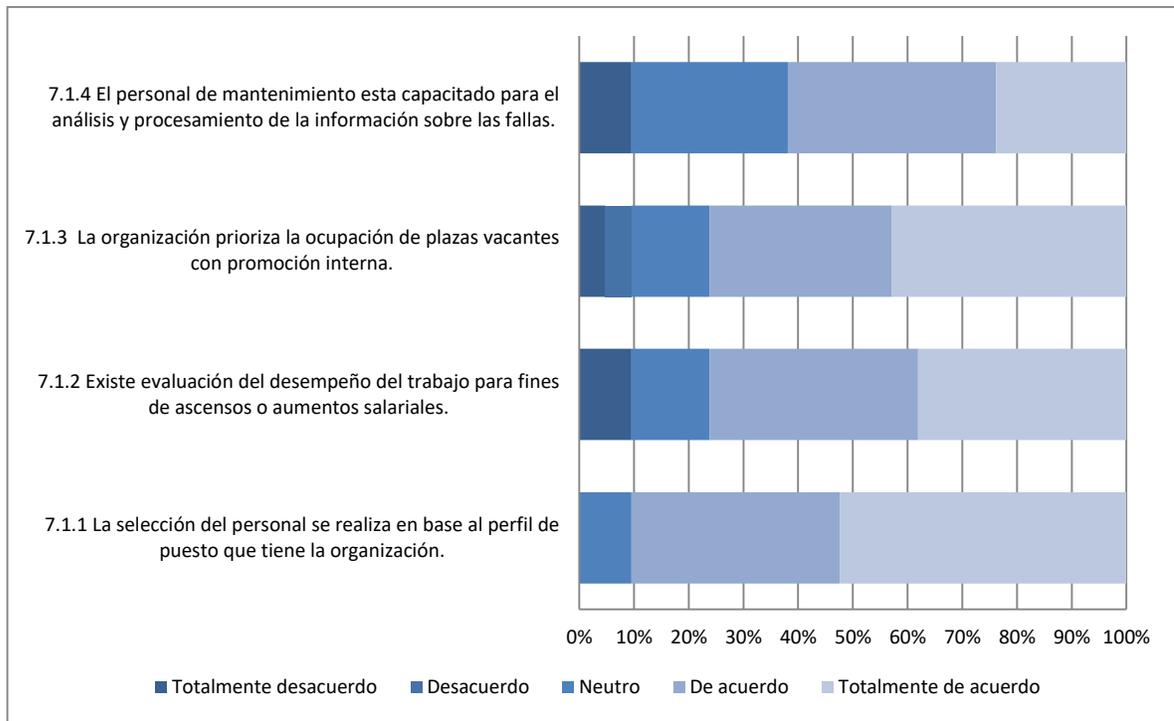
Gráfica B 61. Evaluación del mantenimiento predictivo. Fuente: (Elaboración propia).



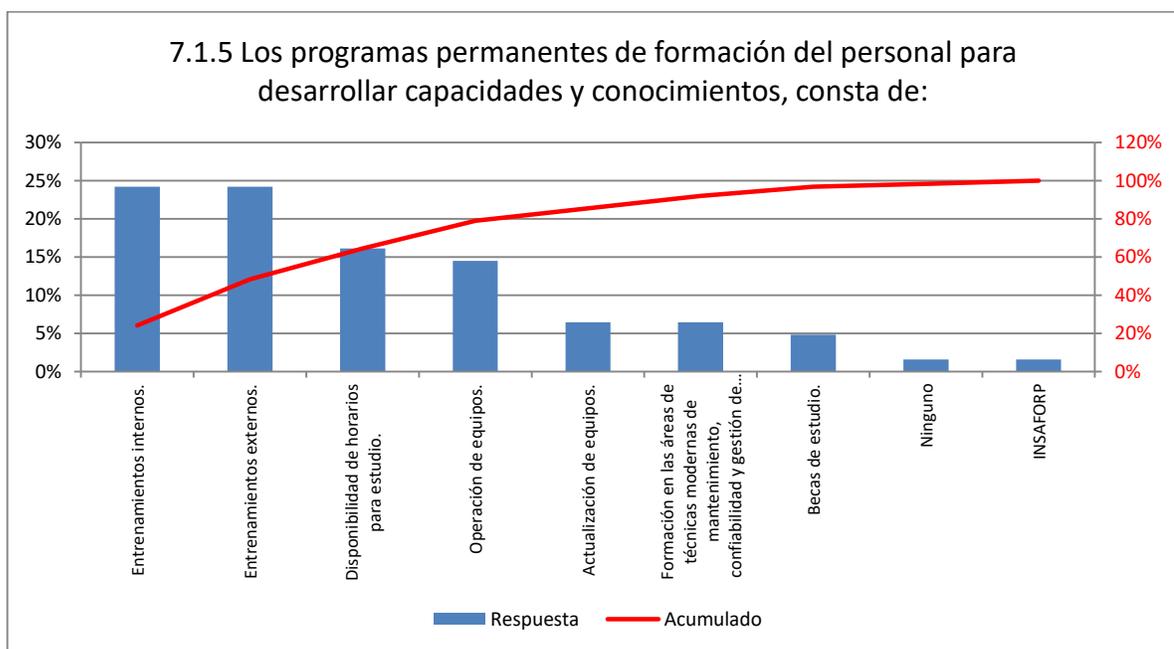
Gráfica B 62. Equipos que reciben mantenimiento predictivo. Fuente: (Elaboración propia).

B7. Capital humano

B7.1 Selección y formación

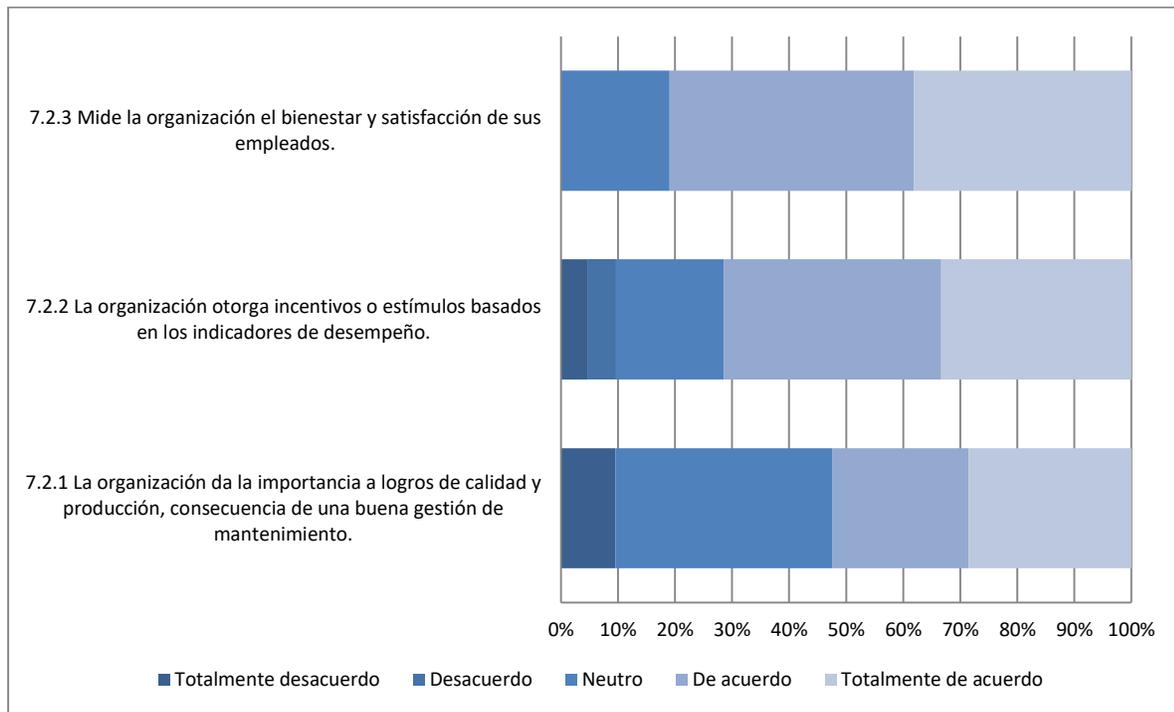


Gráfica B 63. Selección y formación de personal. Fuente: (Elaboración propia).



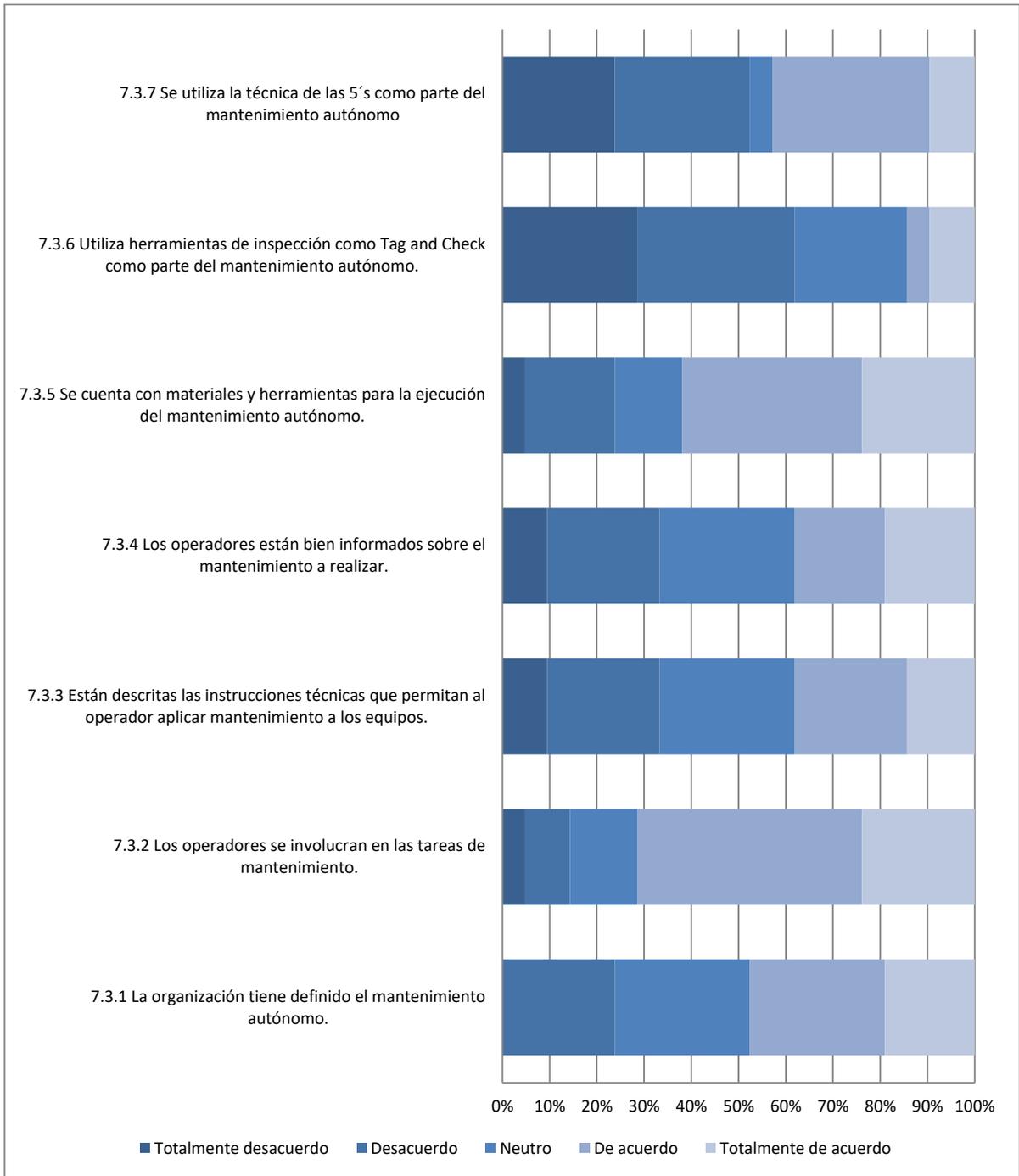
Gráfica B 64. Programas permanentes de formación del personal. Fuente: (Elaboración propia).

B7.2 Retención del talento

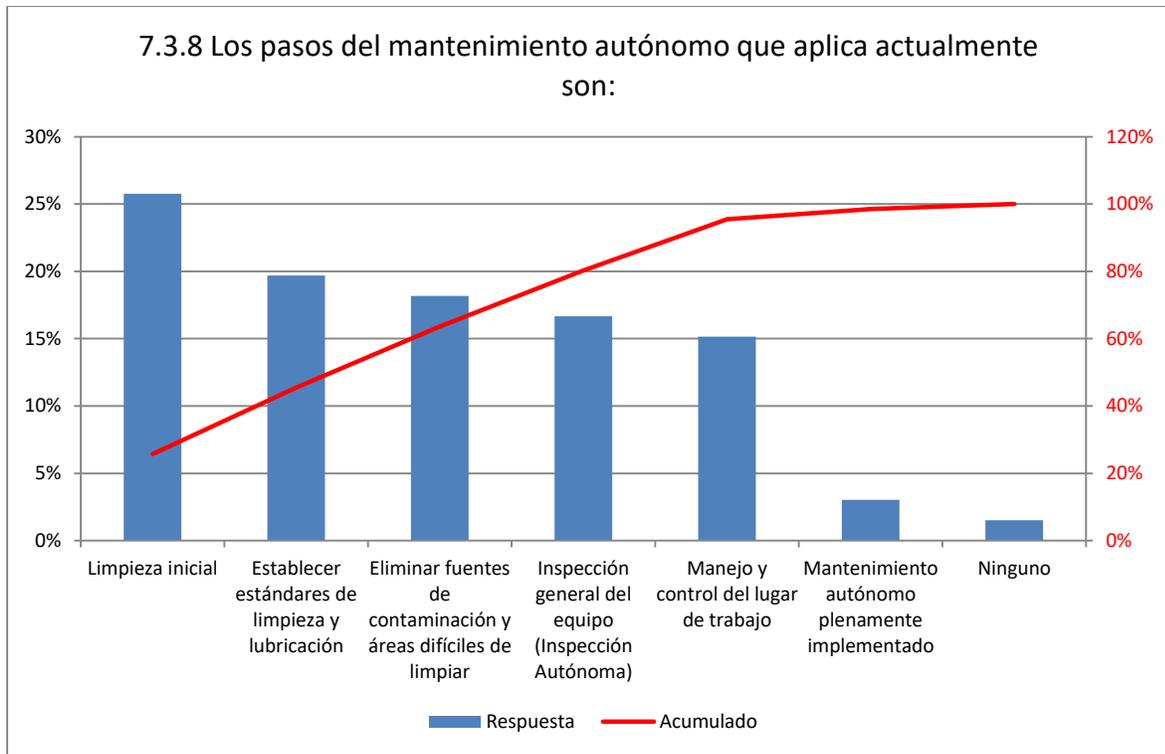


Gráfica B 65. Retención de talento. Fuente: (Elaboración propia).

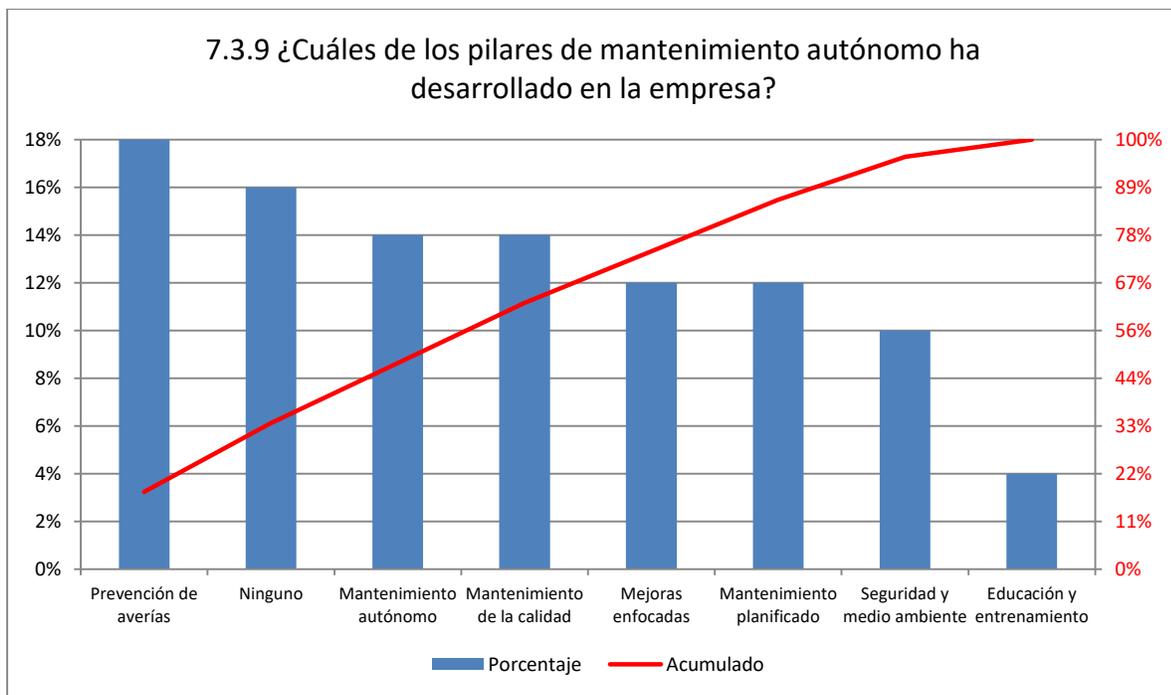
B7.3 Mantenimiento autónomo



Gráfica B 66. Mantenimiento autónomo. Fuente: (Elaboración propia).



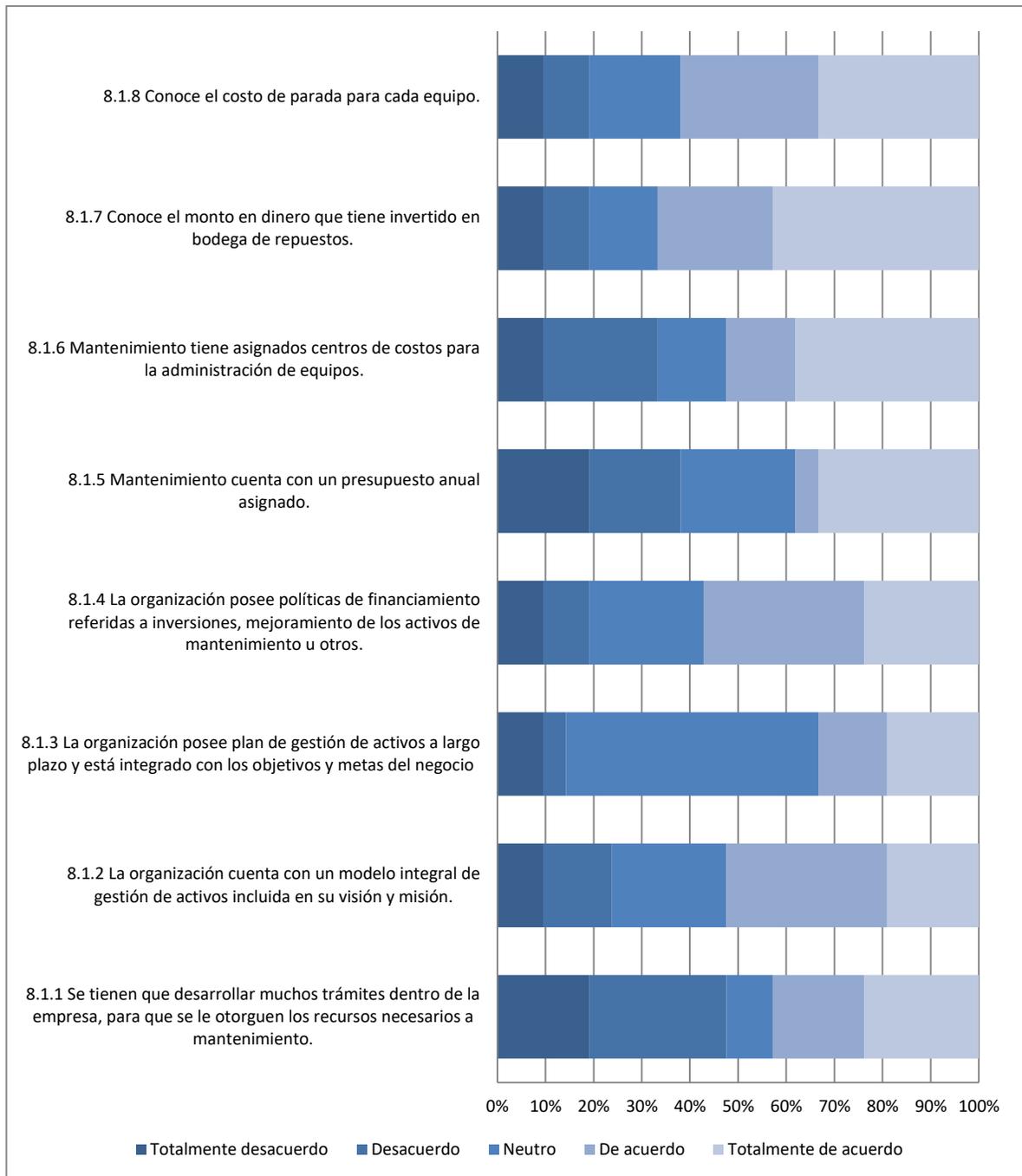
Gráfica B 67. Pasos del mantenimiento autónomo aplicados. Fuente: (Elaboración propia).



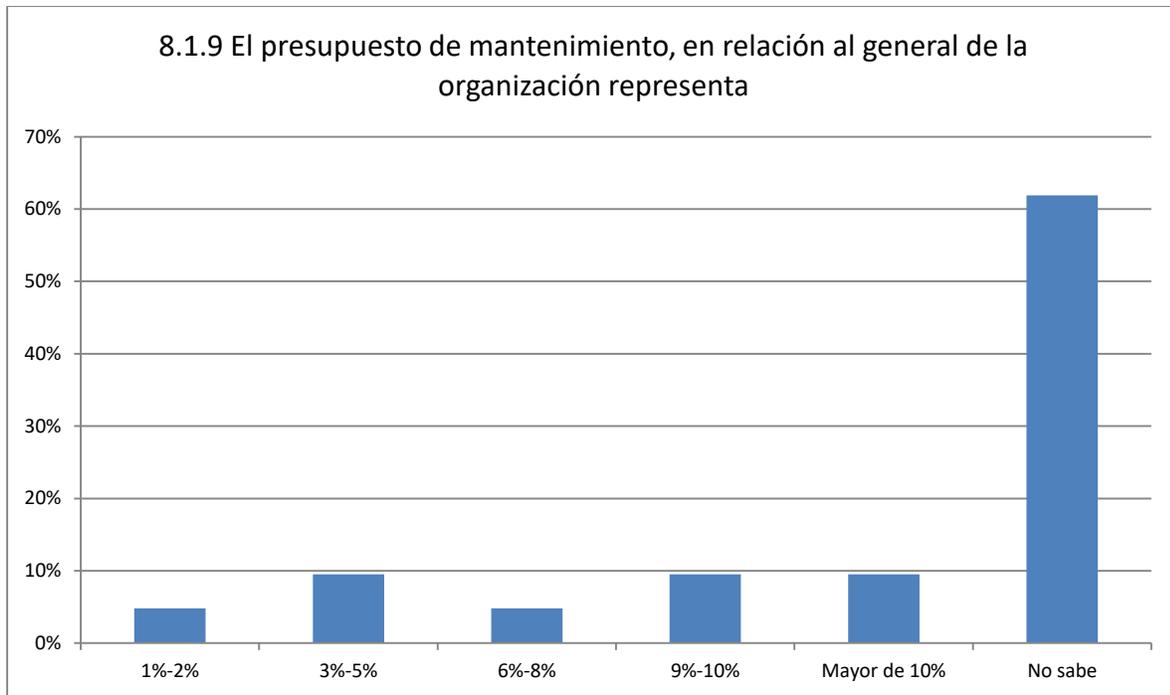
Gráfica B 68. Pilares del mantenimiento autónomo aplicados. Fuente: (Elaboración propia).

B8. Apoyo logístico

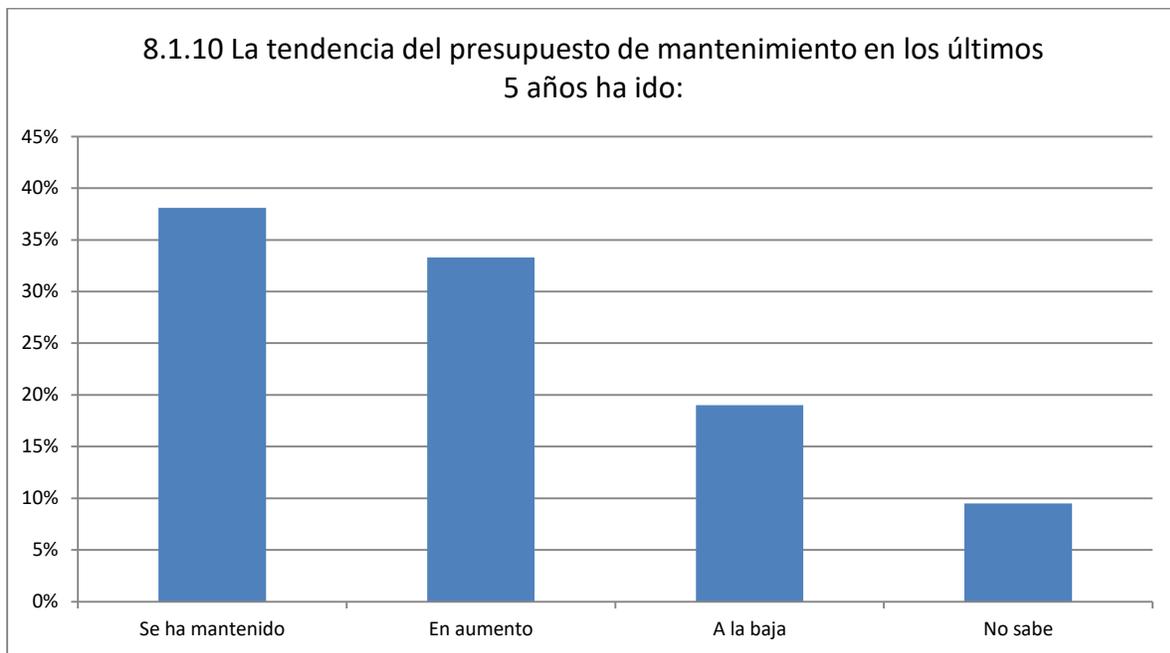
B8.1 Apoyo administrativo



Gráfica B 69. Apoyo administrativo. Fuente: (Elaboración propia).

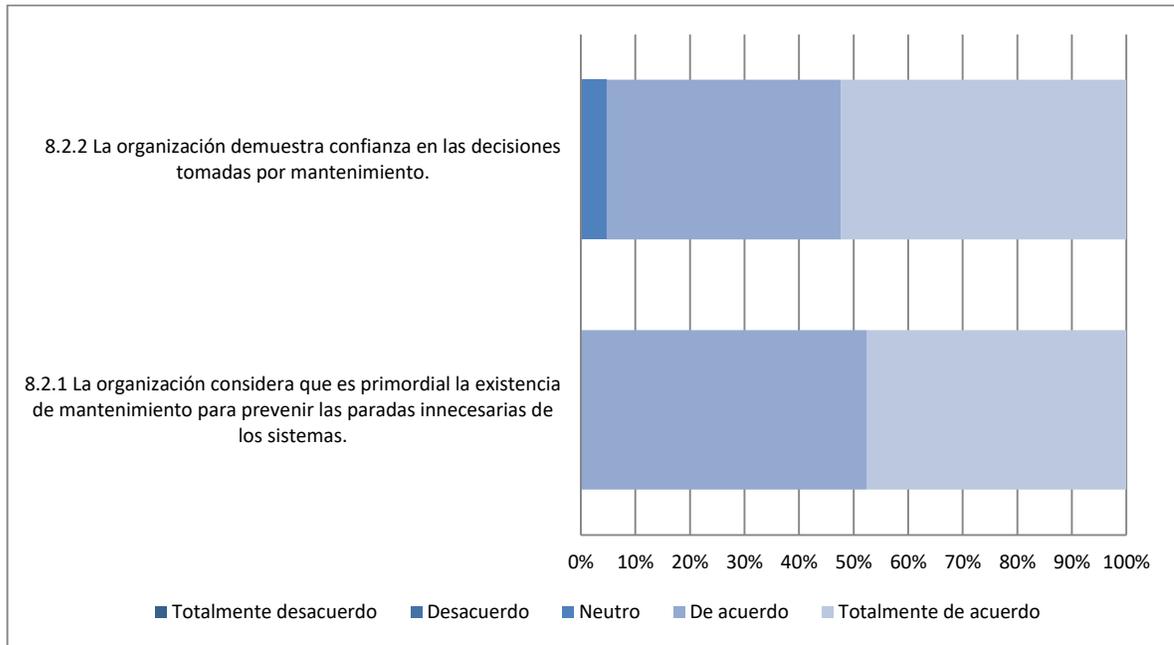


Gráfica B 70. Presupuesto de mantenimiento, en relación al general. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 71. Tendencia del presupuesto de mantenimiento en los últimos 5 años. Fuente: (Elaboración propia).

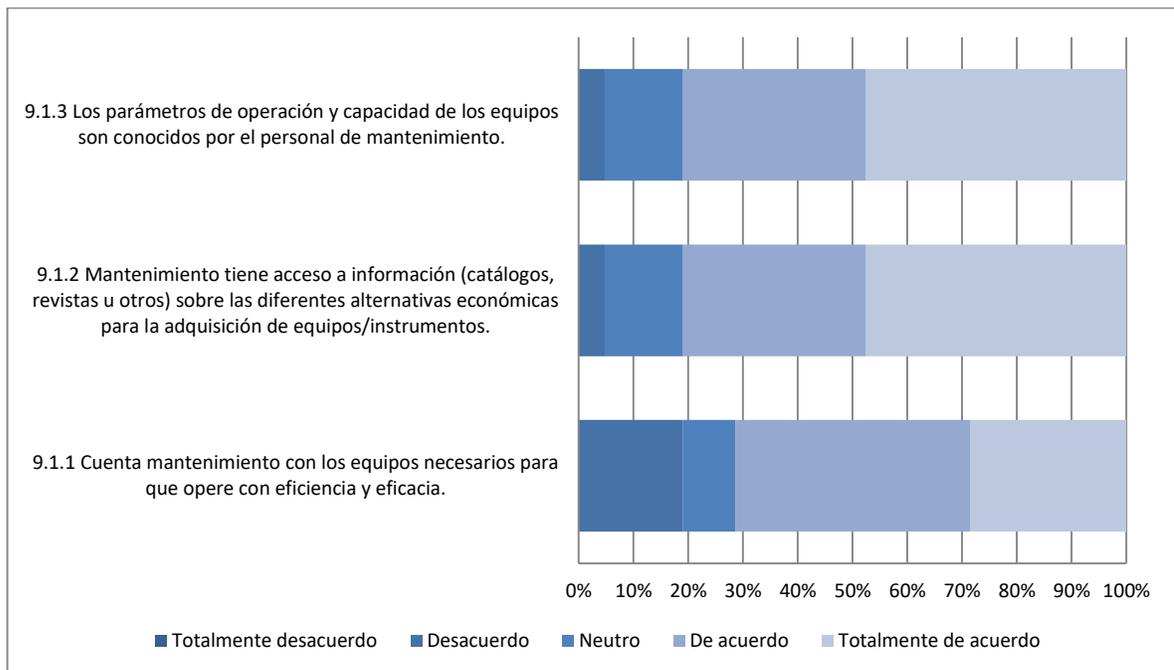
B8.2 Apoyo gerencial



Gráfica B 72. Apoyo gerencial. Fuente: (Elaboración propia).

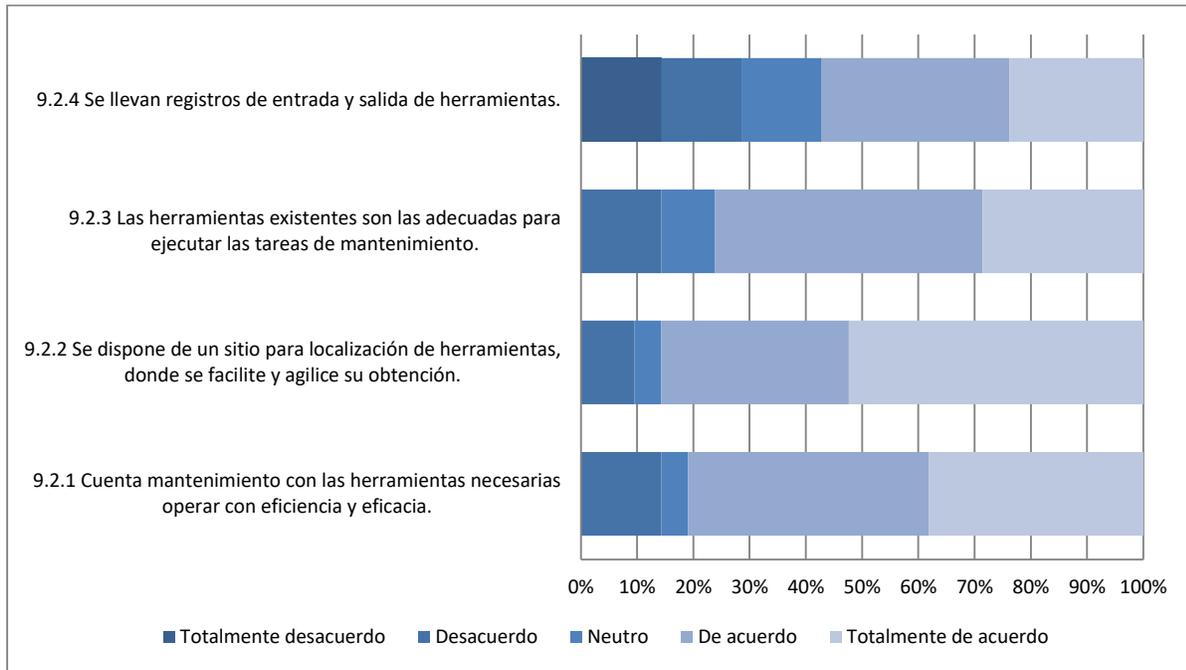
B9. Recursos

B9.1 Equipos



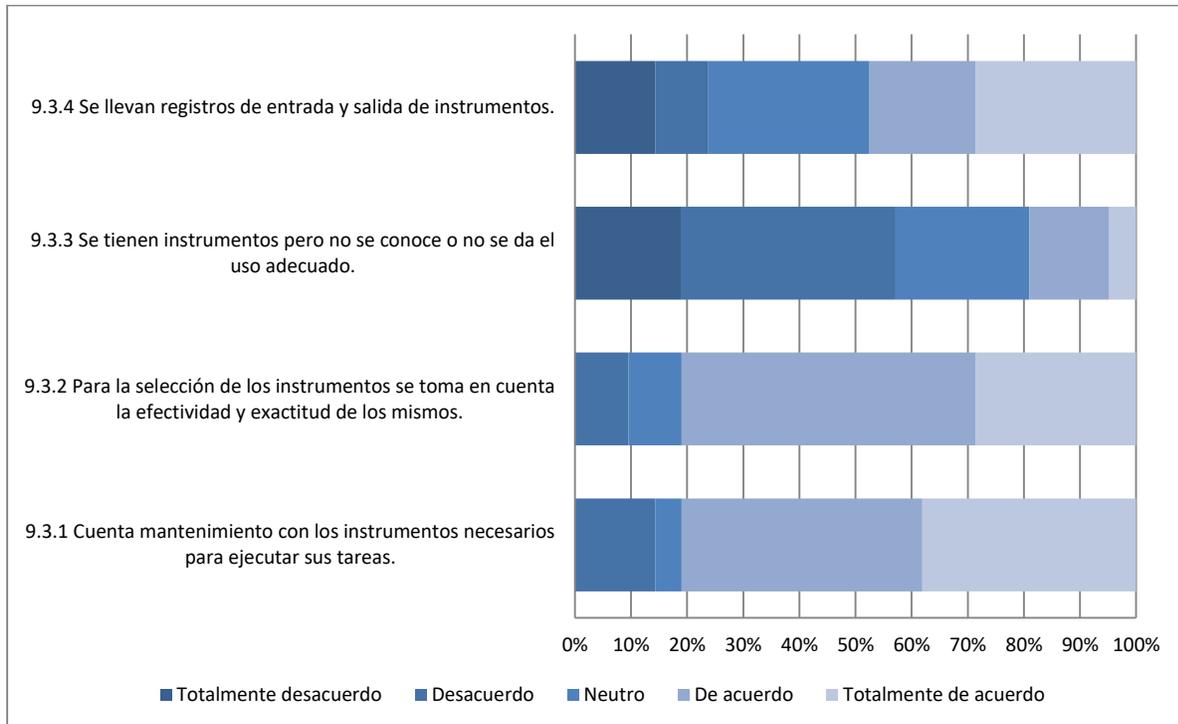
Gráfica B 73. Recursos - Equipos. Fuente: (Elaboración propia).

B9.2 Herramientas



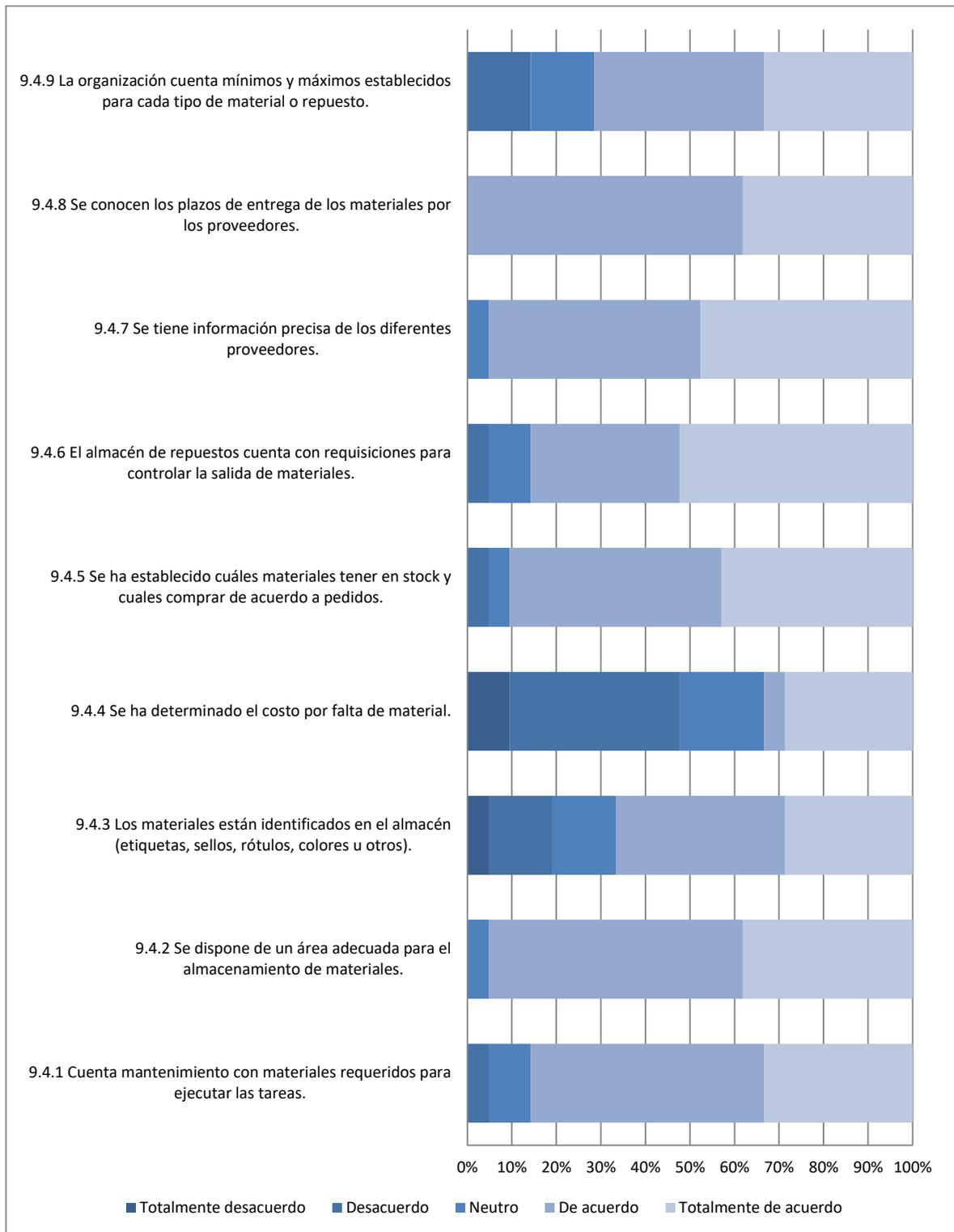
Gráfica B 74. Recursos - Herramientas. Fuente: (Elaboración propia).

B9.3 Instrumentos



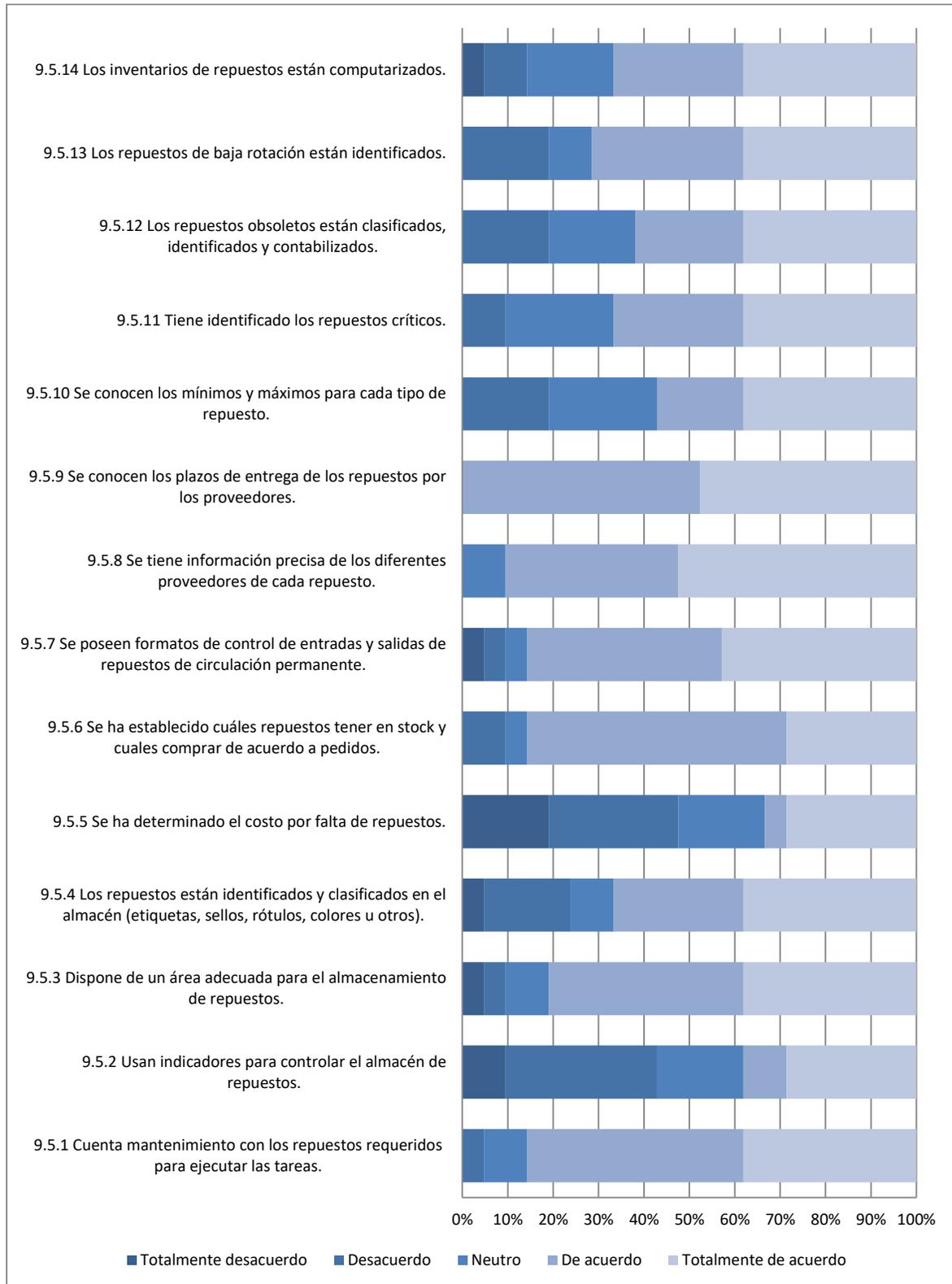
Gráfica B 75. Recursos - Instrumentos. Fuente: (Elaboración propia).

B9.4 Materiales

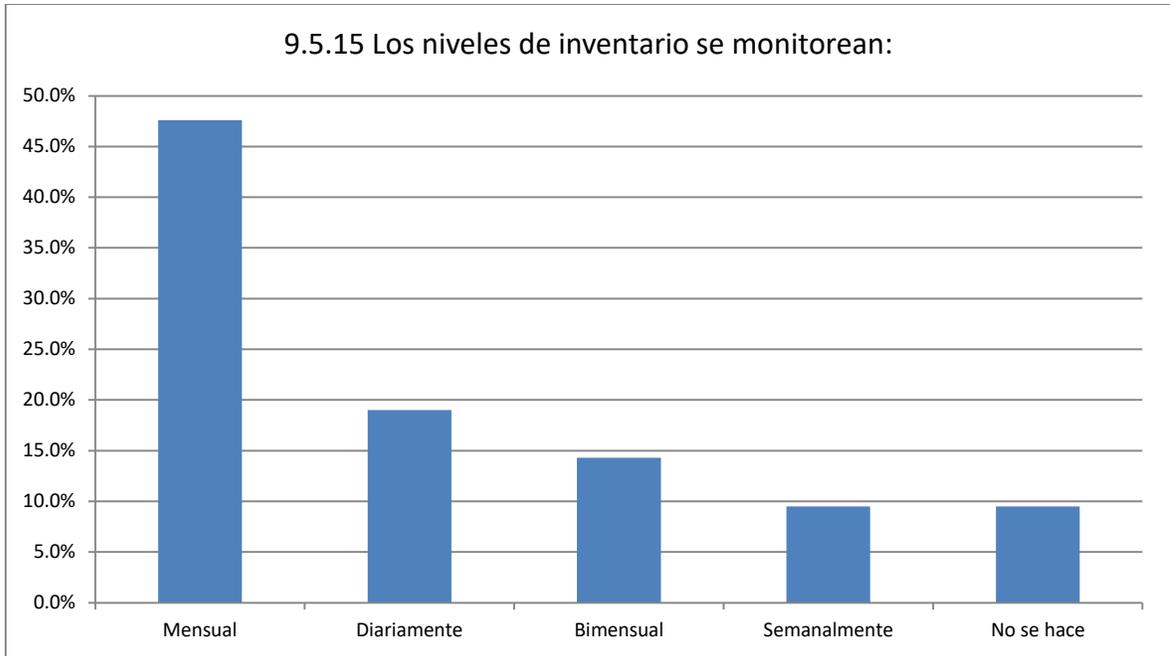


Gráfica B 76. Recursos – Materiales. Fuente: (Elaboración propia).

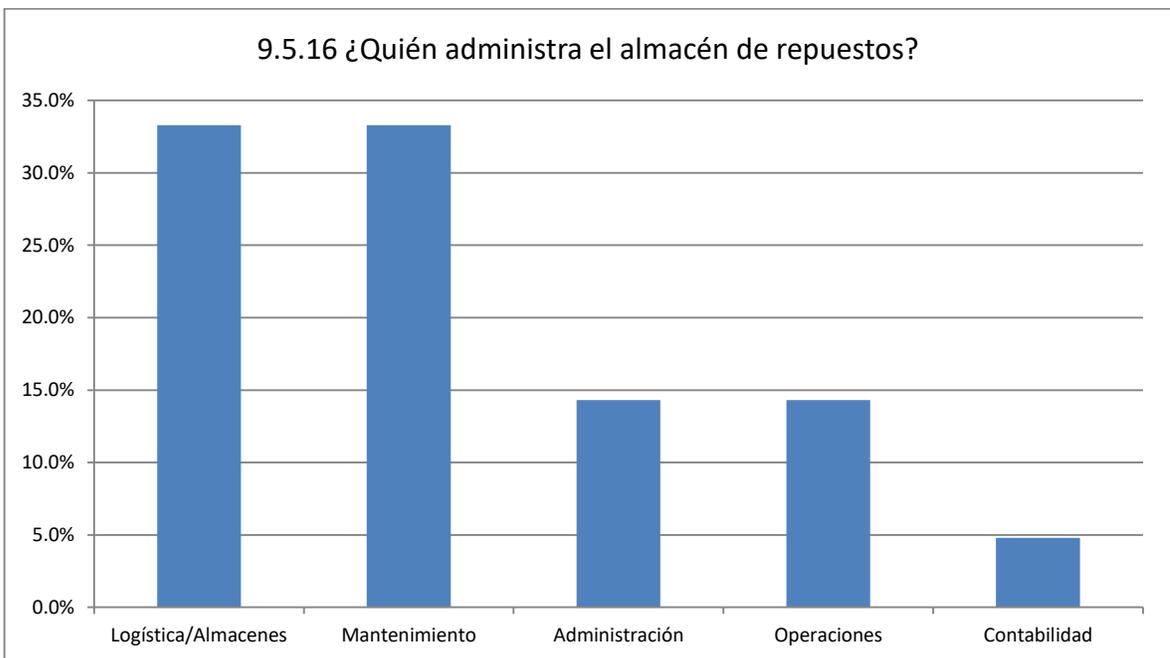
B9.5 Repuestos



Gráfica B 77. Recursos - Repuestos. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 78. Monitoreo de inventarios. Fuente: (Elaboración propia).



Gráfica B 79. Administración del almacén de repuestos. Fuente: (Elaboración propia).

Anexo C. Proceso Analítico Jerárquico

C1 Aplicación del método.

La aplicación del proceso Jerárquico Analítico para la solución de problemas multi-criterio se aplica cuando *“se quieren obtener las prioridades que un individuo asigna a un conjunto de elementos a partir de las valoraciones asignadas a los mismos según sus juicios y preferencias (Moreno Jiménez).*

Esta metodología, según su creador Thomas Saaty, ofrece grandes ventajas en su aplicación y desarrollo por la simpleza en su construcción; la adaptabilidad a las decisiones individuales y en grupo; y por estar en consonancia con nuestros pensamientos, valores e intuiciones, orientada a la búsqueda del consenso.

En este sentido, el Proceso Analítico Jerárquico es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia.

Por esta razón esta metodología es seleccionada para asignar escalas de razón a los criterios de evaluación denominados pilares y sus alternativas llamadas índices, cuantificando los juicios u opiniones de los autores otorgando la importancia relativa de cada uno de los Pilares e índices empleados en el proceso de evaluación del sector plástico de El Salvador. En la Figura C 1 se muestra un ejemplo del modelo para plantear un problema de ponderación multi-criterio.

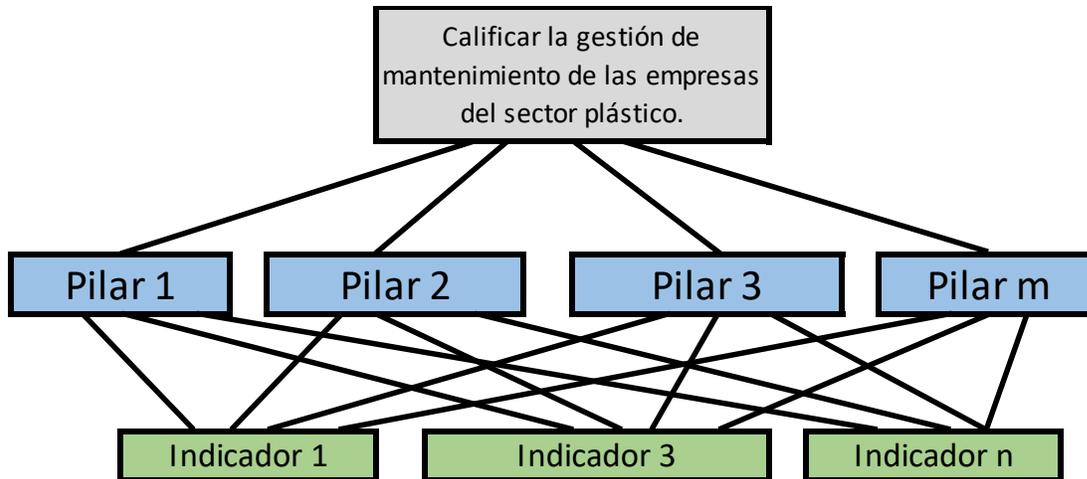


Figura C 1. Modelo para la estructura Jerárquica Analítica.

C2 Las 8 etapas de la aplicación del método AHP.

1. Descomponer el Problema de Decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados.

Identificando:

- a) La Meta General,
- b) Los Criterios ($i=1,2,\dots,m$) y
- c) Las Alternativas posibles ($j=1,2,\dots,n$).

Para cada uno de los “m” criterios repetir las etapas (2) a (5):

2. Desarrollar la Matriz de Comparación por Pares (MCP) de alternativas para cada uno de Los criterios estableciendo la jerarquía de importancia relativa entre ambas alternativas consideradas.

Tabla C 1. Escala de preferencia de Saaty.

ESCALA DE PREFERENCIA DE SAATY	
1	Igualmente preferible Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente preferible El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente preferible El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.

7	Muy fuertemente preferible	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica.
9	Extremadamente preferible	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible.

Fuente: (Moreno Jiménez)

Los valores 2, 4, 6 y 8 suelen utilizarse en situaciones intermedias, y las cifras decimales en estudios de gran precisión. La ponderación recíproca (ej. 1/9, 1/7, 1/5, 1/3, etc.) se aplica cuando la segunda alternativa es preferida a la primera. El valor 1 es siempre asignado a la comparación de una alternativa con sí misma.

3. Desarrollar la Matriz normalizada (MCN).

Dividiendo cada número de una columna de la Matriz de Comparación por Pares por la suma total de la columna.

4. Desarrollar el Vector de Prioridad para el Criterio.

Calculando el promedio de cada fila de la Matriz Normalizada. Este promedio por fila representa el Vector de Prioridad de la Alternativa con respecto al criterio considerado.

5. La Consistencia de las opiniones utilizadas en la Matriz de Comparación por pares puede ser determinada a través del Cociente de consistencia (RC).

Un CR inferior a 10% es considerado aceptable. Para aquellos casos en que $CR > 10\%$, las opiniones y juicios deberán ser reconsiderados.

6. Luego de que la secuencia (2)-(3)-(4)-(5) ha sido ejecutada para todos los criterios, los resultados obtenido en (4) son resumidos en una Matriz de Prioridad (MP), listando las Alternativas por fila y los Criterios por Columna.

7. Desarrollar una Matriz de Comparación de Criterios por pares de manera similar a lo que se hizo para las Alternativas en (2) -(3) -(4).

8. Desarrollar un Vector de Prioridad Global multiplicando el vector de prioridad de los Criterios (7) por la Matriz de prioridad de las Alternativas (6).

C3 Determinación del Cociente de Consistencia.

- Para cada Línea de la Matriz de Comparación por pares, determinar una suma ponderada en base a la suma del producto de cada celda por la prioridad de cada alternativa correspondiente.
- Para cada Línea, dividir su suma ponderada por la prioridad de su Alternativa correspondiente.
- Determinar la media $\lambda_{m\acute{a}x}$ del resultado de la etapa (2.)
- Calcular el índice de consistencia para cada Alternativa de acuerdo a la ecuación Ecuación C.1.

$$CI = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad \text{(Ecuación. C.1)}$$

- Determinar el índice RI de la Tabla siguiente:

Tabla C 2. Valores del índice de consistencia aleatorio.

n	RI
1	0
2	0
3	0.525
4	0.882
5	1.115
6	1.252
7	1.341
8	1.404
9	1.452
10	1.484
11	1.484
12	1.535
13	1.555
14	1.570
15	1.583
16	1.595

Fuente: (Moreno Jiménez)

- Determinar el Cociente Consistencia según la ecuación Ecuación C.2.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{(Ecuación C.2)}$$

C4 Desarrollo y aplicación del método PAJ.

C4.1 Jerarquización de los Pilares del modelo GIM.

Tabla C 3. Matriz de comparación por pares.

PILARES DEL MODELO	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	CAPITAL HUMANO	APOYO LOGÍSTICO	RECURSOS
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1	1/3	3	3	5	3	2	1	1/2
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	2	1	2	2	3	3	1	2	1
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	1/3	1/2	1	2	3	2	1/3	1/2	1/3
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1/3	1/2	1/2	1	5	1/5	1/2	1/2	1/3
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1/5	1/3	1/3	1/5	1	1/5	1/2	1/3	1/5
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1/3	1/3	1/2	5	5	1	1/3	1/3	1/3
CAPITAL HUMANO	1/2	1/3	3	2	2	3	1	2	1
APOYO LOGISTICO	1	1/2	2	2	3	3	1/2	1	1
RECURSOS	2	1	3	3	5	3	1	1	1
SUMA	7.7000	4.8333	15.3333	20.2000	32.0000	18.4000	7.1667	8.6667	5.7000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 4. Matriz Normalizada.

PILARES DEL MODELO	MATRIZ NORMALIZADA								
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	0.1299	0.0690	0.1957	0.1485	0.1563	0.2791	0.1154	0.0877	
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	0.2597	0.2069	0.1304	0.0990	0.0938	0.1395	0.2308	0.1754	
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0.0433	0.1034	0.0652	0.0990	0.0938	0.0465	0.0577	0.0585	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0.0433	0.1034	0.0326	0.0495	0.1563	0.0698	0.0577	0.0585	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0.0260	0.0690	0.0217	0.0099	0.0313	0.0698	0.0385	0.0351	
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	0.0433	0.0690	0.0326	0.2475	0.1563	0.0465	0.0385	0.0585	
CAPITAL HUMANO	0.0649	0.0690	0.1957	0.0990	0.0625	0.1395	0.2308	0.1754	
APOYO LOGISTICO	0.1299	0.1034	0.1304	0.0990	0.0938	0.0698	0.1154	0.1754	
RECURSOS	0.2597	0.2069	0.1957	0.1485	0.1563	0.1395	0.1154	0.1754	

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 5. Vector de prioridad para el criterio.

PILARES DEL MODELO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1.5392
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1.6529	9.9009
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0.7911	11.1538
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0.6254	8.7616
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0.3160	8.3945
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	0.9116	10.5374
CAPITAL HUMANO	1.3534	10.4428
APOYO LOGISTICO	1.2423	10.8371
RECURSOS	1.7559	10.0522

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 6. Coeficiente de consistencia (RC).

$\lambda_{máx.}$	IC	$RC = IC/ICA(n)$
10.056	0.132	9.1%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 7. Matriz de comparación de criterios.

PILAR	VALOR PROMEDIO
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	15%
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	17%
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	4%
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	9%
CAPITAL HUMANO	13%
APOYO LOGISTICO	11%
RECURSOS	17%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 8. Vector de Prioridad Global.

RECURSOS	17%	17%
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	17%	34%
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	15%	49%
CAPITAL HUMANO	13%	62%
APOYO LOGISTICO	11%	73%
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	9%	82%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7%	89%
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7%	96%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	4%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.1 Jerarquización del indicador Organización de la Empresa.

Tabla C 9. Matriz de comparación por pares.

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	Planificación estratégica	Autoridad y Autonomía	Sistema de Información
Planificación estratégica	1	3	1
Autoridad y Autonomía	1/3	1	1/3
Sistema de Información	1	3	1
SUMA	2.3333	7.0000	2.3333

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 10. Matriz normalizada (MCN).

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	MATRIZ NORMALIZADA		
Planificación estratégica	0.4286	0.4286	0.4286
Autoridad y Autonomía	0.1429	0.1429	0.1429
Sistema de Información	0.4286	0.4286	0.4286

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 11. Vector de Prioridad para el Criterio.

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Planificación estratégica	1.2857	3.0000
Autoridad y Autonomía	0.4286	3.0000
Sistema de Información	1.2857	3.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 12. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	$RC = IC/ICA(n)$
3.0000	-	0%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 13. Matriz de Comparación de Criterios.

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	VALOR PROMEDIO
Planificación estratégica	43%
Autoridad y Autonomía	14%
Sistema de Información	43%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 14. Vector de Prioridad Global.

Planificación estratégica	43%	43%
Autoridad y Autonomía	43%	86%
Sistema de Información	14%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.2 Jerarquización del indicador Organización de Mantenimiento.

Tabla C 15. Matriz de comparación por pares.

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	Estructura	Autoridad y Autonomía.	Sistema de Información	Indicadores del desempeño	Criticidad de equipos
Estructura	1	3	1/3	1/5	2
Autoridad y Autonomía.	1/3	1	1/3	1/5	1/3
Sistema de Información	3	3	1	1	2
Indicadores del desempeño	5	5	1	1	2
Criticidad de equipos	1/2	3	1/2	1/2	1
SUMA	9.8333	15.0000	3.1667	2.9000	7.3333

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 16. Matriz normalizada (MCN).

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	MATRIZ NORMALIZADA				
Estructura	0.1017	0.2000	0.1053	0.0690	0.2727
Autoridad y Autonomía.	0.0339	0.0667	0.1053	0.0690	0.0455
Sistema de Información	0.3051	0.2000	0.3158	0.3448	0.2727
Indicadores del desempeño	0.5085	0.3333	0.3158	0.3448	0.2727
Criticidad de equipos	0.0508	0.2000	0.1579	0.1724	0.1364

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 17. Vector de Prioridad para el Criterio.

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Estructura	0.7958	5.3148
Autoridad y Autonomía.	0.3287	5.1319
Sistema de Información	1.5711	5.4610
Indicadores del desempeño	1.9986	5.6294
Criticidad de equipos	0.7319	5.1000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 18. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{máx.}$	IC	$RC = IC/ICA(n)$
5.3274	0.0819	7.3%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 19. Matriz de Comparación de Criterios.

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	VALOR PROMEDIO
Estructura	15%
Autoridad y Autonomía.	6%
Sistema de Información	29%
Indicadores del desempeño	36%
Criticidad de equipos	14%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 20. Vector de Prioridad Global.

Estructura	36%	36%
Autoridad y Autonomía.	29%	64%
Sistema de Información	15%	79%
Indicadores del desempeño	14%	94%
Criticidad de equipos	6%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.3 Jerarquización del indicador Planificación del Mantenimiento.

Tabla C 21. Matriz de comparación por pares.

PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	Objetivos y metas	Directrices de planificación	Hoja de vida de los equipos	Mantenimiento de oportunidad
Objetivos y metas	1	5	5	2
Directrices de planificación	1/5	1	1	1/3
Hoja de vida de los equipos	1/5	1	1	1/3
Mantenimiento de oportunidad	1/2	3	3	1
SUMA	1.9000	10.0000	10.0000	3.6667

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 22. Matriz normalizada (MCN).

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	MATRIZ NORMALIZADA			
Objetivos y metas	0.5263	0.5000	0.5000	0.5455
Directrices de planificación	0.1053	0.1000	0.1000	0.0909
Hoja de vida de los equipos	0.1053	0.1000	0.1000	0.0909
Mantenimiento de oportunidad	0.2632	0.3000	0.3000	0.2727

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 23. Vector de Prioridad para el Criterio.

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Objetivos y metas	2.0763	4.0088
Directrices de planificación	0.3963	4.0016
Hoja de vida de los equipos	0.3963	4.0016
Mantenimiento de oportunidad	1.1372	4.0046

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 24. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
4.0042	0.0014	0.2%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 25. Matriz de Comparación de Criterios.

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	VALOR PROMEDIO
Objetivos y metas	52%
Directrices de planificación	10%
Hoja de vida de los equipos	10%
Mantenimiento de oportunidad	28%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 26. Vector de Prioridad Global.

Objetivos y metas	52%	52%
Directrices de planificación	28%	80%
Hoja de vida de los equipos	10%	90%
Mantenimiento de oportunidad	10%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.4 Jerarquización del indicador Mantenimiento Preventivo.

Tabla C 27. Matriz de comparación por pares.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Planificación	Programación	Calidad
Planificación	1	1	3
Programación	1	1	3
Calidad	1/3	1/3	1
SUMA	2.3333	2.3333	7.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 28. Matriz normalizada (MCN)

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MATRIZ NORMALIZADA		
Planificación	0.4286	0.4286	0.4286
Programación	0.4286	0.4286	0.4286
Calidad	0.1429	0.1429	0.1429

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 29. Vector de Prioridad para el Criterio

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Planificación	1.2857	3.0000
Programación	1.2857	3.0000
Calidad	0.4286	3.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 30. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
3.0000	0.000	0.0%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 31. Matriz de Comparación de Criterios.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	VALOR PROMEDIO
Planificación	43%
Programación	43%
Calidad	14%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 32. Vector de Prioridad Global.

Planificación	43%	43%
Programación	43%	86%
Calidad	14%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.5 Jerarquización del indicador Mantenimiento Correctivo.

Tabla C 33. Matriz de comparación por pares.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Soporte	Priorización	Registro	Solución de fallas
Soporte	1	1	3	1/5
Priorización	1	1	3	1/5
Registro	1/3	1/3	1	1/5
Solución de fallas	5	5	5	1
SUMA	7.3333	7.3333	12.0000	1.6000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 34. Matriz normalizada (MCN).

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MATRIZ NORMALIZADA			
Soporte	0.1364	0.1364	0.2500	0.1250
Priorización	0.1364	0.1364	0.2500	0.1250
Registro	0.0455	0.0455	0.0833	0.1250
Solución de fallas	0.6818	0.6818	0.4167	0.6250

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 35. Vector de Prioridad para el Criterio.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Soporte	0.6686	4.1287
Priorización	0.6686	4.1287
Registro	0.3030	4.0506
Solución de fallas	2.5947	4.3150

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 36. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{máx.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
4.1557	0.0519	5.9%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 37. Matriz de Comparación de Criterios.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO	VALOR PROMEDIO
Soporte	16%
Priorización	16%
Registro	7%
Solución de fallas	60%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 38. Vector de Prioridad Global.

Soporte	60%	60%
Priorización	16%	76%
Registro	16%	93%
Solución de fallas	7%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.6 Jerarquización del indicador Mantenimiento Predictivo.

Tabla C 39. Matriz de comparación por pares.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Planificación y técnicas	Programación	Evaluación
Planificación y técnicas	1	1	3
Programación	1	1	3
Evaluación	1/3	1/3	1
SUMA	2.3333	2.3333	7.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 40. Matriz normalizada (MCN).

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MATRIZ NORMALIZADA		
Planificación y técnicas	0.4286	0.4286	0.4286
Programación	0.4286	0.4286	0.4286
Evaluación	0.1429	0.1429	0.1429

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 41. Vector de Prioridad para el Criterio.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
	Planificación y técnicas	1.286
Programación	1.286	3.000
Evaluación	0.429	3.000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 42. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
3.0000	-	0.0%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 43. Matriz de Comparación de Criterios.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO	VALOR PROMEDIO
Planificación y técnicas	43%
Programación	43%
Evaluación	14%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 44. Vector de Prioridad Global.

Planificación y técnicas	43%	43%
Programación	43%	86%
Evaluación	14%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.7 Jerarquización del indicador Capital Humano.

Tabla C 45. Matriz de comparación por pares.

CAPITAL HUMANO	Selección y Formación	Retención del talento.	Mantenimiento autónomo
Selección y Formación	1	1	3
Retención del talento.	1	1	3
Mantenimiento autónomo	1/3	1/3	1
SUMA	2.3333	2.3333	7.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 46. Matriz normalizada (MCN).

CAPITAL HUMANO	MATRIZ NORMALIZADA		
Selección y Formación	0.4286	0.4286	0.4286
Retención del talento.	0.4286	0.4286	0.4286
Mantenimiento autónomo	0.1429	0.1429	0.1429

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 47. Vector de Prioridad para el Criterio.

CAPITAL HUMANO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Selección y Formación	1.2857	3.0000
Retención del talento.	1.2857	3.0000
Mantenimiento autónomo	0.4286	3.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 48. Cociente de consistencia (RC).

CAPITAL HUMANO	$\lambda_{máx.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
Selección y Formación	3.0000	-	0.0%
Retención del talento.			
Mantenimiento autónomo			

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 49. Matriz de Comparación de Criterios.

CAPITAL HUMANO	VALOR PROMEDIO
Selección y Formación	43%
Retención del talento.	43%
Mantenimiento autónomo	14%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 50. Vector de Prioridad Global.

Selección y Formación	43%	43%
Retención del talento.	43%	86%
Mantenimiento autónomo	14%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.8 Jerarquización del indicador Apoyo Logístico.

Tabla C 51. Matriz de comparación por pares.

APOYO LOGISTICO	Apoyo Administrativo	Apoyo Gerencial
Apoyo Administrativo	1	1/5
Apoyo Gerencial	5	1
SUMA	6.0000	1.2000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 52. Matriz normalizada (MCN).

APOYO LOGISTICO	MATRIZ NORMALIZADA	
Apoyo Administrativo	0.1667	0.1667
Apoyo Gerencial	0.8333	0.8333

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 53. Vector de Prioridad para el Criterio.

APOYO LOGISTICO	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
Apoyo Administrativo	0.3333	2.0000
Apoyo Gerencial	1.6667	2.0000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 54. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
2.0000	-	0.0%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 55. Matriz de Comparación de Criterios.

APOYO LOGISTICO	VALOR PROMEDIO
Apoyo Administrativo	17%
Apoyo Gerencial	83%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 56. Vector de Prioridad Global.

Apoyo Administrativo	83%	83%
Apoyo Gerencial	17%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C4.1.9 Jerarquización del indicador Recursos.

Tabla C 57. Matriz de comparación por pares.

RECURSOS	Equipos	Herramientas	Instrumentos	Materiales	Repuestos
Equipos	1	1	1	1/5	1/5
Herramientas	1	1	1	1/5	1/5
Instrumentos	1	1	1	1/5	1/5
Materiales	5	5	5	1	1/5
Repuestos	5	5	5	5	1
SUMA	13.0000	13.0000	13.0000	6.6000	1.8000

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 58. Matriz normalizada (MCN).

RECURSOS	MATRIZ NORMALIZADA				
Equipos	0.0769	0.0769	0.0769	0.0303	0.1111
Herramientas	0.0769	0.0769	0.0769	0.0303	0.1111
Instrumentos	0.0769	0.0769	0.0769	0.0303	0.1111
Materiales	0.3846	0.3846	0.3846	0.1515	0.1111
Repuestos	0.3846	0.3846	0.3846	0.7576	0.5556

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 59. Vector de Prioridad para el Criterio.

RECURSOS	VECTOR PRIORIDAD DEL MODELO	
	Equipos	0.3786
Herramientas	0.3786	5.0868
Instrumentos	0.3786	5.0868
Materiales	1.4985	5.2896
Repuestos	3.0264	6.1339

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 60. Cociente de consistencia (RC).

$\lambda_{m\acute{a}x.}$	IC	RC = IC/ICA(n)
5.3368	0.0842	7.6%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 61. Matriz de Comparación de Criterios.

RECURSOS	VALOR PROMEDIO
Equipos	7%
Herramientas	7%
Instrumentos	7%
Materiales	28%
Repuestos	49%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 62. Vector de Prioridad Global.

Equipos	49%	49%
Herramientas	28%	78%
Instrumentos	7%	85%
Materiales	7%	93%
Repuestos	7%	100%

Fuente. Elaboración Propia.

C5 Aplicación de la Jerarquización de los Pilares e indicadores del modelo GIM.

Tabla C 63. Calificación de la gestión de mantenimiento de las empresas del sector plástico con la metodología PAJ.

Pilares e Indicadores de la encuesta	OBJETIVO	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	EMPRESA 4	EMPRESA 5	EMPRESA 6	EMPRESA 7	EMPRESA 8	EMPRESA 9	EMPRESA 10	EMPRESA 11	EMPRESA 12	EMPRESA 13	EMPRESA 14	EMPRESA 15	EMPRESA 16	EMPRESA 17	EMPRESA 18	EMPRESA 19	EMPRESA 20	EMPRESA 21																					
1 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	15%	9%	11%	12%	9%	13%	7%	10%	13%	13%	9%	13%	11%	10%	8%	12%	8%	13%	11%	9%	4%	10%																					
1.1 Planificación estratégica	43%	36%	43%	43%	34%	43%	26%	43%	43%	43%	34%	43%	43%	32%	30%	43%	43%	43%	43%	34%	9%	43%																					
1.2 Autoridad y Autonomía	14%	7%	11%	13%	11%	14%	10%	13%	14%	14%	11%	13%	11%	13%	11%	13%	4%	14%	10%	14%	9%	9%																					
1.3 Sistema de Información	43%	24%	24%	33%	21%	44%	13%	16%	37%	36%	20%	37%	27%	24%	12%	34%	10%	39%	29%	15%	15%	17%																					
2 ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	17%	8%	13%	10%	8%	11%	8%	9%	9%	11%	8%	9%	9%	8%	7%	11%	5%	10%	10%	11%	7%	7%																					
2.1 Estructura	15%	12%	13%	13%	11%	14%	10%	12%	13%	15%	12%	12%	13%	12%	11%	14%	11%	13%	11%	14%	7%	12%																					
2.2 Autoridad y Autonomía.	6%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	5%	5%	4%	3%	5%	3%	5%	4%	4%	4%	3%																					
2.3 Sistema de Información	29%	16%	25%	20%	16%	28%	19%	19%	17%	28%	19%	17%	20%	16%	13%	23%	7%	28%	22%	23%	14%	13%																					
2.4 Indicadores del desempeño	36%	17%	35%	26%	19%	21%	18%	22%	19%	22%	19%	22%	20%	20%	16%	24%	9%	20%	26%	17%	11%	14%																					
2.5 Criticidad de equipos	14%	9%	11%	11%	9%	11%	10%	11%	12%	12%	9%	11%	12%	8%	5%	12%	6%	10%	13%	13%	12%	10%																					
3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7%	4%	6%	7%	5%	7%	4%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	5%	3%	7%	5%	6%	7%	7%	7%	5%																					
3.1 Objetivos y metas	52%	28%	44%	47%	34%	47%	28%	47%	44%	47%	44%	47%	39%	39%	18%	47%	31%	47%	41%	47%	47%	36%																					
3.2 Directrices de planificación	10%	7%	8%	9%	6%	9%	6%	7%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	5%	10%	7%	9%	8%	8%	8%	7%																					
3.3 Hoja de vida de los equipos	10%	3%	9%	10%	6%	9%	3%	10%	9%	7%	7%	9%	4%	3%	5%	10%	7%	9%	9%	10%	9%	3%																					
3.4 Mantenimiento de oportunidad	28%	18%	23%	26%	23%	26%	16%	27%	26%	26%	26%	23%	23%	21%	20%	28%	23%	20%	28%	28%	26%	23%																					
4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7%	5%	5%	7%	6%	6%	4%	5%	5%	7%	7%	5%	6%	5%	3%	6%	5%	7%	6%	7%	7%	4%																					
4.1 Planificación	43%	34%	41%	39%	36%	41%	26%	41%	39%	43%	36%	36%	36%	32%	17%	43%	30%	39%	28%	43%	43%	32%																					
4.2 Programación	43%	28%	21%	39%	32%	32%	19%	24%	24%	43%	41%	24%	39%	19%	15%	24%	21%	41%	36%	36%	34%	17%																					
4.3 Calidad	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%																					
5 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	4%	2%	3%	3%	2%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	2%																					
5.1 Soporte	16%	10%	15%	16%	13%	15%	10%	5%	16%	16%	11%	16%	13%	10%	13%	16%	13%	11%	16%	16%	16%	6%																					
5.2 Priorización	16%	13%	13%	15%	13%	16%	10%	11%	16%	16%	13%	16%	13%	13%	10%	16%	13%	15%	13%	16%	16%	10%																					
5.3 Registro	7%	4%	7%	7%	6%	7%	4%	4%	7%	7%	6%	6%	5%	4%	4%	7%	6%	7%	4%	7%	7%	3%																					
5.4 Solución de fallas	60%	33%	40%	46%	38%	46%	45%	34%	45%	53%	41%	45%	36%	33%	34%	41%	29%	41%	43%	45%	46%	27%																					
6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	9%	5%	6%	5%	3%	7%	4%	4%	4%	5%	3%	4%	6%	3%	5%	8%	2%	5%	7%	8%	8%	4%																					
6.1 Planificación y técnicas	43%	23%	31%	24%	14%	30%	14%	26%	36%	23%	11%	21%	27%	14%	19%	36%	14%	29%	27%	39%	37%	19%																					
6.2 Programación	43%	26%	26%	26%	17%	34%	31%	11%	9%	29%	17%	17%	34%	29%	26%	43%	9%	17%	37%	43%	40%	17%																					
6.3 Evaluación	14%	7%	10%	13%	5%	14%	5%	5%	3%	5%	4%	10%	10%	5%	9%	14%	4%	8%	11%	11%	10%	5%																					
7 CAPITAL HUMANO	13%	10%	8%	9%	9%	11%	8%	9%	12%	13%	11%	9%	10%	10%	7%	12%	6%	9%	10%	12%	10%	8%																					
7.1 Selección y Formación	43%	33%	36%	36%	31%	34%	26%	36%	39%	43%	38%	38%	33%	31%	19%	39%	22%	34%	29%	41%	31%	26%																					
7.2 Retención del talento.	43%	24%	19%	22%	26%	31%	24%	24%	35%	35%	31%	16%	28%	28%	19%	35%	14%	26%	28%	35%	28%	21%																					
7.3 Mantenimiento autónomo	14%	10%	4%	8%	9%	9%	9%	9%	14%	14%	11%	9%	11%	10%	9%	14%	8%	5%	9%	14%	11%	3%																					
8 APOYO LOGÍSTICO	11%	9%	8%	11%	9%	11%	9%	10%	11%	11%	10%	9%	9%	11%	9%	11%	11%	11%	11%	9%	11%	8%																					
8.1 Apoyo Administrativo	17%	9%	11%	11%	12%	12%	10%	7%	9%	14%	11%	10%	9%	11%	10%	11%	10%	14%	15%	14%	7%	7%																					
8.2 Apoyo Gerencial	83%	67%	58%	83%	67%	83%	67%	83%	83%	83%	75%	67%	67%	83%	67%	83%	83%	83%	67%	83%	67%	67%																					
9 RECURSOS	17%	12%	13%	14%	12%	17%	11%	11%	15%	17%	15%	11%	14%	12%	11%	16%	10%	15%	16%	17%	14%	11%																					
9.1 Equipos	7%	5%	6%	6%	6%	7%	4%	7%	7%	7%	6%	5%	6%	6%	6%	7%	3%	7%	6%	7%	6%	5%																					
9.2 Herramientas	7%	6%	5%	6%	6%	7%	5%	6%	6%	7%	7%	4%	6%	6%	6%	7%	3%	6%	6%	7%	7%	3%																					
9.3 Instrumentos	7%	4%	5%	6%	6%	6%	5%	5%	5%	7%	6%	4%	5%	6%	5%	6%	3%	6%	7%	7%	6%	4%																					
9.4 Materiales	28%	20%	21%	23%	21%	27%	20%	16%	26%	28%	28%	19%	22%	21%	18%	28%	19%	26%	28%	28%	25%	21%																					
9.5 Repuestos	49%	35%	37%	38%	31%	47%	30%	28%	42%	47%	41%	32%	39%	33%	28%	46%	31%	41%	48%	47%	36%	32%																					
	100.0%	556	63.1%	655	73.0%	690	77.5%	567	63.3%	747	85.9%	514	57.8%	571	67.2%	680	78.6%	770	86.9%	628	71.7%	612	68.2%	641	73.0%	563	65.2%	478	53.8%	756	85.8%	458	53.0%	685	78.9%	705	77.8%	737	84.2%	607	68.0%	479	58.7%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla C 64. Cuadro resumen de la calificación de las empresas del sector plástico.

EMPRESA	CALIFICACIÓN	ACUMULADO	CONDICIÓN
EMPRESA 9	87%	19%	EXCELENTE
EMPRESA 5	86%		
EMPRESA 15	86%		
EMPRESA 19	84%		
EMPRESA 17	79%	62%	BUENA
EMPRESA 8	79%		
EMPRESA 3	78%		
EMPRESA 18	78%		
EMPRESA 12	73%		
EMPRESA 2	73%		
EMPRESA 10	72%		
EMPRESA 11	68%		
EMPRESA 20	68%		
EMPRESA 7	67%		
EMPRESA 13	65%		
EMPRESA 1	63%		
EMPRESA 4	63%		
EMPRESA 21	59%		
EMPRESA 6	58%		
EMPRESA 14	54%		
EMPRESA 16	53%		
PROMEDIO	71%		

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 65. Resumen de la calificación obtenida por las empresas de los cuatro Pilares más importantes de la metodología GIM.

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	CAPITAL HUMANO	RECURSOS
13%	11%	13%	17%
13%	11%	11%	17%
12%	11%	12%	16%
9%	11%	12%	17%
13%	10%	9%	15%
13%	9%	12%	15%
12%	10%	9%	14%
11%	10%	10%	16%
11%	9%	10%	14%
11%	13%	8%	13%
9%	8%	11%	15%
13%	9%	9%	11%
4%	7%	10%	14%
10%	9%	9%	11%
10%	8%	10%	12%
9%	8%	10%	12%
9%	8%	9%	12%
10%	7%	8%	11%
7%	8%	8%	11%
8%	7%	7%	11%
8%	5%	6%	10%
70%	53%	75%	77%

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla C 66. Resumen de la calificación obtenida por las empresas de los cinco Pilares restantes de la metodología GIM.

PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	APOYO LOGISTICO
7%	7%	3%	5%	11%
7%	6%	3%	7%	11%
7%	6%	3%	8%	11%
7%	7%	3%	8%	11%
6%	7%	3%	5%	11%
7%	5%	3%	4%	11%
7%	7%	3%	5%	11%
7%	6%	3%	7%	9%
6%	6%	2%	6%	9%
6%	5%	3%	6%	8%
6%	7%	3%	3%	10%
6%	5%	3%	4%	9%
7%	7%	3%	8%	8%
7%	5%	2%	4%	10%
5%	5%	2%	3%	11%
4%	5%	2%	5%	9%
5%	6%	2%	3%	9%
5%	4%	2%	4%	8%
4%	4%	3%	4%	9%
3%	3%	2%	5%	9%
5%	5%	2%	2%	11%
82%	78%	69%	58%	85%

Fuente. Elaboración Propia.

Anexo D. Cartas de ASIPLASTIC

Maestría en Gerencia de Mantenimiento Industrial



Antiguo Cuscatlán, 20 de Abril de 2016.

Lic. Ricardo José Moran
Presidente de ASIPLASTIC
Presente

Estimado Licenciado Morán

Reciba un saludo de la Universidad Don Bosco y de la UCA, deseándole éxitos en su labor profesional y personal.

La Universidad Don Bosco y la UCA, están desarrollando, de manera conjunta, el programa de maestría en gerencia de mantenimiento industrial, por lo que se deja constancia que los ingenieros:

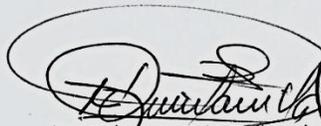
- Ordóñez López, Eric Edgardo,
- Rodríguez Cruz, Carlos Mauricio y
- Velasco Paredes, Adolfo Arturo

Son estudiantes activos y están por egresar del programa, por lo que están elaborando su anteproyecto para su trabajo de graduación, proponiendo realizarlo sobre: "Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador". En tal sentido le solicitamos que, en la medida de sus posibilidades, se les permita realizar este trabajo en el sector que está representado en ASIPLASTIC.

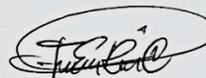
Los estudiantes se comprometen a respetar las normativas de la gremial, a acatar las reglamentaciones específicas que cada empresa les vaya estableciendo y a guardar todas las normas de confidencialidad establecidas.

Ambas universidades están interesadas en poder aportar y desarrollar el tema de mantenimiento, para lo cual este trabajo servirá de base para otros, e inclusive investigaciones aplicadas, que se desarrollen en conjunto, aportando beneficios en un futuro cercano al sector representado.

Agradeciendo de antemano su apoyo a dichos estudiantes, se suscribe.


Ing. Nelson A. Quintanilla Juárez
Director UDB.




Ing. Fernando Rivas
Director UCA



CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico (ASIPLASTIC)

San Salvador, 12 de mayo de 2016

Presente.

Referencia: Compromiso de Confidencialidad de información durante investigación de tesis

Estimados miembros de la junta directiva:

Los suscritos manifestamos nuestro compromiso de respetar y mantener la confidencialidad de la información que se genere durante la investigación: "Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador".

La investigación se hará entre las empresas del sector plástico, principalmente las agremiadas en ASIPLASTIC. El objetivo es identificar las condiciones actuales del mantenimiento en la industria del plástico, a través de encuestas y análisis estadístico, que sirva de marco de referencia para la implementación de indicadores de desempeño comunes en el rubro.

Nos comprometemos a:

- a) No divulgar a terceras personas o instituciones el contenido de cualquier documentación o información, como parte o resultado de la investigación científica;
- b) No permitir a terceros el manejo de documentación resultante del proceso de la investigación científica que pueda tener en su poder;
- c) No explotar y aprovechar en beneficio propio, o permitir el uso por otros, de las informaciones obtenidas durante el proceso de la investigación científica;
- d) No conservar documentación que sea de propiedad de ASIPLASTIC, ni permitir que se realicen copias no autorizadas de esta información.

Con la investigación los suscritos aspiran al título de Máster en Gerencia de Mantenimiento Industrial. Este es un programa co-titulado entre las universidades José Simeón Cañas (UCA) y Universidad Don Bosco (UDB).

Para dar fe de nuestro compromiso, firmamos a continuación.



Adolfo Velasco
DUI 00668669-2



Mauricio Rodríguez
DUI 02987598-5



Eric Ordoñez
DUI 00285243-7

San Salvador, 26 de junio de 2016.

Referencia: **Solicitud de información para la investigación “Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador”**

Estimado Socio:

ASIPLASTIC comprometida con fomentar el desarrollo de nuestro sector, está apoyando a tres profesionales aspirantes al título de Máster en Gerencia de Mantenimiento Industrial; programa cotitulado entre las universidades José Simeón Cañas (UCA) y Universidad Don Bosco (UDB).

Ellos expusieron, ante junta directiva, su proyecto de investigación denominado: “Condición actual de la gestión de mantenimiento del sector industrial plástico en El Salvador”, el cual fue apoyado por Junta Directiva.

Los responsables de la investigación son:

Nº	Nombre	Teléfono	Correo electrónico	Carné (UCA/UDB)
1.	Eric Ordóñez	74680571	eoloz@yahoo.com	00024799/OL142711
2.	Mauricio Rodríguez	77292303	mau4cio@gmail.com	/RC142608
3.	Adolfo Velasco	70696716	adolfo.a.velasco@gmail.com	00340014/VP142527

Dirección electrónica alternativa: gestión.manto.plastic.ucaudb@gmail.com

Para dar seguimiento a la investigación, ellos tendrán acercamiento con nuestros socios requiriendo información que abone a su tesis. Específicamente requieren:

- Contacto (dirección de correo electrónico y teléfono) de la persona a cargo de la gestión de mantenimiento de la empresa.
- Disposición de atender una entrevista presencial o virtual de 2 horas (máximo).
- Responder y enviar una encuesta.

No omito manifestarle que los estudiantes firmaron un convenio de confidencialidad con nuestra asociación para resguardo de información.

Es importante mencionar que el resultado de este trabajo, dejara un valioso documento que estará a disposición de la membresía, por lo agradeceríamos su apoyo.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.

Atentamente.



ASOCIACIÓN SALVADOREÑA DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO
ASIPLASTIC

Ing. Jaime Salomé
Secretario