



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad para un
Centro de Servicio Técnico de Herramientas Eléctricas.”

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Juan Carlos Haz Romero

GUAYAQUIL –ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la salud para poder cerrar este capítulo de mi carrera universitaria y a mis padres por el apoyo y paciencia durante estos años.

DEDICATORIA

A MIS PADRES...

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

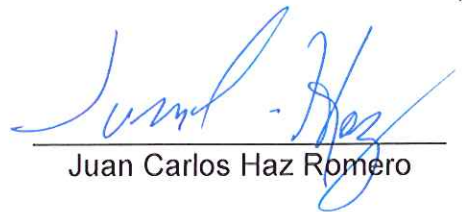
Ing. Cristian Arias U.
DIRECTOR DEL EXAMEN
COMPLEXIVO

Ing. Sandra Vergara G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el Presente Examen Complexivo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Juan Carlos Haz Romero

RESUMEN

Este trabajo mostró la mejora de los procesos de un centro de servicio técnico de herramientas eléctricas de una empresa comercializadora de productos de origen alemán, que contribuyera a aumentar la satisfacción del cliente mediante la reducción del tiempo de respuesta.

Se detalló una breve reseña sobre la evolución de la división de herramientas eléctricas dentro de la empresa los últimos años y describiendo los productos que son comercializados por la división para luego explicar la operación del modelo del servicio post venta el cual da soporte a estos productos.

Inicialmente se diagnosticó sobre la situación actual en cuanto al conjunto de operaciones que engloba en forma general el proceso de servicio técnico llevado a cabo. Luego de esto para identificar los principales problemas que afectan el normal desenvolvimiento de las actividades del centro de servicio, se hizo un análisis de afectación económica de estos problemas identificados y seguido a esto mediante el empleo de herramientas de relaciones de causalidad se determinaron estos principales problemas los mismos que fueron analizados mediante la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos). Mediante esta herramienta se investigó de manera sistemática los problemas más importantes del proceso buscando sus causas.

En base al estudio realizado se pudo llegar a elaborar una propuesta de mejoras que logró ordenar y estabilizar los procesos que circunscribe el taller, así como eliminar las principales causas que mermaban su productividad y evitaban que logren los objetivos de calidad que garanticen su competitividad y sostenibilidad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	viii
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
1 ENTORNO.....	3
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Herramientas aplicadas a la mejora continua de la calidad.....	10
1.2.1 El método AMFE.....	11
1.3 Justificación del estudio.....	19
CAPÍTULO 2.....	21
2. DIAGNÓSTICO DE LAS OPERACIONES DEL CENTRO DE SERVICIO.....	21

2.1. Descripción de los procedimientos de reparación de herramientas eléctricas en el centro de servicio.....	21
2.1.1. Proceso de recepción.....	22
2.1.2. Proceso de diagnóstico.....	23
2.1.3. Proceso de reparación.....	23
2.1.4 Proceso de facturación y entrega.....	24
2.2. Procedimiento de reaprovisionamiento de repuestos para la bodega del centro de servicio.....	24
2.3. Estructura organizacional.....	25
2.4. Equipos e instalaciones.....	28
2.4.1 Distribución física del centro de servicio.....	29
2.4.2 Equipos utilizados.....	30
2.5. Identificación de los problemas en el centro de servicio.....	32
CAPÍTULO 3.....	45
3. DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA MEJORA DE CALIDAD DEL CENTRO DE SERVICIO.....	45
3.1 Identificación y necesidades del cliente.....	45
3.2 Implementación del AMFE.....	47
3.2.1 Creación y formación de equipo de trabajo.....	48
3.2.2 Identificación de problemas en el proceso.....	50
3.2.2.1 Diagrama de flujo del proceso.....	51
3.3. Recopilación de datos fallos y clasificación.....	59

3.3.1 Determinación de modos potenciales de fallo y sus efectos.....	59
3.3.2 Determinación de causas de fallo potencial.....	65
3.4 Cálculo de índice de prioridad de riesgo.....	79
3.5 Implantación de acciones correctoras.....	85
CAPÍTULO 4.....	134
4. MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN.....	134
4.1 Determinación de índices de desempeño del sistema de gestión.....	134
4.2 Análisis económico de implantación de acciones.....	136
4.3 Potenciales beneficios del sistema de gestión propuesto.....	140
CAPÍTULO 5.....	146
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
ANEXOS.....	151
BIBLIOGRAFÍA.....	180

ABREVIATURAS

AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos
OT	Orden de Trabajo
RMA	Guía de Remisión
GM1	Bodega Mostrador-Taller
GP1	Centro de Distribución Guayaquil
QP1	Centro de Distribución Quito
PIB	Producto Interno Bruto
CSA	Centro de Servicio Autorizado
CSP	Centro de Servicio Propio
NPR	Índice de Prioridad de Riesgo
GT1	Bodega Transitoria
SIS	Service Info System
n	Tamaño de muestra
N	Tamaño de población
Cv	Factor de calificación de la velocidad del técnico
TN	Tiempo Normal
TPS	Tiempo Promedio Seleccionado
JT	Jornada de Trabajo
JET	Jornada Efectiva de Trabajo
TE	Tiempo Estándar
TPPC	Tiempo de Procesado Ponderado más Corto

Wi	Peso del trabajo i
Pi	Tiempo de proceso del trabajo i
M/O	Mano de Obra

SIMBOLOGÍA

Z	Nivel de confianza
E	Nivel de error aceptable
T_c	Distribución t de student
S	Desviación estándar
\bar{t}	Tiempo promedio de la muestra
I_m	Intervalo de la muestra
W	Watts
°C	Grados Centígrados
G	Índice de gravedad de fallo
O	Índice de ocurrencia de fallo
D	Índice de no detección

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema de implementación del AMFE.....	14
Figura 2.1	Esquema organizacional de la división de herramientas eléctricas.....	27
Figura 2.2	Porcentaje de cumplimiento en la entrega de otras máquinas.....	33
Figura 2.3	Porcentaje de cumplimiento en la entrega de martillos.....	33
Figura 2.4	Diagrama de pareto de principales problemas del centro de servicio.....	39
Figura 2.5	Diagrama causa-efecto en las demoras en entrega de martillos y otras máquinas.....	40
Figura 2.6	Diagrama de pareto de principales fallos del centro de servicio.....	44
Figura 3.1	Mapa de procesos del centro de servicio.....	51
Figura 3.2	Diagrama de análisis de proceso de cambio de estator e inducido de una sierra circular.....	58
Figura 3.3	Hoja de concesiones por fatiga para cambio de inducido y estator de amoladora angular.....	100
Figura 3.4	Hoja de concesiones por fatiga para cambio de kit de reparación de martillo perforador.....	105

Figura 3.5	Hoja de concesiones por fatiga para cambio de motor de instalación de martillo demoledor.....	110
Figura 3.6	Esquema de multitareas interrumpiendo tareas para avanzar en otras.....	113
Figura 3.7	Esquema de multitareas en base a tareas prioritarias.....	114
Figura 3.8	Diagrama de flujo de proceso actual de solicitud de repuestos al centro de distribución.....	123
Figura 3.9	Diagrama de flujo propuesto del proceso de solicitud de repuestos al centro de distribución.....	125
Figura 3.10	Ventana de acceso al sistema de información de órdenes de trabajo.....	129
figura 3.11	Menú de ingreso al sistema de información de órdenes de trabajo.....	130
Figura 3.12	Pantalla de control del estado de la orden de trabajo.....	131
Figura 3.13	Listado de órdenes de trabajo por estado de reparación..	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Equipos y herramientas usados en el centro de servicio....	32
Tabla 2	Tiempo promedio de atención a otras máquinas.....	36
Tabla 3	Tiempo promedio de atención a martillos.....	37
Tabla 4	Impacto económico de problemas en el centro de servicio..	38
Tabla 5	Tallas y frecuencias en la demora en la entrega de martillos y otras máquinas.....	43
Tabla 6	Modos potenciales de fallo relacionados con falta de planificación de reparaciones.....	61
Tabla 7	Modos potenciales de fallo relacionados con falta de stock de repuestos en bodega gm1.....	62
Tabla 8	Modos potenciales de fallo relacionados con incumplimiento en la fecha de entrega acordada.....	63
Tabla 9	Modos potenciales de fallo relacionados con técnicos ocupados en otras funciones.....	65
Tabla 10	Causas potenciales de fallo en la demora en la entrega de martillos y otras máquinas.....	77
Tabla 11	Listado de controles actuales en la demora en la entrega de martillos y otras máquinas.....	78
Tabla 12	Índice de gravedad (g) de fallos.....	80

Tabla 13	Índice de ocurrencia (o).....	82
Tabla 14	Índice de no detección (d).....	83
Tabla 15	Índice de prioridad de riesgo (mar).....	84
Tabla 16	Acciones correctoras aplicadas a la demora en la entrega de martillos y otras máquinas reparadas.....	86
Tabla 17	Procedimiento para cambio de inducido y estator de amoladora angular.....	91
Tabla 18	Método Westinghouse para calificación de la velocidad (cv).95	
Tabla 19	Procedimiento para cambio de kit de reparación de martillo perforador de 7 kilos.....	103
Tabla 20	Procedimiento para cambio de motor de instalación de martillo demoledor de 27 kilos.....	107
Tabla 21	Priorización de tipos de reparaciones en base al peso asignado.....	117
Tabla 22	Aplicación del método de tiempo de procesado ponderado más corto (tppc) en actividades de reparación de herramientas eléctricas.....	118
Tabla 23	Orden secuencial de actividades de reparación aplicando el método de tiempo de procesado ponderado más corto (tppc)	119
Tabla 24	Indicadores de desempeño aplicados al centro de servicio de herramientas eléctricas.....	135

Tabla 25	Cálculo de costos de pago a trabajadores.....	137
Tabla 26	Cálculo de costos de estudio de tiempos.....	138
Tabla 27	Cálculo de costos de programación para habilitar a asistente de servicio sesión de reabastecimiento a gm1.....	139
Tabla 28	Cálculo de costos de implementación de sistema de información para control de las reparaciones.....	140
Tabla 29	Flujo de ingresos y egresos de sistema de gestión propuesto	144
Tabla 30	Resumen de análisis de factibilidad, viabilidad y sostenibilidad de sistema de gestión propuesto.....	144

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente Examen Complexivo es analizar las principales causas que generan ineficiencias y merman la productividad en un centro de servicio técnico de una empresa comercializadora de herramientas eléctricas, además de identificar oportunidades de mejora que permitan incrementar la productividad y la eficiencia del área.

En el capítulo 1 se presenta una descripción general de la empresa, la cual incluye información sobre sus productos, servicios ofrecidos y otros aspectos generales de la empresa. Luego se presentan los conceptos teóricos necesarios sobre herramientas de mejora continua enfocándose en los conceptos de aplicación de la metodología AMFE.

En el capítulo 2 se realizará una descripción de los procedimientos operativos del centro de servicio, buscando identificar aquellos problemas que afecten la calidad de servicio y perjudiquen la imagen de la empresa. Una vez identificados estos problemas, serán analizados a fin de determinar los principales modos potenciales de fallo que serán el punto de partida para el análisis AMFE a desarrollar.

En base a lo anterior, en el capítulo 3 se empleará el esquema de la metodología AMFE evaluando los posibles fallos y determinando sus causas para luego presentar las propuestas de las acciones correctoras de mejora.

Luego en el capítulo 4 se presentarán los indicadores de desempeño que resultan de las acciones correctoras propuestas y luego se evaluará económicamente estas propuestas de mejora desarrolladas.

Por último se manifestarán las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del estudio realizado en el Examen Complexivo actual del área, estas propuestas que se brindan tienen un alcance sistemático con las que se busca conseguir una mayor productividad y eficiencia del área, además de garantizar la calidad del producto final.

Luego se presentan las evaluaciones económicas de las propuestas de mejora desarrolladas y por último se manifiestan las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del estudio realizado en el examen complexivo.

CAPÍTULO 1

1. ENTORNO

Durante este capítulo se hace una descripción de las principales actividades de la empresa, así como de sus características generales. Así mismo se hace una revisión de cuáles son los tipos de productos ofrecidos por la empresa y en qué consiste el concepto de servicio post venta. .

1.1. Descripción de la empresa

La empresa en estudio se dedica a la comercialización de productos para el sector automotriz y de la construcción a través de tres líneas que son la automotriz, herramientas eléctricas y termotecnia.

Los productos son comercializados a través de una marca de origen alemán la misma que tuvo sus inicios en el año 1886 donde su creador, implementó un taller eléctrico para desarrollar soluciones. El grupo alemán emplea a unas 285.000 personas en más de 60 países. Esta lista incluye países y lugares con 100 o más compañías asociadas, así como la ubicación de compañías subsidiarias no consolidadas.

La empresa en el Ecuador se funda en el año 1962 para asumir la representación exclusiva de la línea automotriz de la marca alemana. En el año 1991, la empresa incorpora la comercialización de la línea de herramientas eléctricas y en el año 2007 introdujo la línea de productos de calentadores de agua a gas. Actualmente la empresa cuenta con dos oficinas principales estratégicamente ubicadas en las ciudades de Guayaquil y Quito.

Dentro de la gama de herramientas eléctricas que comercializa la empresa, se encuentran tres distintos tipos de herramientas que tienen diferentes aplicaciones y dirigidos a distintos usuarios las cuales son las siguientes:

Herramientas eléctricas para profesionales: Dentro de este segmento están herramientas para profesionales que atienden las necesidades de distintos segmentos como es la construcción, madera y metal mecánica.

Dentro de esta categoría constan los siguientes tipos de herramientas:

- Taladros de percusión
- Sierras mármol
- Martillos perforadores y demoledores
- Sierras Circulares
- Sierras Caladoras
- Atornilladores
- Lijadoras
- Sierras estacionarias
- Amoladoras angulares
- Amoladoras rectas
- Taladros de Percusión
- Tronzadoras

Herramientas eléctricas para profesionales autónomos: el origen de estas herramientas se remonta al año 1920 en la ciudad de Chicago, Estados Unidos, cuando todo el trabajo duro tenía que hacerse manualmente y las herramientas mecánicas eran desconocidas. Fue entonces cuando un inventor estadounidense, decidió que el trabajo duro podía ser mucho más fácil.

El crecimiento de la compañía tuvo un impulso adicional luego de que en 1996 fuera adquirida por el grupo alemán y desde allí la compañía ha crecido a merced de la innovación y al compromiso de producir herramientas eléctricas de alta calidad.

Las herramientas para profesionales autónomos, atiende principalmente las necesidades desde el ebanista al cerrajero, pasando por el carpintero, instaladores, albañiles, plomeros, electricistas o prestadores de cualquier servicio de mantenimiento.

La robustez, practicidad, confiabilidad y seguridad de las herramientas eléctricas para profesionales autónomos, están presentes en una amplia línea de herramientas a continuación:

- Atornilladoras a batería
- Taladros de Impacto / Atornilladoras a batería

- Engrapadoras a batería
- Tijeras a batería
- Taladros de impacto de 3/8
- Taladros de impacto de 1/2
- Rotomartillos
- Miniamoladoras
- Amoladoras angulares
- Pistolas de calor
- Pulidoras
- Sierras Caladoras
- Cepillos
- Sierras Circulares
- Lijadoras
- Fresadoras

Herramientas eléctricas rotatorias: el inicio de este tipo de herramientas se remonta al año 1932, donde se introdujo en el mercado la primera multiherramienta. Desde entonces son numerosas las novedades que se han lanzado al mercado a nivel mundial.

Las herramientas rotatorias suministran productos de calidad a usuarios que los utilizan en diversos campos de aplicación y aficiones: desde

artesanos de la madera hasta grabadores de vidrio, pasando por aficionados al modding o restauradores de antigüedades.

Dentro de las principales funciones de los diferentes tipos de herramientas rotatorias que se ofrecen, se detallan las siguientes:

Herramienta rotativa: Esta realiza distintas operaciones tales como lijar, pulir, grabar, fresar, esmerilar y cortar, convirtiéndose en diferentes maquinas. Estas herramientas son utilizadas principalmente en materiales duro, maderas, vidrios, metales no ferrosos y azulejos.

Herramienta oscilante: Esta realiza operaciones de corte, lijado, esmerilado con movimientos de izquierda a derecha y su velocidad es medida en oscilaciones por minuto. Es ideal para restaurar, remodelar y reparar diferentes proyectos y materiales.

El modelo en el cual se da soporte postventa de las herramientas eléctricas comercializadas es a través de una red de centros de servicio ubicados a nivel nacional. Dentro de la red, existen dos figuras representadas como centros de servicio autorizado (CSA) ubicados en las principales ciudades del país y centros de servicio propio (CSP) ubicados uno en Guayaquil y otro en Quito. Los CSA son aquellos que son

concesionados a través de la empresa para brindar servicio de mantenimiento a las herramientas eléctricas no solamente de las marcas comercializadas por la empresa sino que también ofrecen servicio técnico de productos de la competencia. Los CSP forman parte del departamento de ventas de la empresa para brindar soporte técnico a las tres marcas de herramientas eléctricas comercializadas por la empresa.

El presente estudio se enfoca en investigar los procesos internos del CSP de Guayaquil debido a su alto número de herramientas que ingresan y su alta participación en la facturación total de repuestos (30%) en toda la red de servicios técnicos a nivel nacional...

El CSP se encuentra ubicado anexo a un almacén de venta de herramientas eléctricas de las tres marcas comercializadas por la empresa, aquí los clientes se acercan llevando su herramienta eléctrica para obtener servicio de mantenimiento o reparación, así mismo se reciben herramientas de otras ciudades del país donde no se cuenta con servicio técnico de las tres marcas comercializadas por la empresa. Los productos son ingresados al CSP para recibir servicio de reparación dentro o fuera de garantía, ya que como todo producto, el mismo se encuentra respaldado por un año de garantía por cualquier desperfecto de fabricación.

Dentro del CSP, se realizan distintas tareas de inspección, verificación, diagnóstico, facturación, entrega, etc. Estos movimientos internos de los productos se realizan mediante cuatro procesos básicos: recepción, diagnóstico, reparación y facturación-entrega. El procedimiento simplificado es el siguiente: las herramientas son recibidas en el CSP donde se asigna una orden de trabajo (OT) para registrar el ingreso de la herramienta, aquí se llenan los datos del cliente y características de la herramienta. Luego la herramienta es almacenada en un área de espera hasta que le toque el turno de ser revisada y diagnosticado su daño en el área del taller de reparaciones.

Una vez reparada la herramienta, se contacta al cliente para que se acerque a cancelar el costo de la reparación y luego procede al retiro de la misma.

1.2 Herramientas Aplicadas a la Mejora Continua

La mejora de la calidad depende básicamente del compromiso de las personas. Las herramientas de calidad son unas propuestas metodológicas para enfrentarse y resolver los problemas relacionados con la mejora continua de una empresa.

Para el desarrollo del Informe Profesional se basará el análisis de las operaciones del CSP mediante el AMFE de proceso debido a que se estudiarán los fallos implicados dentro de los procesos del centro de servicio.

El esquema para la implementación del AMFE se presenta en la Figura 1.1.

A continuación se describen las fases para el desarrollo e implantación del AMFE:

FASE1: Crear y Formar el equipo AMFE. El grupo de trabajo estará compuesto por personas que dispongan de amplia experiencia y conocimientos del producto/servicio y/o del proceso objeto del AMFE.

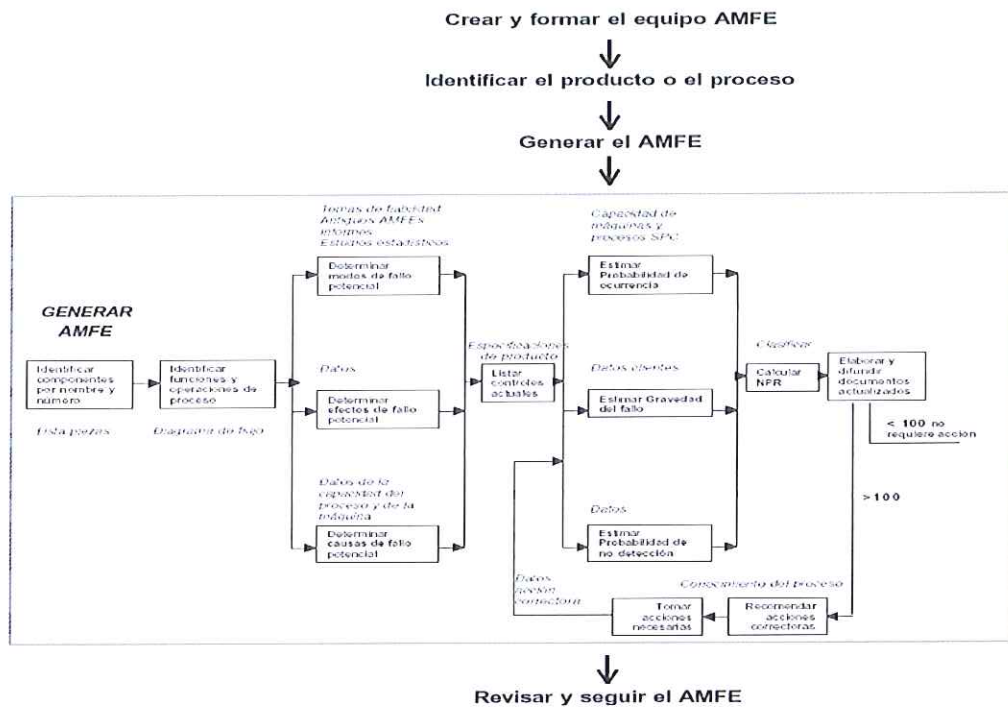


FIGURA 1.1 ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL AMFE

FASE 2: Identificar el producto o proceso. Los miembros del equipo en conjunto con el coordinador deben escoger el proceso sobre el cual se aplicara el AMFE.

FASE 3: Elaborar diagrama de flujo. Hacer un diagrama de flujo donde se representa esquemática y cronológicamente las operaciones que componen la elaboración de un producto o servicio.

FASE 4: Recopilación de datos de fallo. Es necesario dirigir al grupo de trabajo hacia la identificación de los problemas potenciales de calidad del proceso de una forma estructurada donde se destacan informes de fiabilidad, diagramas de flujo, encuestas de satisfacción, informes estadísticos.

FASE 5: Determinar los modos potenciales de fallo. Un modo de fallo significa que un elemento o sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación o simplemente no se obtiene lo que se espera de él. El fallo es una desviación o defecto de una función o especificación.

FASE 6: Determinar los efectos potenciales de fallo. Para cada modo potencial de fallo se identificarán todas las posibles consecuencias que estos pueden implicar para el cliente. Cuando se analiza una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema, lo que ofrecerá una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave.

FASE 7: Determinar las causas potenciales de fallo. Las causas del fallo son el elemento desencadenante del modo de fallo. Es necesario

describir estas causas lo más concisamente posible y en términos claros, de forma que permitan llevar a cabo acciones correctivas concretas. Pueden existir una o varias causas para un único modo de fallo; si son varias pueden ser independientes, pero en general, existe una relación de dependencia entre ellas, la cual es necesario descubrir.

FASE 8: Listar controles actuales. En este paso se buscarán los controles diseñados para prevenir las posibles causas de fallo, tanto los directos como los indirectos, o bien para detectar el modo de fallo resultante.

FASE 9: Dimensionamiento de los modos de fallo. El dimensionado de la importancia de los modos de fallo se conoce como Índice de Prioridad de Riesgo (NPR), y se obtiene a partir del producto de tres coeficientes (F, G y D), con el objetivo de priorizar todos los fallos a fin de posibilitar acciones correctoras, de forma que se pueda considerar la probabilidad de que se produzca el fallo, su gravedad y la probabilidad de que no sea detectado.

El NPR se obtiene calculando el producto de la frecuencia, la gravedad y el índice de no-detección para las causas de fallo.

$$\text{NPR} = F \times G \times D$$

La forma más usual de evaluar estos coeficientes es el empleo de escalas numéricas llamadas *criterios de riesgo*. El valor NPR sirve para clasificar en un orden cada uno de los modos de fallo que existen en el proceso. Una vez determinado, se inicia la evaluación sobre la base de evaluación de definición de riesgo.

FASE 10: Determinar los índices de evaluación para cada Modo de Fallo. Existen tres índices de evaluación, los mismos que son estimados por el grupo elaborador del AMFE con números enteros positivos no mayores a 10.

- **Índice de Severidad (S):** Evalúa la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo para el cliente. La evaluación se la realiza en una escala del 1 al 10.

- **Índice de Ocurrencia (O):** Se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y de lugar al modo de fallo. El índice de ocurrencia representa un valor subjetivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se disponga de datos históricos de fiabilidad.

- **Índice de No Detección (D):** Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Se define la “no detección”, para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de los índices a medida que aumenta el riesgo. Por lo anterior dicho, se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa.

FASE 11: Cálculo del índice de prioridad de riesgo. Para cada causa potencial, de cada uno de los fallos potenciales, se calculara el índice de Prioridad de Riesgo (NPR) multiplicando los índices de gravedad, ocurrencia y de no detección correspondientes. El NPR es usado para con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. Aquellos modos de fallo que tengan un mayor número de prioridad de riesgo deben ser los que reciban la mayor prioridad para desarrollar acciones correctivas.

FASE 12: Elaborar y difundir documentos actualizados. El resultado final del AMFE es una lista de modos de fallo potenciales, sus efectos posibles y las causas que podrían contribuir a su aparición clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

Cuando se obtengan Índices de Prioridad de Riesgo (NPR) superiores a 100, deberán establecerse acciones de mejora a fin de reducirlos.

El AMFE posee distintos beneficios y aplicaciones, entre ellos están:

- Desarrollo de un sistema que minimice la posibilidad de fallos.
- Evaluación de los requisitos del consumidor para asegurar que no causen fallos potenciales.
- Identificación de elementos de diseño que causan fallos y minimización o eliminación de esos efectos.
- Asegurar que cualquier fallo que pueda ocurrir no cause daño al consumidor o tenga un impacto grave en el sistema.
- Seguimiento y gestión de riesgos potenciales en el diseño, evitando cometer los mismos errores en proyectos futuros.

1.3 Justificación del estudio

El lanzamiento constante de nuevos productos y la amplia oferta para distintos segmentos (concreto, metal, madera), ha generado una mayor demanda de herramientas eléctricas que requieren servicio post venta dentro y fuera de garantía.

Esta mayor demanda de atención a herramientas hace necesario contar con un servicio rápido y eficiente de atención del centro de

servicio. Hasta el cierre del año 2011 hubo gran demora en el tiempo de respuesta de las herramientas que eran ingresadas en el centro de servicio debido diversas situaciones como falta de previsión de repuestos, procedimientos no adecuados, problemas de comunicación, falta de controles. Debido a estas situaciones, se vuelve necesario diseñar un sistema de gestión de calidad que busque minimizar las fallas que afectan las operaciones del centro de servicio a través de una técnica sistemática y exhaustiva de análisis de los modos de fallos potenciales, sus causas y efectos, de esta manera se busca mejorar la calidad del servicio de atención de reparación del centro de servicio disminuyendo los tiempos de entregas en las reparaciones manteniendo el nivel de calidad en la reparación y mejorando la satisfacción de los clientes.

CAPÍTULO 2

2. DIAGNÓSTICO DE LAS OPERACIONES DEL CENTRO DE SERVICIO

Para llevar a cabo un programa de mejoras, es necesario hacer una descripción generalizada de la situación actual del centro de servicio. Es necesario conocer los detalles en cuanto a los procesos operativos y administrativos, estructura organizacional, espacios físicos, instalaciones, métodos de trabajo para establecer el área específica donde se concentra el estudio.

2.1 Descripción de los procedimientos de reparación en el centro de servicio.

Como ya se indicó anteriormente, el centro de servicio ofrece servicio de mantenimiento de reparación dentro y fuera de garantía para los productos comercializados por la empresa.

Dentro de los procesos de reparación de una herramienta eléctrica, hay distintas etapas desde que la misma ingresa al centro, pasando por un diagnóstico-evaluación, elaboración de presupuesto, requisición de repuestos, reparación, prueba de funcionamiento y finalmente la entrega garantizando un servicio ágil y efectivo de mantenimiento.

Para comprender de mejor manera los procedimientos internos del centro de servicio, se clasifica en cuatro procesos que son los de mayor relevancia dentro de la logística de reparación de una herramienta eléctrica y que sirven de base para el análisis:

- Proceso de recepción.
- Proceso de diagnóstico.
- Proceso de reparación.
- Proceso de facturación/entrega.

2.1.1 Proceso de recepción.

El proceso de recepción se inicia con el registro de los datos del cliente y la máquina de forma manual en una orden de trabajo (OT) por parte de la asistente de servicio. Si la máquina se encuentra dentro del periodo de

garantía que es de un año a partir de la fecha de compra, se le pide al cliente una copia de la factura de compra del producto.

2.1.2 Proceso de diagnóstico.

Una vez que máquina se encuentra ingresada en el centro de servicio, esta se almacena en una bodega junto con otras máquinas a la espera de ser revisadas por los técnicos.

Cuando se asigna la máquina al técnico, este revisa la orden de trabajo para conocer el daño que presenta y procede a revisar haciendo una evaluación visual, mecánica y eléctrica a cada componente buscando detectar el daño ocurrido para luego hacer la requisición de los repuestos a remplazar en la orden de trabajo

2.1.3 Proceso de reparación.

Cuando el cliente aprueba el presupuesto de reparación en caso que la máquina se encuentre fuera del periodo de garantía, la asistente de Servicio comunica a los técnicos para solicitar los repuestos a la bodega por medio de una guía de remisión (RMA) generada por el sistema informático de la empresa. Al ser entregados los repuestos por parte de la bodega, se procede a realizar la reparación de la máquina y luego se comprueba su funcionamiento mediante una prueba práctica.

2.1.4 Proceso de facturación/entrega.

Finalmente la máquina se encuentra lista de ser entregada al cliente final previamente la asistente de Servicio se contacta con el cliente para que se acerque a cancelar el valor de la reparación y de esta forma se devuelve la máquina para ser usada en el sitio de trabajo.

2.2 Procedimiento de reaprovisionamiento de repuestos para la bodega del centro de servicio.

Muy cercano al centro de servicio existe una bodega de mostrador-taller (GM1) la cual almacena varios productos de las líneas comercializadas por la empresa entre ellos repuestos de herramientas eléctricas disponibles para la venta al mostrador o al centro de servicio.

Cada vez que se requiere de algún repuesto para ser usado en alguna reparación del centro de servicio, el técnico se acerca a la bodega con una guía de remisión (RMA) para retirar el repuesto y este se transfiere a nivel de sistema de la bodega GM1 a una bodega transitoria (GT1) que queda bajo custodia del centro de servicio hasta que sea rebajada por medio de la facturación de la orden de trabajo (OT).

La bodega GM1 es reaprovisionada por el Centro de Distribución Guayaquil (GP1) que se encarga de reabastecer a la bodega para buscar garantizar la disponibilidad del repuesto al momento de ser

requerido para alguna venta o servicio de reparación. En la bodega del Centro de Distribución Guayaquil GP1, se administran las importaciones de mercadería de todas las líneas de producto comercializadas por la empresa y esta a su vez se encarga de hacer la distribución a los distribuidores a nivel nacional y a las bodegas de las sucursales que son la bodega de mostrador-taller GM1 y el Centro de Distribución de Quito QP1. El Centro de Distribución Principal se encuentra ubicado en el Km 16 ½ de la vía a Daule.

Cada dos semanas la bodega GM1 es reabastecida por la bodega GP1 mediante una fórmula de reaprovisionamiento automático generado del sistema informático de la empresa la cual posee información estadística de la venta de los últimos cuatro meses de los productos facturados por el centro de servicio y por el mostrador asegurando de este modo que no se agote el stock de la bodega GM1.

2.3 Estructura organizacional.

Dentro de la división de herramientas eléctricas con que cuenta la empresa, esta posee su propia estructura organizacional representadas por el área de ventas, marketing y servicio pos ventas.

El área de ventas la conforma la fuerza de ventas encargada de aplicar las estrategias de venta trazadas por la división a fin de conseguir la meta de cifra numérica trazada al inicio del año. El área de marketing es la responsable de ejecutar la estrategia de mercadeo de los productos comercializados por la empresa por medio del análisis del producto en el mercado a través de su diseño, canales de distribución, situación frente a la competencia y formas de promoción a fin de llegar al consumidor final.

El personal encargado dentro del centro de servicio forma parte del área de post ventas de la división y este a su vez está conformado de la siguiente manera:

- Gerente de la División
- Jefe de Servicio
- Técnicos del Taller
- Asistente de Servicio

Un esquema de la estructura jerárquica de la división de herramientas eléctricas se puede apreciar en la Figura 2.1

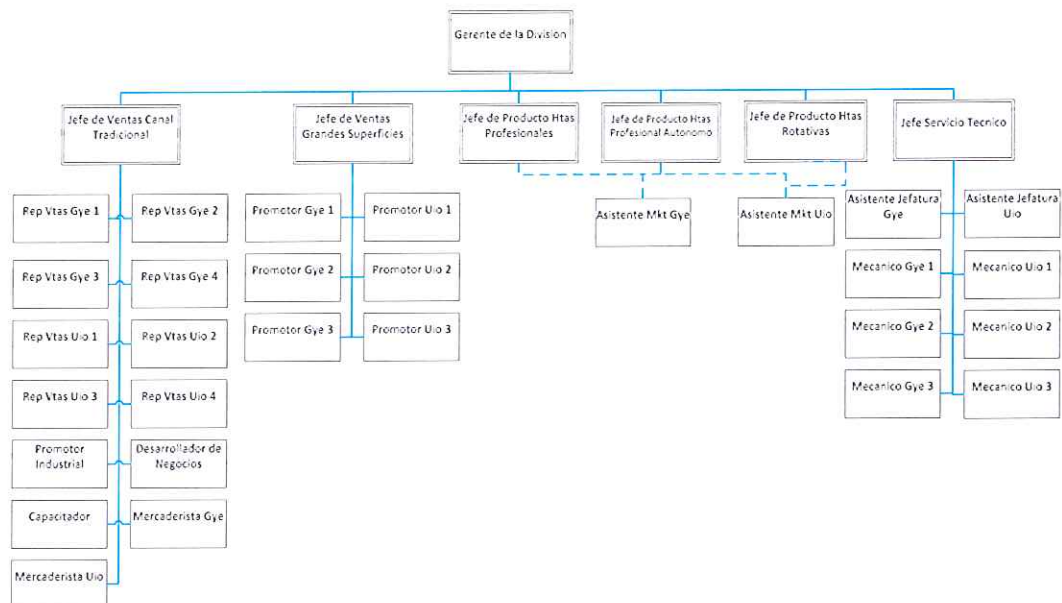


FIGURA 2.1 ESQUEMA ORGANIZACIONAL DE LA DIVISIÓN DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Gerente de la División.

Es el responsable por toda la división de herramientas eléctricas de planificar, ejecutar y controlar la estrategia de ventas buscando cumplir con la meta de crecimiento anual de ventas al mismo tiempo de cumplir con el presupuesto asignado para la división.

Jefe de Servicio

Es el encargado de ejecutar y cumplir con la estrategia de servicio técnico por medio del cumplimiento de la meta asignada de venta de

repuestos y ayudando a desarrollar el crecimiento de la red de servicios técnicos en el país.

Técnicos del Taller

Son las personas encargadas de todo el proceso que involucra la reparación de una herramienta eléctrica, desde su revisión y diagnóstico, hasta su prueba de funcionamiento. El centro de servicio cuenta con 3 técnicos fijos que se encuentran laborando dentro del centro brindando asistencia técnica a los productos.

Asistente de Servicio

Dentro de sus responsabilidades, está la de llevar a cabo el proceso administrativo de apertura y cierre de una OT de las herramientas que ingresan al centro de servicio, realizar llamadas a los clientes para notificación de presupuesto y retiro de sus herramientas, mantenerse informada sobre el status de las reparaciones y facturación de órdenes de trabajo.

2.4 Equipos e Instalaciones

El centro de servicio cuenta con una infraestructura adecuada para poder ofrecer servicio de mantenimiento a los productos comercializados por la empresa.

Así mismo cuenta con todos los equipos y herramientas que son necesarias para poder diagnosticar adecuadamente las reparaciones del centro y con esto poder garantizar reparaciones confiables cumpliendo con los equipos de diagnóstico recomendados por la fábrica, utilizando repuestos originales y aplicando los conocimientos del personal técnico.

2.4.1 Distribución física del centro de servicio

El centro de servicio cuenta con tres áreas clasificadas en área de recepción-atención al cliente, área de taller y área de bodega de herramientas eléctricas revisadas y reparadas.

El área de recepción-atención al cliente se recibe la herramienta cuando es traída por el cliente y se procede a abrir la OT anotando los datos del cliente y la herramienta. Esta misma área es usada para entrega una vez que la herramienta se encuentra reparada y es devuelta al cliente previo a la facturación de la OT.

Luego esta el área del taller que es propiamente el área principal del centro de servicio donde se efectúan las reparaciones dentro o fuera de garantía. El taller tiene un área de 25 m² y tiene dispuesto tres estaciones de trabajo con su caja de herramientas manuales y fuentes de energía de 110 V y 220 V.

Adicionalmente cuenta con una estación de prueba de las herramientas antes y después de la reparación y otra estación de herramientas auxiliares como esmeril de banco, prensa manual, torno rectificador y un área de lavado de piezas.

El área de bodega de herramientas consta de 30 m² y está dividida en tres secciones:

- Herramientas eléctricas reparadas
- Herramientas eléctricas por aprobación de presupuesto
- Herramientas eléctricas por espera de repuesto

La bodega cuenta con estanterías metálicas de 7 niveles para almacenar las herramientas y estas a su vez son colocadas en gavetas plásticas donde se colocan etiquetas adhesivas haciendo referencia al número de la OT para identificación de la herramienta al momento de ser retirada por el cliente.

2.4.2 Equipos Utilizados

Dentro de los equipos utilizados se nombrarán los equipos de diagnóstico, software, herramientas manuales e insumos utilizados en el proceso de reparación de herramientas por ser el proceso central.

- Software.- El centro de servicio cuenta con un software llamado SIS (Service Information System) que permite consultar los números de parte de los repuestos que son necesarios para una reparación para que luego la asistente de jefatura se encargue de elaborar el presupuesto de reparación. Este sistema también sirve para guiar al técnico sobre el proceso de ensamblaje de una herramienta ya que el software muestra el diagrama de despiece de todas las herramientas comercializadas por la empresa.

Adicionalmente se cuenta con otro sistema utilizado para llevar control de las órdenes de trabajo en sus etapas de apertura, revisión, presupuesto y facturación.

- Equipos y Herramientas Manuales.- se menciona en la Tabla 1.

TABLA 1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS EN EL CENTRO DE SERVICIO

Equipos y Herramientas Usados en el Centro de Servicio	
Prensa Manual	Tornillo de Banco
Compresor de Aire	Multímetro Digital
Calibrador Vernier	Juego de Desarmadores
Juego de Pinzas	Juego de Llaves Combinadas
Alicate de punta recta y curva	Atornillador a Batería
Tomas de Corriente Alterna 110 y 220 V	Panel de Control
Esmeril de Banco	Estación de Lavado de Piezas
Comprobador de Cortocircuitos	Computadora con CD ROM
Juego de Extractores para Rodamientos	Pistola de Aire Caliente

- Insumos.- Aquí se encuentra los siguientes:
- Grasa y aceite para lubricación de rodamientos y engranajes.
 - Solvente para limpieza de componentes.

2.5 Identificación de los problemas en el centro de servicio

Dentro del centro de servicio existe impuntualidad en la entrega de las unidades de máquinas que ingresan para mantenimiento dentro o fuera de garantía, tal como se aprecia en las Figuras 2.1 y 2.2.

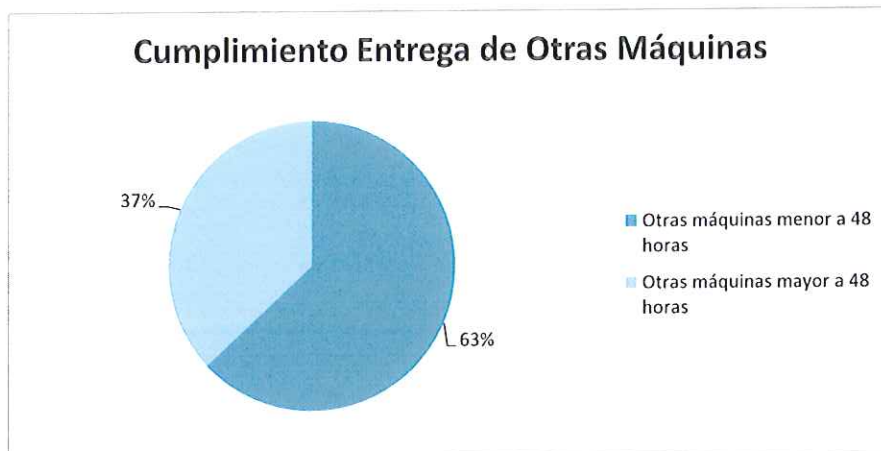


FIGURA 2.2 PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO EN LA ENTREGA DE OTRAS MÁQUINAS



FIGURA 2.3 PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO EN LA ENTREGA DE MARTILLOS

Esta impuntualidad ocurre debido a que las fechas promesa de entrega que se dan al cliente no tienen una base en la cual fundamentarse. Es decir, las fechas son informadas en base a un estimado poco real del tiempo en que serán diagnosticadas y

reparadas las máquinas que se encuentran ingresadas sin saber la disponibilidad de repuestos, requerimientos de tiempo de diagnóstico y reparación de cada máquina, máquinas en proceso de ser reparadas y otros factores. No existe una planeación del trabajo en el centro de servicio y por lo tanto, para saber el estado del mismo tiene que hacerse un inventario de órdenes de servicio e ir especificando el estado de cada unidad, lo cual demanda tiempo que no se invierte.

Tal como se aprecia en las figuras anteriores, se muestra el porcentaje de cumplimiento de entrega de máquinas reparadas julio y diciembre del 2011 destacando el cumplimiento de entrega de martillos perforadores y demolidores respecto a los demás tipos de herramientas eléctricas como amoladoras, taladros, sierras, lijadoras, etc. Esta separación de martillos respecto al resto de herramientas eléctricas forma parte de las políticas de servicio de la marca para dar especial soporte post venta a este tipo de herramienta ya que no solo por ser máquinas de mayor valor económico, sino que son consideradas máquinas que contribuyen a la productividad en los distintos tipos de trabajo donde son utilizados y a partir de allí cobra especial importancia su tiempo de atención.

Con base a observaciones diarias del proceso, el contacto con el cliente interno y externo, se han podido identificar los siguientes problemas:

- **63% de otras máquinas son atendidas en menos de 48 horas:** Los indicadores que se consideran para la determinación de la eficiencia del centro de servicio son los siguientes:
 - a. Tiempo promedio de atención
 - b. Tiempo promedio de asignación
 - c. Tiempo promedio de reparación

El tiempo promedio de atención se refiere al tiempo que transcurre desde que la maquina es ingresada al centro de servicio hasta que la misma queda disponible para ser retirada por el cliente. Incluye el diagnostico, reparación, traslado, espera de repuestos, pruebas e inspecciones.

En el tiempo de atención se pueden identificar dos tiempos. El tiempo de asignación y el tiempo de reparación. El tiempo de asignación se refiere al tiempo de espera desde que la maquina ingresa al centro de

servicio hasta que se le asigna un técnico para diagnosticar el daño y luego ser reparada.

El tiempo de reparación brinda información sobre la duración de la reparación desde que es diagnosticada hasta que la máquina se encuentra reparada. En el caso de reparaciones fuera de garantía, el tiempo transcurre desde que el cliente aprueba el presupuesto de reparación. Aquí se incluye también el tiempo de espera de llegada de repuestos, tiempos de espera de máquinas en proceso de reparación y tiempo de prueba de funcionamiento.

En la Tabla 2 se presenta el tiempo promedio de atención para otras máquinas entiéndase taladros, amoladoras, lijadoras, fresadoras, cepillos, sierras, etc. que fueron atendidas en más de 48 horas desde julio hasta diciembre del año 2011:

**TABLA 2 TIEMPO PROMEDIO DE ATENCIÓN A OTRAS
MÁQUINAS**

Tipo de Operación	Tiempo promedio de atención a otras máquinas (días)
Asignación	5
Reparación	9
Total	14

Para estas máquinas, se considera aceptable un tiempo de atención de no más de 5 días. Del cuadro anterior se aprecia que hay un tiempo de atención excesivo de casi 3 veces más del tiempo normal permitido lo que ha generado que disminuyan los ingresos de máquinas a casi el 30% de sus niveles del año 2010.

- **54% de los martillos son atendidos en menos de 24 horas:** En la tabla 3 se muestra el tiempo promedio de atención de martillos que fueron atendidos en más de 24 horas desde julio hasta diciembre del 2011:

TABLA 3 TIEMPO PROMEDIO DE ATENCIÓN A MARTILLOS

Tipo de Operación	Tiempo promedio de atención a martillos (días)
Asignación	4
Reparación	7
Total	11

De acuerdo a las políticas de servicio establecidas por la fábrica, se considera aceptable un tiempo de atención de martillos de no más de 3 días. Del cuadro anterior se aprecia que hay un tiempo de atención excesivo de casi 4 veces más del tiempo normal respecto a martillos

lo cual ha ocasionado una disminución de ingreso de máquinas al centro de servicio cayendo a casi el 20% de sus niveles en el año 2010.

- **Cortesías de reparación por incumplimiento en el servicio:** Debido a no cumplir con los plazos de entrega de reparación previstos, la empresa asume los costos por reparación de máquinas para compensar la insatisfacción del cliente.

TABLA 4 IMPACTO ECONÓMICO DE PROBLEMAS EN EL CENTRO DE SERVICIO

Problema	Descripción del Problema	Impacto Económico Anual	Observaciones
1	Demoras en entregas de otras máquinas	\$ 25,200.00	Se calcula en base a la reducción del 20% de los ingresos del resto de máquinas entre el año 2010 y 2011 y el valor promedio de reparación (50 USD)
2	Demoras en entregas de martillos	\$ 14,580.00	Se calcula en base a la reducción del 15% de los ingresos del resto de máquinas entre el año 2010 y 2011 y el valor promedio de reparación (90 USD)

3	Cortesías por incumplimiento en el plazo de entrega	\$ 6,000.00	Se calcula en base a las cortesías de reparación asumidas por la empresa, no se toma en cuenta los clientes perdidos por mala publicidad
---	---	-------------	--

Se realiza un diagrama de Pareto de los problemas identificados tal como se muestra a continuación en la Figura 2.4:

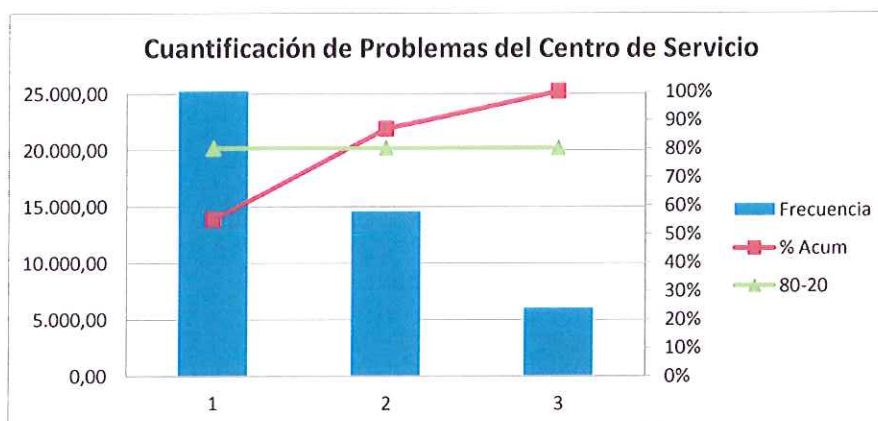


FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE PARETO DE PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL CENTRO DE SERVICIO

De acuerdo a los resultados del diagrama de Pareto se procede a determinar la raíz de los problemas 1 y 2 mediante un Diagrama de Causa-Efecto y utilizando la opinión de los “dueños del proceso” (personal encargado de ejecutar el proceso principal del centro de

servicio en estudio) se determina cuáles son las posibles causas más importantes que influyen en la demora de atención de martillos y del resto de máquinas dentro del centro de servicio. Debido a que las causas identificadas son las mismas para la demora de entrega de martillos como para la entrega del resto de máquinas se realiza un solo Diagrama Causa-Efecto que se muestra en el Anexo Figura 2.5

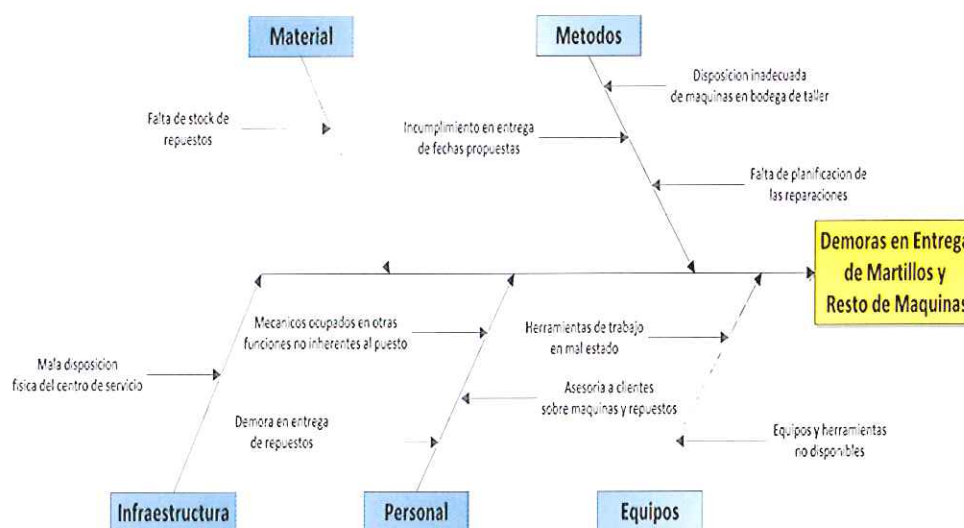


FIGURA 2.5 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO: DEMORAS EN LA ENTREGA DE MARTILLOS Y OTRAS MÁQUINAS

Para la determinación de estas causas se busca su origen a través del Análisis de los 5 ¿Por qué? reiteradamente para llegar, en forma de cascada a la causa principal del fallo. Con este planteamiento puede surgir más de una causa potencial lo cual debe ser tomado en cuenta para la posterior esquematización del AMFE. En el apéndice A se muestra la indagación de la causa raíz para cada modo de fallo identificado.

Para determinar la frecuencia de estas fallas anteriormente analizadas mediante la técnica de los 5 por qué?, se toma como muestra del registro histórico de datos aquellos martillos que han sido reparados en un tiempo mayor a 3 días y mayor a 5 días para otras máquinas (taladros, amoladoras, sierras, etc.). Luego de analizar las reparaciones realizadas en el periodo de Julio hasta Diciembre del 2011 se observan 181 martillos reparados en más de 3 días y otras 199 máquinas entre taladros, amoladoras, tronzadoras, etc. que fueron reparadas en más de 5 días. Sumando las observaciones de ambos tipos de máquinas se calculan un total de 380 observaciones que se analizan sus fallas.

Primero se define el tamaño de la muestra que se toma, mediante la fórmula:

$$n = \frac{N z^2 p q}{(N - 1)E^2 + z^2 p q}$$

Donde:

n = tamaño de muestra requerido

z = nivel de confianza de 95% cuyo valor da 1.96

N = tamaño de la población (380 reparaciones)

p = estimado de la proporción de reparaciones con fallas de tiempos de reparación (0.5)

q = 1 – p = 0.5

E = nivel de error aceptable (5%)

Luego del cálculo de la formula descrita se determina en 191 la cantidad de reparaciones a ser analizadas, las mismas que se dividieron en los seis meses del periodo observado.

Una vez que se agrupan y contabilizan las fallas, se mide la frecuencia de ocurrencia de las mismas, con la finalidad de indagar cuáles son aquellas que presentan mayor criticidad y serán las que sirvan de base para el posterior análisis AMFE.

**TABLA 5 FALLAS Y FRECUENCIAS EN LA DEMORA EN LA ENTREGA
DE MARTILLOS Y OTRAS MÁQUINAS**

N°	Descripción de Falla	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	Falta planificación de reparaciones	145	145	21%	21%
2	Falta stock de repuestos en GM1	130	275	19%	39%
3	Incumplimiento entrega fechas propuestas	124	399	18%	57%
4	Técnicos ocupados en otras funciones	118	517	17%	74%
5	Herramientas de trabajo en mal estado	69	586	10%	84%
6	Demora en la entrega de repuestos	59	645	8%	93%
7	Disposición inadecuada de máquinas en bodega	21	666	3%	96%
8	Herramientas de trabajo no disponibles	13	679	2%	97%
9	Mala disposición física del centro de servicio	10	689	1%	99%
10	Asesoramiento comercial y técnico de los técnicos	8	697	1%	100%
	TOTAL	697		100%	

Luego se elabora un diagrama de Pareto para identificar y priorizar las principales fallas relacionadas a las demoras de atención de máquinas. A continuación se muestran los resultados obtenidos en la Figura 2.6.

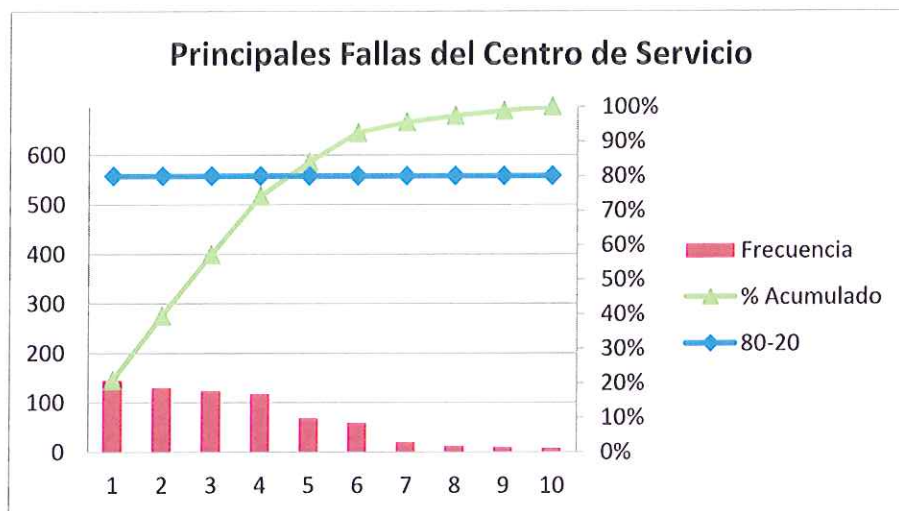


FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE PARETO DE PRINCIPALES FALLAS EN EL CENTRO DE SERVICIO

Basado en los resultados obtenidos, se incluyen como fallos a analizar a todas aquellas fallas que representen el 80% del total de las observaciones las mismas que son la falta de planificación de reparaciones, la falta de stock de repuestos en GM1, incumplimiento en la entrega de fechas propuestas y la ocupación de los técnicos en otras funciones no inherentes a su puesto.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA MEJORA DE CALIDAD DEL CENTRO DE SERVICIO

En el presente capítulo se describen los requerimientos para el desarrollo del plan de calidad en los procedimientos del centro de servicio mediante la utilización de la técnica del AMFE.

3.1 Identificación y necesidades del cliente

Teniendo en cuenta la naturaleza de la operación dentro del servicio post venta, resulto apropiado realizar una diferenciación entre los clientes internos y los clientes externos.

Se ha definido como cliente interno a todas las personas, pertenecientes a la empresa, que se encuentran relacionadas entre sí dentro de un mismo proceso o departamento; para el caso particular del proceso de reparación dentro del centro de servicio se encuentra:

1. Asistente de Servicio
2. Técnicos
3. Asistente de Bodega

Por otro lado, dentro de los clientes externos se encuentran las personas que interactúan con los productos o servicio finales prestados por el centro de servicio que en este caso son todos aquellos usuarios profesionales industriales que utilizan las herramientas eléctricas en diversas aplicaciones.

En cuanto a las necesidades de los clientes, se realizó encuestas a usuarios de herramientas eléctricas para conocer cuáles eran sus expectativas acerca del servicio post venta y las principales fueron una reparación rápida sin dejar de lado la calidad de reparación y una alta disponibilidad de repuestos. Otros resultados fueron un precio de reparación acorde al precio de la maquina nueva y una atención al

cliente que los mantenga informado sobre el status de la reparación de sus herramientas.

En el caso de los clientes internos, estos esperaban una adecuadas condiciones de trabajo, equipos y herramientas en buen estado, sistemas de información fáciles de manejar y permitan obtener información del status de las reparaciones, un buen nivel de stock de inventario de repuestos, entrega rápida de repuestos al centro de servicio por parte de la bodega.

3.2 Implementación del AMFE

El estudio se basa en el esquema del AMFE de procesos el cual, como se ha mencionado anteriormente, tiene como finalidad principal identificar los fallos relacionados con errores del proceso generados por sus diferentes elementos de diseño (equipos, métodos de trabajo, planificación, etc.). Se busca como resultado final identificar los fallos críticos del proceso que requieran una acción correctora y obtener indicios de sus causas.

El análisis del AMFE se enfoca en revisar todos los pasos dentro del proceso de reparación de herramientas eléctricas en cada una de

sus etapas anteriormente enunciadas ya que todas forman parte de la cadena de valor del servicio post venta.

3.2.1 Creación y formación de equipo de trabajo

Para la conformación del equipo AMFE se seleccionan personas que están directamente vinculadas en el proceso de reparación y que tengan conocimiento de detalles del mismo. También es importante que dentro del equipo tenga una formación específica para el análisis y solución de problemas.

Para el buen estudio del AMFE, se considera que el equipo de trabajo tenga las siguientes características:

- ✓ Complementariedad: cada miembro domina un tema determinado del estudio y todos los conocimientos son necesarios para sacar el trabajo adelante.
- ✓ Coordinación: el equipo de trabajo, con un líder, debe actuar de forma organizada.
- ✓ Comunicación: el equipo de trabajo exige una comunicación abierta entre todos sus miembros, esencial para poder coordinar las distintas actividades individuales.

- ✓ Confianza: cada persona debe confiar en el buen hacer del resto de sus compañeros.
- ✓ Compromiso: cada miembro se compromete a aportar lo mejor de sí mismo y a poner todo su empeño.

Para la realización del estudio en la empresa se designa, junto con la gerencia de la división, el equipo AMFE el cual está compuesto por los siguientes integrantes:

- ✓ Coordinador AMFE
- ✓ Jefe de bodega GM1
- ✓ Jefe del Centro de Distribución
- ✓ Asistente de Servicio
- ✓ Técnico (1 representante)

Como parte del equipo de trabajo se nombra un Coordinador de AMFE, el cual está encargado de guiar al grupo en el avance del estudio. Esta persona debe tener amplio dominio de la herramienta y capacidad de instruir y transmitir su uso al resto del equipo; responsabilidad que cae en manos del Jefe de Servicio.

3.2.2 Identificación de problemas en el proceso

Previo al diagnóstico de los problemas dentro del proceso de reparación en el centro de servicio, es necesario identificar todos los procesos y secuencias de los mismos, con esta finalidad se utiliza el mapa de procesos, debido a que esta herramienta permite visualizar de manera sistemática los procesos evaluados.

A los procesos estratégicos se los define como aquellos procesos basados en decisiones de alta importancia, vinculados a las responsabilidades de la dirección, por ello tienen que ver con la planificación, decisiones estratégicas y de control.

Los procesos operativos son aquellos procesos directamente ligados con la prestación de servicios y producción. Aquí los procesos son mayormente realizados por los técnicos.

Los procesos de apoyo como su nombre lo da a entender, son aquellos procesos que dan soporte principalmente a los procesos operativos, pero en ciertas ocasiones dan apoyo a los procesos estratégicos. Están relacionados con el ámbito de recursos y medición.

En la Figura 3.1 se presenta el mapa de procesos del centro de servicio.

3.2.2.1 Diagrama de flujo del proceso.

Recepción

El proceso inicia con la recepción de la máquina por parte de la asistente de Servicio quien anota los datos de la máquina del cliente en una orden de trabajo. Aquí se detalla información acerca del modelo, código, serie de la máquina, descripción del daño, condición de garantía, nombre del cliente, dirección y teléfono.

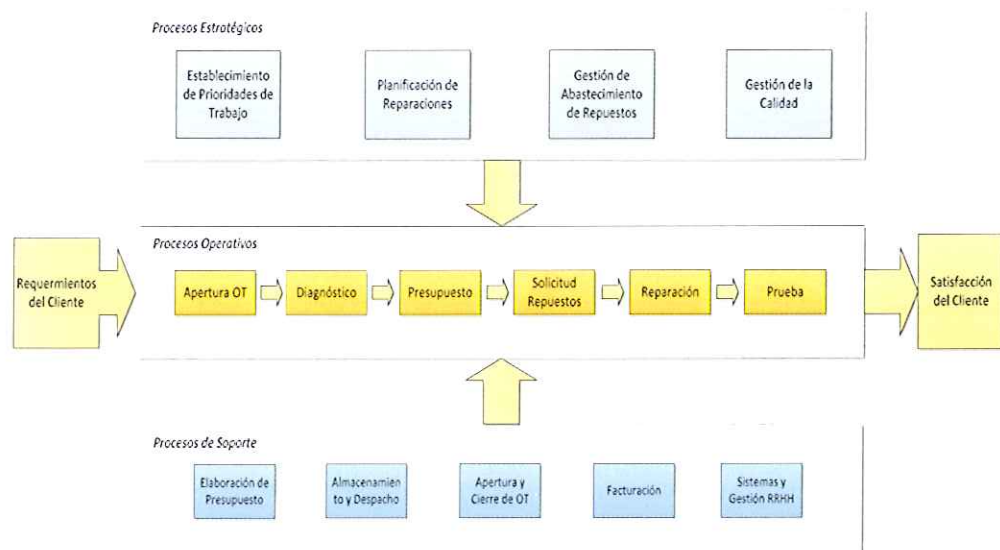


FIGURA 3.1 MAPA DE PROCESOS DEL CENTRO DE SERVICIO

Luego se ingresa la información de la máquina y del cliente en dos sistemas de información utilizados en un caso para reparaciones dentro de garantía y el otro para fuera de garantía.

Diagnóstico

La máquina una vez recibida por parte de la asistente de Servicio, es transportada a una bodega y almacenada junto a otras máquinas a la espera del turno para ser diagnosticada por parte de los técnicos. El método actual de asignación de una máquina para ser diagnosticada es el de seguir la secuencia de numeración de la orden de trabajo detallada en la misma sin considerar el tipo de máquina, condición de garantía o nombre del cliente.

Una vez que le toca el turno a una máquina, esta es transportada mediante gavetas plásticas al área del taller y el técnico revisa la orden de trabajo para conocer el daño o motivo por el cual ingresó la máquina al centro de servicio. Aquí el técnico realiza una inspección visual, eléctrica y mecánica de sus componentes desarmando la máquina y luego esta son llevadas sus partes a una máquina de lavar piezas donde se lavan sus piezas con solvente químico para extraerles la grasa y el polvo. Cuando se secan las partes ahora si se puede reconocer visualmente los desgastes de los componentes y el

técnico se acerca a la computadora para consultar en el SIS los códigos de los repuestos que deberán ser remplazados. Estos códigos se anotan en la orden de trabajo y es entregada a la asistente de servicio quien se encarga de elaborar el presupuesto de reparación en caso que la reparación sea fuera de garantía y a su vez se comunica con el cliente para informarle el costo de la reparación.

Reparación

Cuando la asistente de servicio recibe la orden de trabajo entregada por los técnicos, consulta la disponibilidad de repuestos en la bodega de GM1 y en caso de que no haya stock se hace un listado de todos los repuestos no disponibles de las órdenes de trabajo revisadas durante el día por los técnicos y son solicitados mediante correo electrónico al Centro de Distribución Guayaquil (GP1) o al Centro de Distribución de Quito (QP1) dependiendo donde esté disponible el repuesto. Cabe mencionar que para este estudio se considera que todos los repuestos que se requieran para el centro de servicio están disponibles en cualquiera de las bodegas anteriormente descritas que son GM1, GP1 o QP1.

Al momento de encontrarse los repuestos disponibles para reparar la máquina, los técnicos se acercan donde la asistente de Servicio a

solicitar la guía de remisión RMA donde se transfiere a nivel de bodegas (GM1 a GT1) el o los repuestos que van a ser utilizados y luego el técnico se dirige a la bodega a espera de que le sean entregados los mismos. Una vez entregados los repuestos el técnico regresa al área del taller para proceder a remplazar las partes y luego procede a armar la máquina para luego hacer una prueba práctica de utilización para verificar el correcto funcionamiento de la misma.

Facturación/Entrega

Realizada la prueba de calidad de funcionamiento de la máquina y en caso de ser satisfactorio su resultado, el técnico procede a anotar en la orden de trabajo información complementaria como es la fecha de terminación del trabajo y en caso de estar dentro de garantía, se anotan códigos de reparación, identificación y falla que serán usados para ingresar en el sistema informático destinado para este tipo de reparación.

Luego la máquina es transportada a la bodega y almacenada en una gaveta plástica a la espera de ser retirada por el cliente. La orden de trabajo es entregada a la asistente de servicio quien se encarga de ingresar la información anotada por los técnicos a los respectivos sistemas informáticos utilizados para dentro o fuera de garantía para

luego proceder al cierre de la orden de trabajo. A continuación se encarga de comunicarse con el cliente para que se acerque a retirar la máquina.

Cuando el cliente se acerca al centro de servicio a retirar la máquina, le entrega a la asistente de servicio la copia de la orden de trabajo y se dirige a la bodega para sacarla y llama al técnico para que salga a probar el funcionamiento correcto de la máquina en presencia del cliente. En caso de ser una reparación fuera de garantía, el cliente se acerca a la caja para cancelar el valor de la reparación y una vez cancelado la asistente de servicio hace entrega de la máquina al cliente.

A continuación se muestra un resumen del proceso de reparación de una máquina y en el apéndice B se muestra detallado el diagrama de flujo del proceso:

1. Recepción y servicio: En esta etapa se procede a recibir las máquinas por parte de la asistente de servicio.
2. Entrevista consultiva: Se realiza una entrevista al cliente para determinar el motivo del ingreso de la máquina al centro de servicio.

3. Ingreso a la bodega del taller: La máquina es ingresada a la bodega donde se almacenan en espera a ser diagnosticadas por parte de los técnicos.
4. Aclaraciones y definiciones de servicios: Se confirman las fallas reportadas u otras que el cliente no haya percibido en la máquina.
5. Diagnóstico: Una vez asignada la máquina al técnico, este procede a la inspección y determinar la severidad de las fallas reportadas.
6. Solicitud de repuestos: Al verificar la falla, el técnico procede a llenar la orden de trabajo OT para la solicitud de los repuestos en caso de que lo amerite.
7. Realización del servicio: Se procede a realizar la reparación, mantenimiento predictivo/correctivo.
8. Prueba Final: Se realiza el chequeo de calidad de la reparación mediante comparación con especificaciones técnicas determinadas por la fábrica y haciendo prueba de funcionamiento de la máquina para verificar que cumpla con el trabajo para el cual fue diseñada.

La herramienta de análisis que permite determinar las fases del proceso donde existe cuellos de botella de manera general es a través del Diagrama de Análisis de Proceso (DAP), en el cual se representa gráficamente las secuencia de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que ocurren dentro del

proceso de evaluación y reparación, lo cual servirá para identificar las fallas relacionadas al proceso.

En el diagrama de la Figura 3.2 se puede identificar el contenido de cada operación realizada en el proceso de reparación de un inducido y estator de una sierra circular que se toma de ejemplo. Los tiempos obtenidos son referenciales y sirven solamente para poder visualizar el problema en general.

Como se puede observar los puntos que causan el cuello de botella en el proceso son los puntos 4 y 19, los cuales corresponden a la espera de máquina a ser asignada a algún técnico y la espera de la llegada de repuestos por falta de disponibilidad de stock en la bodega GM1 lo que ocasiona que el tiempo total utilizado para la reparación de una sierra circular sea de 266 horas.

A continuación se muestra en la figura el diagrama analítico del proceso con sus respectivos tiempos.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE REPARACIÓN DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS								
Diagrama N°1 Hoja N°1		RESUMEN						
OBJETO: Máquina a ser reparada		ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMÍA	
			Cant	Tiempo	Cant	Tiempo	Cant	Tiempo
Proceso		OPERACIÓN	○					
Reparación de Sierra Circular		TRANSPORTE	⇒					
Actividad		DEMORA	D					
Cambio de Inducido y Estator		INSPECCIÓN	□					
Método:	Actual	ALMACENAMIENTO	▽					
	Propuesto			x				
Área/Sección: Servicio Técnico		Tiempo	metros					
			minutos					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (horas)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
1 Recibe máquina		0,033	X					
2 Apertura orden de trabajo		0,083	X					
3 Transporta máquina a bodega	10,96	0,033		X				
4 Máquina en espera de ser diagnosticada		120			X			
5 Máquina es transportada al taller	10,29	0,017		X				
6 Revisa información en orden de trabajo		0,0083				X		
7 Desarma máquina		0,167	X					
8 Máquina llevada al área de lavado		0,1	X					
9 Inspecciona daño de componentes		0,05				X		
10 Consulta códigos de repuestos en SIS		0,083	X					
11 Anota códigos a ser cambiados en OT		0,017	X					
12 Elabora presupuesto de reparación		0,083	X					
13 Verifica disponibilidad de repuestos		0,033	X					
15 Solicita autorización para reparación		0,05	X					
16 Solicita repuestos a GP1		0,017	X					
17 Máquina en espera de aprobación presupuesto		96			X			
18 Máquina es transportada a bodega	10,29	0,017		X				
19 Máquina en espera de llegada de repuestos		48			X			
20 Solicitud e impresión de RMA		0,033	X					
21 Traslado a bodega a retirar repuestos	17,09	0,05		X				
22 Traslado al taller con repuestos	17,09	0,005		X				
23 Busca máquina en bodega		0,05	X		X			
24 Transporta máquina a taller	10,29	0,017		X				
25 Repara herramienta		0,203	X					
26 Realiza prueba de funcionamiento		0,05				X		
27 Anota información en OT		0,033	X					
28 Traslada máquina a bodega	10,29	0,017		X				
30 Ingresa información al sistema		0,083	X					
31 Llama a cliente a informar reparación terminada		0,05	X					
32 Facturación orden de trabajo		0,083	X					
33 Entrega máquina reparada		0,067	X					
TOTAL ACTIVIDADES			18	7	4	3		
TOTAL TIEMPO (horas)			266	1,2	0,2	264,1	0,1	0,0

FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE CAMBIO DE ESTATOR E INDUCIDO DE UNA SIERRA CIRCULAR

Otro de los problemas detectados a lo largo del proceso de reparación son las constantes interrupciones de los técnicos por llamadas telefónicas de clientes preguntando por el estado de sus máquinas.

Estas interrupciones no se han considerado dentro del diagrama sin embargo aportan demoras significativas si se suman la frecuencia con que se reciben las llamadas.

3.3 Recopilación de datos de fallos y clasificación

Los resultados obtenidos a partir del diagrama de flujo de proceso y del diagrama de análisis de proceso, son la base para determinar los modos de fallos, sus causas, efectos y controles existentes, dando de esta forma continuidad al procedimiento. Para el levantamiento de la información se analiza las estadísticas internas de productividad del centro de servicio. Los datos analizados corresponden a las órdenes de trabajo (OT) registradas durante el periodo de Julio y Diciembre del 2011.

3.3.1 Determinación de modos potenciales de fallo y sus efectos

De acuerdo a los procesos descritos y lo evaluado hasta el momento se elabora una "Lluvia de Ideas" sobre la clasificación de fallos de los cuatro principales problemas existentes en el centro de servicio que se identificaron anteriormente que son la falta de planificación de las reparaciones, la falta de stock de repuestos en bodega GM1, el incumplimiento en la entrega de fechas acordadas y los técnicos ocupados en otras funciones no inherentes a su puesto.

La información de los modos potenciales de fallos para cada uno de los problemas identificados se la obtiene en reunión entre las personas involucradas en el proceso y los responsables del AMFE así como también de registros de los reportes de productividad del centro de servicio.

Fallos relacionados con la falta de planificación de las reparaciones.

Los fallos definidos dentro de este criterio corresponden a aquellos relacionados con la falta de programación y asignación de las órdenes de trabajo que impiden un menor tiempo de espera para que la máquina sea diagnosticada desde que ingresa al centro de servicio.

A continuación se detallan la clasificación de estos fallos y sus efectos:

**TABLA 6 MODOS POTENCIALES DE FALLO RELACIONADOS CON
FALTA DE PLANIFICACIÓN DE LAS REPARACIONES**

N°	Modo de fallo	Descripción	Efecto
F.1.1	Falta de método de asignación de reparaciones	No existe método de asignación de reparaciones considerando prioridades y tiempos de atención	Máquinas en espera de ser diagnosticadas y reparadas
F.1.2	Falta de establecimiento de prioridades de reparación	No se ha establecido prioridad de atención por tipo de reparación y máquina	Demora en diagnóstico y reparación de martillos y máquinas dentro de garantía
F.1.3	Falta de control y distribución de máquinas en proceso	Desconocimiento de los tiempos de servicio requeridos para distintos tipos de diagnósticos y reparaciones	Demora en el procesamiento de diagnóstico y reparación de máquinas

Fallos relacionados con la falta de stock de repuestos en bodega GM1.

Dentro de esta clasificación de fallos se encuentran relacionadas aquellas demoras por actividades ajenas que generan atrasos en los trabajos de reparación por la falta de stock de repuestos. Estos tipos de fallos tienen mucha importancia debido a que están relacionados

con la eficacia del proceso de reparación cumpliendo con los estándares de calidad de servicio post venta anteriormente descritos.

La información de los fallos se obtiene mediante la opinión de los “actores del proceso”, que son los técnicos encargados de ejecutar los trabajos de reparación en el centro de servicio, mediante una encuesta ponderada sobre cuáles eran las fallas más comunes relacionadas a la falta de disponibilidad de repuestos.

TABLA 7 MODOS POTENCIALES DE FALLO RELACIONADOS CON FALTA DE STOCK DE REPUESTOS EN BODEGA GM1

N°	Modo de fallo	Descripción	Efecto
F.2.1	Método de reaprovisionamiento a bodega GM1 no adecuado	La fórmula de reaprovisionamiento no considera otros factores importantes que determinan la disponibilidad en GM1	Reparaciones inconclusas por falta de stock de repuestos
F.2.2	Demora en la entrega de repuestos desde GP1	Constantes demoras en el tiempo de entrega de repuestos de GP1 a GM1	Tiempo improductivo de los técnicos
F.2.3	Falta de seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos	No existe control sobre los repuestos solicitados a GP1	Venta perdida debido a que el repuesto se vendió a otro cliente
F.2.4	Sistema informático no actualizado sobre remplazos de nuevos códigos de repuestos	Base maestra de artículos del sistema no actualizada sobre sustituciones de códigos de repuestos	Información en sistema no real al figurar stock no disponible de algún código que ha sido sustituido

Fallos relacionados con el incumplimiento en la fecha de entrega acordada.

Este criterio de fallo contribuye notablemente a la demora de la reparación. Estos tipos de fallos tienen una importancia especial porque están relacionados con la eficacia del proceso de reparación en el cumplimiento de los tiempos acordados sin sacrificar la calidad de la reparación. Su aparición repercute directamente en la imagen del cliente hacia la marca y la empresa. Los fallos por incumplimiento en la fecha de entrega acordada son los siguientes:

TABLA 8 MODOS POTENCIALES DE FALLO RELACIONADOS CON INCUMPLIMIENTO EN LA FECHA DE ENTREGA ACORDADA

Nº	Modo de fallo	Descripción	Efecto
F.3.1	Falta de control general del estado de la reparación	No hay seguimiento sobre el estado de cada reparación para buscar cumplir con la fecha de entrega ofrecida de reparación	Incumplimiento de entrega de fechas acordadas e insatisfacción del cliente
F.3.2	Técnico es reasignado constantemente a otras reparaciones	No se respeta el orden secuencial de ingreso de máquinas al centro de servicio debido a que son reasignados a otros trabajos por presión del cliente	Atraso en el cumplimiento de la fecha de terminación de reparaciones que ingresan con anterioridad al centro de servicio

Fallos relacionados con técnicos ocupados en otras funciones no inherentes a su puesto.

Esta clasificación de fallo está relacionada con aquellas actividades que no contribuyen al desarrollo productivo de las operaciones del centro de servicio y en la que los técnicos se ven afectados por medio de interrupciones en su trabajo o en funciones que no están relacionadas directamente a su función principal.

Dentro de este criterio se encuentra los siguientes fallos:


**TABLA 9 MODOS POTENCIALES DE FALLO RELACIONADOS CON
TECNICOS OCUPADOS EN OTRAS FUNCIONES**


N°	Modo de fallo	Descripción	Efecto
F.4.1	Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas	Técnicos son interrumpidos por llamadas de clientes a preguntar el estado de sus máquinas	Retraso en el proceso de diagnóstico y reparación de máquinas
F.4.2	Llamadas de servicios técnicos a consultar repuestos	Clientes y distribuidores de repuestos llaman a consultar información de códigos, precio y disponibilidad	Retraso en la continuidad del flujo de procesamiento de órdenes de trabajo
F.4.3	Consulta de despieces para búsqueda de códigos en sistema SIS	Frecuentemente los técnicos realizan consultas de códigos de repuestos en el sistema de despiece SIS	Interrupción de las actividades productivas de diagnóstico y reparación
F.4.4	Constantes traslados donde asistente de servicio	Técnicos circulan constantemente por el pasillo del mostrador-taller a solicitar guías de remisión y entregar órdenes de trabajo	Tiempo improductivo de los técnicos

3.3. Determinación de causas de fallo potencial

Para identificar y agrupar las causas raíces que influyen en cada modo de fallo enunciado, se busca llegar al origen que genera estos fallos a través del empleo nuevamente del análisis de los 5 ¿Por qué?


F.1.1 Falta de método de asignación de reparaciones. Las reparaciones que ingresan al centro de servicio son asignadas a los técnicos de acuerdo al orden secuencial como van llegando.


- ¿Por qué? 

 - No existe un método para asignación de reparaciones de las máquinas que ingresan al centro de servicio.
- ¿Por qué? 




 - No se ha establecido una planificación de trabajos de reparación en base a tipo de reparación y tiempos de servicio por máquina.
 - No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.

F.1.2 Falta de definición de prioridades de reparación. Todas las reparaciones son tratadas con la misma prioridad de atención sin considerar el tipo de cliente, reparación y máquina.




- ¿Por qué? 

 - No hay definición de prioridades de atención de reparaciones dentro del centro de servicio.
- ¿Por qué? 

 - Las máquinas son asignadas a los técnicos de acuerdo al orden en que van ingresando al centro de servicio.


- ¿Por qué?  ▪ Sólo se da importancia a tratar de procesar aquellas máquinas con fecha de ingreso más antigua sin tomar en cuenta otros factores.
- ¿Por qué?  ▪ No se ha considerado la importancia que tiene el tiempo de atención por máquina, el tipo de reparación y cliente dentro de la organización de trabajos de reparación.
- ¿Por qué?  ▪ No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.


F.1.3 Falta de control y distribución de máquinas en proceso. No existe control respecto al tiempo de diagnóstico y reparación por tipo de máquina y reparación.


- ¿Por qué?  ▪ No se tiene control acerca de los tiempos de diagnóstico y reparación de los diferentes tipos de máquina y reparación.
- ¿Por qué?  ▪ Se desconoce el tiempo de reparación para cada modelo de máquina y tipo de reparación.
- ¿Por qué?  ▪ No se ha hecho un estudio de tiempos para de esta manera poder programar, planear y evaluar las actividades de reparación buscando elevar el nivel competitivo del centro de servicio.


F.2.1 Método de reaprovisionamiento a bodega GM1 no adecuado.

El sistema de reabastecimiento de repuestos a la bodega de GM1 no es adecuado.

- ¿Por qué? 

 - El método de reaprovisionamiento a la bodega GM1 no es adecuado.
- ¿Por qué? 




 - Se evidencia falta de stock de repuestos de mediana y baja rotación y por este motivo las reparaciones quedan inconclusas en ciertas ocasiones.
- ¿Por qué? 

 - Los repuestos de alta rotación tienen mayor registro estadístico de venta durante el periodo de tiempo en que es promediada la venta en relación a los repuestos de menor rotación y por lo tanto estos últimos no serán considerados para el resultado del proceso de reabastecimiento.
- ¿Por qué? 


 - El método actual no considera el índice de rotación que tienen los repuestos utilizados en las reparaciones, por lo que todos los repuestos son tratados bajo los mismos criterios de reabastecimiento.


F.2.2 Demora en la entrega de repuestos desde GP1. En ocasiones existe demora en la entrega de los repuestos solicitados al


Centro de Distribución Principal (GP1) por parte del centro de servicio.


- ¿Por qué? 
- Existe demora en la entrega de repuestos desde GP1.
 - Los horarios de recepción y procesamiento de solicitudes de repuestos están desalineados a los horarios de los recorridos de los vehículos de transporte que salen del CD hacia la bodega GM1.
- ¿Por qué? 
- Las órdenes de transferencia de repuestos de GP1 a GM1 son generadas por la asistente de logística mucho tiempo después que la asistente de servicio los solicita.
- ¿Por qué? 
- La asistente de logística no procesa inmediatamente la orden de transferencia de repuestos de GP1 a GM1 ya que se encuentra ocupada en otras actividades.

F.2.3 Falta de seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos. No existe control sobre los repuestos solicitados al Centro de Distribución Principal y en ocasiones estos son vendidos por mostrador.

- ¿Por qué? 
- No hay seguimiento a los repuestos solicitados a GP1 para poder reparar las máquinas que están pendientes.


- ¿Por qué? 


 - Cuando los repuestos son recibidos en la bodega GM1 no se comunica a la asistente de servicio sobre su llegada.
- ¿Por qué? 

 - Asistente de servicio no hace seguimiento a órdenes de trabajo pendientes por repuestos a menos que el cliente llame a preguntar por el estado de su máquina.
- ¿Por qué? 

 - No se ha establecido mecanismo o procedimiento para control y seguimiento a órdenes de trabajo de máquinas pendientes por repuestos.

F.2.4 Sistema informático no actualizado sobre remplazos de nuevos códigos de repuestos. En algunas ocasiones cuando un repuesto es remplazado su código, el sistema no es actualizado respecto al nuevo código.

- ¿Por qué? 

 - El sistema informático no se actualiza acerca de los remplazos de los nuevos códigos de repuestos que son informados por fábrica.
- ¿Por qué? 

 - La Asistente de Logística no tiene conocimiento sobre el proceso de actualización dentro de la función de texto de aplicación del anterior código.

¿Por qué?



- Sólo se le enseñó a sustituir códigos en la base maestra de artículos y no en el texto de aplicación del artículo, sin embargo los técnicos y la asistente de servicio no tienen acceso a esta información y por lo tanto no pueden ver el nuevo código.

¿Por qué?



- Entrenamiento inadecuado de asistente de logística.

F.3.1 Falta de control general del estado de las reparaciones.

Falta de seguimiento al estado de avance en que se encuentran las órdenes de trabajo para buscar cumplir con las fechas de entrega acordadas con el cliente.

¿Por qué?



- No hay control acerca del estado en que se encuentran las reparaciones de máquinas.

- No se ha designado a persona responsable del seguimiento a las fechas de entrega de órdenes de trabajo del centro de servicio.

¿Por qué ¿Por qué?



- No se lleva una planificación organizada de las reparaciones en base a tiempos de entrega acordados.



- No se tiene conocimiento sobre el status de las máquinas que se encuentran en los diferentes procesos de diagnóstico, espera de repuesto y reparación.

F.3.2 Técnico es reasignado constantemente a otras reparaciones. Los técnicos son reasignados frecuentemente a otras reparaciones por insistencia de clientes que reclaman prontitud en la reparación de sus máquinas.

¿Por qué?



▪ Los técnicos son reasignados frecuentemente a otras reparaciones de clientes que reclaman rapidez del servicio.

¿Por qué?



▪ Estos son influenciados por la insistencia de algunos clientes que solicitan atención inmediata de sus máquinas.

¿Por qué?



▪ No se lleva una programación de trabajos en el taller la misma que debe ser ejecutada y respetada de acuerdo a lo planeado.

¿Por qué?



▪ Los técnicos reparan y diagnostican las máquinas conforme al orden en que van ingresando al centro de servicio.


¿Por qué?





▪ No se ha establecido una planificación de las reparaciones de máquinas en proceso de acuerdo al tiempo y prioridad de atención.


F.4.1 Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas.


Constantemente los técnicos son interrumpidos por llamadas telefónicas de clientes a preguntar el estado en que se encuentra su máquina ingresada en el centro de servicio.

- ¿Por qué? 

 - Constante ingreso de llamadas al taller a consultar estado en que está su máquina.
- ¿Por qué? 

 - Los clientes llaman preguntando por el estado de sus máquinas y la recepcionista transfiere llamada al área del taller.
- ¿Por qué? 


 - La asistente de servicio no tiene conocimiento acerca del estado de las máquinas ingresadas.
- ¿Por qué? 


 - No tiene retroalimentación referente al estado de las reparaciones.
- ¿Por qué? 


 - No se cuenta con un sistema de información que permita conocer acerca del status de las máquinas ingresadas en el centro de servicio sin necesidad de llamar a los técnicos a preguntar.


F.4.2 Llamadas de otros servicios técnicos a consultar información de repuestos. Los servicios técnicos y distribuidores


llaman a preguntar información de precios, disponibilidad y códigos de repuestos.


- ¿Por qué? 

 - Los técnicos son interrumpidos frecuentemente por llamadas de servicios técnicos y distribuidores a consultar información de repuestos.
- ¿Por qué? 

 - Clientes tienen preferencia en hablar con los técnicos por tener mayor conocimiento y experiencia que el área de ventas telefónicas.
- ¿Por qué? 

 - Ventas telefónicas no ha recibido capacitación relacionada a cómo vender servicio post ventas.
- ¿Por qué? 

 - No se ha llevado a cabo un programa de capacitación integral relacionado a temas de servicio técnico para reforzar el conocimiento de los vendedores telefónicos y puedan mejorar el asesoramiento al cliente.
- ¿Por qué? 

 - Se ha capacitado a los vendedores sobre información comercial de los nuevos modelos de máquinas lanzados cada año sin embargo no se ha considerado capacitarlos en servicio post ventas.
- ¿Por qué? 

 - Los directivos comerciales no han dado la importancia debida a que los vendedores telefónicos se los capacite en temas relacionados a servicio técnico.

F.4.3 Consulta de despieces para búsqueda de códigos en sistema SIS. Los técnicos realizan consultas de las vistas de diagramas de máquinas en el sistema SIS para posteriormente anotar los códigos de repuestos en la orden de trabajo y entregársela a la asistente de servicio.

- Los técnicos consultan los diagramas de máquinas en sistema SIS para anotar códigos de repuestos que se requieren reemplazar.

¿Por qué? ¿Por qué?



- Los diagramas están disponibles en el sistema SIS o a través de Internet ingresando a una página electrónica.





- No se ha pensado en alguna solución para consultar de manera más rápida los diagramas sin ingresar a la computadora.

F.4.4 Constantes traslados donde asistente de servicio. Técnicos se trasladan frecuentemente al puesto de la asistente de servicio a solicitar guías de remisión y entregar órdenes de trabajo para posteriormente la asistente prepara presupuesto de reparación.

¿Por qué?



- Los técnicos se trasladan varias veces a solicitar guías de remisión y entregar órdenes de trabajo.

- Este traslado lo realizan por cada orden de trabajo de revisión o reparación de alguna máquina.
- ¿Por qué? 
- El puesto de la asistente de servicio se encuentra separado del área del taller y les toca a los técnicos trasladarse.
- ¿Por qué? 
- La disposición física del centro de servicio fue diseñada para que los técnicos no tuvieran contacto con el cliente sino a través de la asistente de servicio.

Luego de determinar las raíces de las causas que originan los principales modos de fallos identificados, se resume la información obtenida, la cual se muestra en la siguiente Tabla 10.

**TABLA 10 CAUSAS POTENCIALES DE FALLO EN LA DEMORA
EN LA ENTREGA DE MARTILLOS Y OTRAS MÁQUINAS**

Modo de Fallo N°	Causa Potencial de Fallo
F.1.1	No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.
F.1.2	No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.
F.1.3	No se ha hecho un estudio de tiempos para poder programar, planear y evaluar las actividades de reparación.
F.2.1	El método de reaprovisionamiento actual no considera el índice de rotación que tienen los códigos de repuestos en las estadísticas de ventas.
F.2.2	La asistente de logística no procesa inmediatamente la orden de transferencia de repuestos de GP1 a GM1 ya que se encuentra ocupada en otras actividades.
F.2.3	No se ha establecido mecanismo para control y seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos.
F.2.4	Entrenamiento inadecuado de asistente de logística.
F.3.1	No se tiene conocimiento sobre el estatus de las máquinas que se encuentran en los diferentes procesos de diagnóstico, espera de repuesto y reparación.
F.3.2	No existe una planificación de las reparaciones de máquinas en proceso en el centro de servicio.
F.4.1	No se cuenta con un sistema de información que permita conocer acerca del status de las máquinas ingresadas en el centro de servicio.

F.4.2	Los directivos comerciales no han dado la importancia debida a que los vendedores telefónicos se los capacite en temas relacionados a servicio técnico.
F.4.3	No se ha pensado en alguna solución para consultar de manera más rápida los diagramas sin ingresar a la computadora.
F.4.4	La disposición física del centro de servicio fue diseñada para que los técnicos no tuvieran contacto con el cliente sino a través de la asistente de servicio.

Una vez enumerados las causas principales de los modos de fallo identificados, se procede a definir los controles actuales que se llevan en el proceso para su detección:

TABLA 11 LISTADO DE CONTROLES ACTUALES EN LA DEMORA EN LA ENTREGA DE MARTILLOS Y OTRAS MÁQUINAS

Modo Potencial de Fallo N°	Causa Potencial de Fallo N°	Controles Actuales
F.1.1	C.1.1	Ninguno
F.1.2	C.1.2	Ninguno.
F.1.3	C.1.3	Eventual revisión de órdenes de trabajo en proceso.
F.2.1	C.2.1	Solicitud de repuestos para stock cada vez que llega una importación.

F.2.2	C.2.2	Llamadas al centro de distribución a preguntar por repuestos solicitados.
F.2.3	C.2.3	Ninguno
F.2.4	C.2.4	Ninguno.
F.3.1	C.3.1	Ninguno.
F.3.2	C.3.2	Ninguno.
F.4.1	C.4.1	Hoja electrónica de control de máquinas ingresadas al centro de servicio
F.4.2	C.4.2	Ninguno
F.4.3	C.4.3	Folleto con información de precios y códigos de repuestos de mayor desgaste.
F.4.4	C.4.4	Ninguno

3.4. Cálculo del índice de prioridad de riesgo.

A partir de identificar los modos de fallo, los efectos y las causas se procede a evaluar los coeficientes de gravedad, ocurrencia y no detección para calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (NPR).

Índice de gravedad (G)

Este índice determina la gravedad o seriedad del efecto del efecto de fallo. La evaluación se la realiza en una escala del 1 al 10 en base a una Tabla de Gravedad la misma que crece en función de la insatisfacción del cliente por la degradación de la función o las

prestaciones. A continuación se muestran los valores definidos para modo potencial de fallo:

TABLA 12 ÍNDICE DE GRAVEDAD (G) DE FALLOS

N°	Modo de Fallo	Índice de Gravedad de Fallo
1.1	Falta de método de asignación de reparaciones	7
1.2	Falta de definición de prioridades de reparación.	7
1.3	Falta de control y distribución de máquinas en proceso.	6
2.1	Método de reaprovisionamiento a bodega GM1 no adecuado.	4
2.2	Demora en la entrega de repuestos desde GP1.	7
2.3	Falta de seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos.	5
2.4	Sistema informático no actualizado sobre remplazos de nuevos códigos de repuestos.	5
3.1	Falta de control general del estado de las reparaciones.	7
3.2	Técnico es reasignado constantemente a otras reparaciones.	5
4.1	Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas.	7
4.2	Llamadas de otros servicios técnicos a consultar información de repuestos.	5
4.3	Consulta de despieces para búsqueda de códigos en sistema SIS.	4
4.4	Constantes traslados donde asistente de servicio.	5

Índice de Ocurrencia (O)

Evalúa la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales en una escala del 1 al 10. Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa del fallo. A continuación se detallan los valores definidos para este tipo de índice:

TABLA 13 ÍNDICE DE OCURRENCIA (O)

N°	Causa del Fallo	Índice de Ocurrencia del Fallo
C.1.1	No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.	8
C.1.2	No se ha definido un método de secuenciación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención.	8
C.1.3	No se ha hecho un estudio de tiempos para de esta manera poder programar, planear y evaluar las actividades de reparación buscando elevar el nivel competitivo del centro de servicio.	7
C.2.1	El método de reaprovisionamiento actual no considera el índice de rotación que tienen los repuestos utilizados en las reparaciones, por lo que todos los repuestos son tratados bajo los mismos criterios de reabastecimiento.	5
C.2.2	Los técnicos no se organizan en entregar los requerimientos de repuestos a la asistente de servicio dentro un horario establecido.	7

C.2.3	No se ha establecido mecanismo o procedimiento para control y seguimiento a órdenes de trabajo de máquinas pendientes por repuestos.	3
C.2.4	Entrenamiento inadecuado de asistente de logística.	4
C.3.1	No se tiene conocimiento sobre el estatus de las máquinas que se encuentran en los diferentes procesos de diagnóstico, espera de repuesto y reparación.	6
C.3.2	No existe una planificación de las reparaciones de máquinas en proceso en el centro de servicio.	4
C.4.1	No se cuenta con un sistema de información que permita conocer acerca del status de las máquinas ingresadas en el centro de servicio sin necesidad de llamar a los técnicos a preguntar.	8
C.4.2	Los directivos comerciales no han dado la importancia debida a que los vendedores telefónicos se los capacite en temas relacionados a servicio técnico.	6
C.4.3	No se ha pensado en alguna solución para consultar de manera más rápida los diagramas sin ingresar a la computadora.	5
C.4.4	La disposición física del centro de servicio fue diseñada para que los técnicos no tuvieran contacto con el cliente sino a través de la asistente de servicio.	5

Índice de no Detección (D)

Para determinar este índice se supondrá que la causa del fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el modo de fallo resultante. En la siguiente tabla se indican los valores de no detectabilidad definidos:

TABLA 14 ÍNDICE DE NO DETECCIÓN (D)

Causa del Fallo	Controles Actuales	Índice de no detección (D)
C.1.1	Ninguno	7
C.1.2	Ninguno.	7
C.1.3	Eventual revisión de órdenes de trabajo en proceso.	6
C.2.1	Solicitud de repuestos para stock cada vez que llega una importación.	5
C.2.2	Llamadas al Centro de Distribución a preguntar por repuestos solicitados.	5
C.2.3	Ninguno	6
C.2.4	Ninguno.	4
C.3.1	Ninguno.	7
C.3.2	Ninguno.	3
C.4.1	Tabla de Excel para registro de ingreso de máquinas.	7
C.4.2	Ninguno	3
C.4.3	Folleto con información de precios y códigos de repuestos de mayor desgaste.	5
C.4.4	Ninguno	4

Finalmente se realiza el cálculo del índice de prioridad de riesgo, para lo cual se utiliza la expresión:

$$\text{NPR} = G \times O \times D$$

El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. El NPR una vez calculado, es fácil determinar las áreas que deben ser de mayor preocupación. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

TABLA 15 ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO NPR)

Modo de Fallo	G	O	D	NPR
Falta de método de asignación de reparaciones	7	8	7	392
Falta de definición de prioridades de reparación.	7	8	7	392
Falta de control y distribución de máquinas en proceso.	6	7	6	252
Método de reaprovisionamiento a bodega GM1 no adecuado.	4	5	5	100
Demora en la entrega de repuestos desde GP1.	7	7	5	245
Falta de seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos.	5	3	6	90
Sistema informático no actualizado sobre remplazos de nuevos códigos de repuestos.	5	4	4	80
Falta de control general del estado de las reparaciones.	7	6	7	294
Técnico es reasignado constantemente a otras reparaciones.	5	4	3	60
Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas.	7	8	7	392
Llamadas de otros servicios técnicos a consultar información de repuestos.	5	6	3	90
Consulta de despieces para búsqueda de códigos en sistema SIS.	4	5	5	100
Constantes traslados donde asistente de servicio.	5	5	4	100

Luego de realizado el cálculo, se seleccionan los modos de fallo cuyo NPR fuera mayor que 100 los cuales se definirán acciones correctoras que busquen eliminar o disminuir la causa raíz de los fallos. Los resultados de la tabla AMFE se pueden apreciar en el apéndice C.

3.5 Implantación de acciones correctoras.

En esta sección se presentan las actividades que son definidas para la obtención de mejoras en los procesos de reparación de herramientas eléctricas. Primeramente se describen cuáles son los fallos graves que requieren soluciones:

- A. Falta de método de asignación de reparaciones.
- B. Falta de definición de prioridades de reparación.
- C. Falta de control y distribución de máquinas en proceso.
- D. Demora en la entrega de repuestos desde GP1.
- E. Falta de control general del estado de las reparaciones.
- F. Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas.

A continuación, se considera la rápida aplicación de las propuestas como un factor importante para priorizar las oportunidades de mejora a

efectuar. Partiendo de esta premisa, las acciones correctoras a desarrollar serán las siguientes:

1. Mejorar la asignación del trabajo y entrega de órdenes de servicio (OT).
2. Determinar el tiempo estándar requerido para realizar el proceso de reparación de acuerdo al nivel de complejidad.
3. Establecer una mejora en el proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio para el Centro de Distribución Guayaquil (GP1).
4. Implementar un sistema informático para control del status de las reparaciones.

**TABLA 16 ACCIONES CORRECTORAS APLICADAS A LA
DEMORA EN LA ENTREGA DE MARTILLOS Y OTRAS MÁQUINAS
REPARADAS**

Fallos		Acción Correctora
A	Falta de método de asignación de reparaciones.	1
B	Falta de definición de prioridades de reparación.	1
C	Falta de control y distribución de máquinas en proceso.	2
D	Demora en la entrega de repuestos desde GP1.	3
E	Falta de control general del estado de las reparaciones.	4
F	Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas.	4

Para el desarrollo de la primera acción correctora es necesario determinar inicialmente los tiempos estándares de reparación de las máquinas bajo ciertas condiciones a ser enunciadas para que de este modo se pueda realizar una asignación adecuada de órdenes de trabajo. Por este motivo se empezará con el desarrollo de la segunda acción correctora que se describe a continuación.

Determinar el tiempo estándar requerido para realizar el proceso de reparación de acuerdo al nivel de complejidad

La mala distribución dentro del centro de servicio y el enfoque administrativo actual trae como consecuencia que dentro de la empresa no exista un modelo específico de trabajo, y, por ende, que no exista un estudio de tiempos con el cual se pueda definir la duración estándar de cada una de las operaciones de reparación y diagnóstico. Es necesario determinar los estándares de tiempos para poder lograr una mayor eficiencia a lo largo de todo el proceso, lo cual permite conocer y pronosticar satisfactoriamente los tiempos de ejecución de las actividades que conforman el proceso de reparación de una herramienta eléctrica, del mismo modo que las tolerancias que requieren los técnicos para la jornada laboral.

Objetivos

- Registrar el tiempo de duración de los elementos del ciclo mediante el uso del cronometro.
- Calcular los tiempos promedios de las operaciones seleccionadas.
- Calcular el tiempo estándar del proceso de reparación de una herramienta eléctrica de acuerdo a su nivel de complejidad.

Estudio de tiempos.

Para la realización del estudio, la persona encargada debe tener muy claros los pasos y todos los elementos a tener para que el resultado obtenido al finalizar el estudio sea confiable. Esta responsabilidad está a cargo del Coordinador del AMFE.

Para la selección del técnico a quién se le mide el tiempo de las distintas operaciones a ser estandarizadas, se escoge aquel de nivel medio o que este algo arriba del promedio, lo cual permite obtener un estudio más satisfactorio.

El procedimiento consiste en separar el trabajo u operación en varios elementos medibles y se registra el tiempo de cada uno de ellos. Al ser las observaciones realizadas en el momento cuando se

ejecuta el proceso, es en este momento cuando el observador, en este caso el Coordinador del AMFE, debe juzgar la velocidad y ritmo del técnico.

Para facilitar la medición, se divide la actividad de reparación en grupo de movimientos llamados elementos, los mismos que son determinados antes de iniciar el estudio. Estos son separados en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que sacrifique la exactitud de las lecturas.

Se define el tiempo estándar como la función de cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un técnico que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Este tiempo se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

De acuerdo a la necesidad del centro de servicio, se realiza el estudio de tiempos a las siguientes máquinas y procesos de reparación:

- Reemplazo de inducido y estator de amoladora angular.

- Reemplazo de kit de reparación de martillo perforador de 7 kilos.
- Reemplazo de motor de instalación de martillo demoledor de 27 kilos.

La metodología a seguir para estandarizar la operación de los tiempos de procesos de reparación es la siguiente:

1. Toma de tiempos de la operación a ser analizada.
2. Registrar los tiempos en el formato elaborado.
3. Determinar la confiabilidad del tamaño de la muestra.
4. Calcular el Tiempo Promedio Seleccionado.
5. Calificar al técnico mediante el método Westinghouse.
6. Calcular el Tiempo Normal.
7. Asignar Tolerancias por fatiga y necesidades personales.
8. Calcular el Tiempo Estándar.

Para calcular el tiempo estándar se utiliza un cronómetro mediante el método de tiempo continuo donde el observador lee el reloj en el punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. A continuación se describen cada una de las operaciones que se identifican en el proceso de cambio de inducido y estator de una amoladora angular:

**TABLA 17 PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE INDUCIDO
Y ESTATOR DE AMOLADORA ANGULAR**

Número del elemento	Descripción detallada del elemento
1	Prueba de encendido de la amoladora.
2	Aflojar tornillos de carcazas trasera, media y delantera y desmontar inducido.
3	Sujetar inducido en tornillo de banco y aflojar tuerca que sujeta piñón y desmontar junto con caja de engranajes.
4	Sujetar inducido en tornillo de banco para extraer rodamiento trasero.
5	Aflojar tornillos del estator y desmontar de la carcaza.
6	Verificar estado del inducido y estator en tester de cortocircuito y multímetro respectivamente.
7	Desplazar a máquina de lavar piezas para lavado de caja de engranajes con solvente químico y aire presurizado.
8	Consultar códigos de repuestos en sistema en computadora y anotar en OT.
9	Trasladar donde asistente de servicio a solicitar guía de remisión de repuestos y luego a la bodega a retirarlos.
10	Trasladar al taller con los repuestos a ser sustituidos.
11	Colocar estator en carcaza y apretar tornillos.
12	Desplazar a prensa manual el inducido y colocar rodamiento trasero.
13	Sujetar inducido en tornillo de banco para montaje de piñón y caja de engranaje.
14	Montar inducido en carcaza de motor y apretar tornillos.
15	Colocar carbones y portacarbones.
16	Conectar receptáculo al interruptor y apretar tornillos del mango.
17	Colocar grasa dentro de caja de engranaje y montar brida de cojinete.
18	Encender máquina y reducir chispa del inducido con tiza abrasiva y finalmente montar tapa de escobillas y cerrar.

Es necesario conocer el número de ciclos a ser tomados los tiempos, para esto se establece 5 tiempos de observación. Los datos que se obtienen del estudio de tiempos y diagrama de análisis de proceso pueden ser consultados en los apéndices D y E respectivamente donde se aprecian los siguientes elementos:

T: Tiempo de duración particular del elemento.

L: Lectura acumulada del cronómetro.

Para determinar estadísticamente el tamaño de la muestra de observaciones que deben hacerse para la recolección de datos, los métodos estadísticos sirven de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (\bar{X}) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población μ .

Para poder determinar si el tamaño de la muestra que se utiliza inicialmente es el que arroja la información con el nivel de confianza que se desea, se define primeramente el coeficiente de confianza, el mismo que es de 95%.

Se determina el intervalo de confianza (I):

$$LC = I = \bar{X} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} \quad Tc = T_{(c, n-1)}$$

Donde:

\bar{X} = tiempo promedio de la muestra

Tc = estadístico de distribución denominado t de student y se determina mediante una tabla de valores estadísticos.

S = desviación estándar

n = tamaño de la muestra utilizado en principio para el estudio

Para determinar Tc es necesario conocer los grados de libertad (v) y el nivel de confianza ($1 - \alpha$)

$$v = n - 1, \text{ donde } n = 5$$

$$v = 5 - 1 = 4$$

$$c = 1 - \alpha = 0,95$$

Por medio de la distribución t de student el valor de Tc es igual a 2,132.

Para determinar S se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / n}{n-1}} = 0,37487 \text{ min}$$

El valor de \bar{X} se calcula sumando los tiempos promedios seleccionados de cada uno de los elementos del ciclo.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} = 11,91398 \text{ min}$$

A continuación se determina el intervalo de confianza (I):

$$I = 11,91398 \pm \frac{2,132 * 0,37487}{\sqrt{5}}$$

$$I_1 = 12,2714 \text{ min}$$

$$I_2 = 11,5566 \text{ min}$$

Se elige I_1 por ser este valor el mayor de los intervalos.

Para determinar el intervalo de la muestra (I_m)

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_m = 0,714847 \text{ min}$$

Debido a que $I_m \leq I$ se considera aceptable la muestra de 5 observaciones para la determinación del tiempo estándar.

Ahora se procede a valorar el ritmo de trabajo del técnico (Cv) mediante el método Westinghouse (apéndice F) que califica de manera cualitativa y cuantitativa las características del técnico en cuanto a cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

En la siguiente tabla se presentan los factores antes descritos, así como también la clase, el rango y el porcentaje que éste representa.

TABLA 18 MÉTODO WESTINGHOUSE PARA CALIFICACION DE LA VELOCIDAD (Cv)

Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	B1	Excelente	+0,11
Esfuerzo	C1	Bueno	+0,05
Condiciones	C	Buena	+0,02
Consistencia	C	Buena	+0,01
Factor de calificación (c)			+0,19

$$C_v = 1 \pm c = 1 + 0,19 = 1,19$$

Este valor ($C_v = 1,19$) significa que el técnico se desempeña con una eficiencia del 19% por encima del promedio.

Una vez que se obtiene este valor, se calcula el tiempo requerido por el técnico para realizar la operación cuando se trabaja con una velocidad estándar sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. Este tiempo se denomina Tiempo Normal y se calcula como sigue a continuación:

$$TN = TPS \times C_v$$

$$TN = 11,91398 * 1,19 = 14,17764 \text{ min}$$

Donde:

$TPS = \bar{X}$ = Tiempo Promedio Seleccionado.

Para la determinación del tiempo estándar se debe adicionar un suplemento o tolerancia al tener en cuenta retrasos los cuales son considerados como inevitables puesto que no dependen del técnico para estos efectos ya que existen factores que no permiten que el trabajo sea desarrollado normalmente, estos factores pueden ser espera de repuestos, falta de herramientas especiales, repetición del trabajo, dificultad técnica.

También existen las tolerancias por necesidades personales donde se sitúan aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad del técnico, esto comprende las idas a tomar agua y a los sanitarios. Así mismo se considera una tolerancia por fatiga ya que esta no puede ser eliminada en la que se evalúa las condiciones de trabajo como temperatura, humedad, ruido, iluminación, esfuerzo físico y mental, repetitividad y posición del trabajo.

Para el cálculo de fatigas, es necesario evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las

actividades ejecutadas por el técnico, mediante un conjunto de factores, los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa), esta evaluación se denomina Método Sistemático. La sumatoria total de los valores de los factores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga. Los valores de los factores reflejan la criticidad del menor nivel al mayor dándole una ponderación (de izquierda a derecha hay mayor criticidad). A continuación se presenta el diagnóstico realizado hacia el enfoque de las características que definen las tolerancias por fatiga.

- Temperatura: ambiente con central de aire acondicionado con temperatura que oscila entre 20°C y 25°C (GRADO 1).
- Condiciones ambientales: las áreas comunes son amplias y existe circulación de aire sin embargo existen olores propios de la naturaleza del trabajo (solvente, grasa, desengrasantes) los cuales son tolerables (GRADO 3).
- Humedad: humedad normal, ambiente fresco (GRADO 1).
- Nivel de ruido: los niveles en ciertas ocasiones superan los 95 decibeles debido a que se prueban máquinas como amoladoras, rotomartillos, tronzadoras (GRADO 4).

- Iluminación: el ambiente posee luz adecuada ya que cuenta con tres lámparas fluorescentes de 40 W de potencia para inspección de componentes externa e internamente. (GRADO 1).
- Duración del trabajo: la operación puede completarse en menos de una hora (GRADO 2).
- Repetición del ciclo: el ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro. (GRADO 2)
- Esfuerzo físico: existen operaciones entre esfuerzos físicos por operación manual y el uso de algunas máquinas de peso entre 11 y 27 kg (GRADO 3).
- Esfuerzo mental o visual: atención mental y visual continuas debido a razones de calidad y seguridad (GRADO 3).
- Posición del trabajo: a pesar de que los técnicos cuentan con sillas muchas veces es necesario levantarse, agacharse, caminar (GRADO 3).

En la Figura 3.3 se presenta la hoja de concesiones que se elabora en el estudio. Con el puntaje que se obtiene de 265 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga (apéndice G) en la clase D2, entre los rangos de 262-268, un porcentaje de concesión de 17% y

una jornada de trabajo de 480 min. Con estos datos se determina que los minutos concedidos por fatiga son de 70 minutos.

Ahora corresponde deducir a la jornada de trabajo (JT) los tiempos por concepto de suplementos de forma tal que se obtiene la Jornada Efectiva de Trabajo (JET). Luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

HOJA DE CONCESIONES		Fecha:			
PROCESO: Reparación de Amoladora Angular					
Factores de Fatiga	Puntos por Grados de Factores				
	1er.	2do.	3er.	4to.	
Condiciones de Trabajo:					
1. Temperatura	5	10	15	40	
2. Condiciones Ambientales	5	10	20	30	
3. Humedad	5	10	15	20	
4. Nivel de Ruido	5	10	20	30	
5. Iluminación	5	10	15	20	
Repetitividad:					
6. Duración de trabajo	20	40	60	80	
7. Repetición del ciclo	20	40	60	80	
8. Esfuerzo físico	20	40	60	80	
9. Esfuerzo mental o visual	10	20	30	50	
Posición:					
10. De pie, moviéndose, sentado	10	20	30	40	
TOTAL PUNTOS _____ 265 _____					
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS): 70 min _____					

**FIGURA 3.3 HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA PARA
CAMBIO DE INDUCIDO Y ESTATOR DE AMOLADORA
ANGULAR**

La empresa labora con una jornada de trabajo discontinua de 8 horas y se requiere de un tiempo de preparación inicial de 5 minutos para sacar de la bodega las máquinas a ser revisadas durante el día y un tiempo al final de la jornada de 10 minutos para hacer limpieza de los puestos de trabajo. El técnico cuenta con almuerzo de 30

minutos y tiempo concedido para necesidades personales de 24 minutos.

Con esta información, se calcula la Jornada Efectiva de Trabajo (JET).

$$JET = JT - \sum Tol\ fijas = 480 - 15$$

$$JET = 465\ min$$

$$JET - (NP + Fatiga) \longrightarrow NP + Fatiga$$

$$TN \longrightarrow x$$

$$x = 3,59218\ min$$

Por lo que la sumatoria de las tolerancias es de 3,59218 min. Ahora se procede a calcular el tiempo estándar (TE) sumando el tiempo normal y las tolerancias.

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 14,17764 + 3,59218$$

$$TE = 17,76982\ min$$

El tiempo estándar del proceso de cambio de inducido y estator de una amoladora angular es de 17,76982 min. Este es el tiempo

requerido para que un técnico de tipo promedio, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación, previamente calificado y adiestrado por la empresa. Es importante mencionar que debido a que la actividad de “entrega del repuesto” depende de la gestión de la bodega sobre la conformación del stock, sin embargo, bajo condiciones ideales para este estudio, se considera siempre que el repuesto está disponible en la bodega y por eso se toma el tiempo que tarda el técnico en trasladarse adonde la asistente de servicio a retirar la guía de remisión y de allí desplazarse hacia la bodega a que le entreguen el repuesto y luego retornar al taller.

Ahora se describen las operaciones que se siguen en el proceso de cambio de kit de reparación de un martillo perforador de 7 kilos. El kit de reparación comprende el conjunto de juntas y anillos del sistema mecánico responsables de que se produzca la energía de impacto del martillo logrando de esta manera que la máquina cumpla su propósito fundamental que es perforar en material concreto.

TABLA 19 PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE KIT DE REPARACIÓN DE MARTILLO PERFORADOR DE 7 KILOS

Número del elemento	Descripción detallada del elemento
1	Probar encendido del martillo
2	Desmontar mango trasero y desconectar cable, interruptor y regulador de velocidad
3	Desmontar arandelas delanteras y capucha cobertora
4	Desmontar tapa del cuerpo y desarmar
5	Desmontar casquillo con juego de rodillos y portaherramientas
6	Desmontar tapa del ventilador y retirar juego de carbones del portacarbón
7	Desmontar anillos distanciadores, rueda dentada y conjunto émbolo-biela
8	Llevar piezas al área de lavado y lavar
9	Consultar código de kit de reparación en sistema en computadora y anotar en OT.
10	Trasladarse donde asistente de servicio a solicitar guía de remisión y luego a la bodega a retirar kit de reparación
11	Trasladarse de regreso al taller.
12	Reemplazar juego de anillos y juntas incluidas en el kit de reparación
13	Reemplazar juego de carbones y montar tapa del ventilador
14	Lubricar y montar conjunto tubo y émbolo de martillo
15	Lubricar y montar conjunto casquillo-portaherramientas
16	Lubricar y montar tapa del cuerpo
17	Colocar tapa y capucha cobertora y ajustar tornillos con sellador
18	Montar anillos y arandelas delanteras
19	Conectar cable, interruptor y regulador de velocidad y cerrar mango trasero
20	Realizar prueba de martillo

Se aplica nuevamente la fórmula estadística para determinar la confiabilidad de los datos que se presentan en cuanto al número de ciclos que se estudian y se obtiene que el intervalo de la muestra es menor que el intervalo de confianza y por tanto es válido el número de ciclos que son observados en el análisis. En los apéndices H e I se encuentran el estudio de tiempos y diagrama de análisis del proceso respectivamente.

En este caso se toma el mismo porcentaje de suplementos que se toma para el proceso de reparación de una amoladora angular que es del 19% (Cv) y con esto se calcula el Tiempo Normal (TN).

$$TN = TPS \times Cv$$

$$TN = 22,84316 \times 1,19 = 27,18336 \text{ min}$$

Para determinar las tolerancias por fatiga y necesidades personales, se utiliza otra vez el Método Sistemático y a continuación se muestran los resultados en la Hoja de Concesiones en la Figura 3.4. Con el puntaje que se obtiene de 285 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga (apéndice G) en la clase D5, entre los rangos de 283-289, un porcentaje de concesión de 20% y una jornada de

trabajo de 480 min. Con estos datos se determina que los minutos concedidos por fatiga son de 80 minutos.

Para determinar el porcentaje que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal (TN) mediante regla de tres, se considera nuevamente un tiempo de preparación de 15 minutos y un tiempo para necesidades personales de 24 minutos.

HOJA DE CONCESIONES		Fecha:			
PROCESO: Reemplazo de Kit de Reparacion de Martillo Perforador					
Factores de Fatiga	Puntos por Grados de Factores				
	1er.	2do.	3er.	4to.	
Condiciones de Trabajo:					
1. Temperatura	5	10	15	40	
2. Condiciones Ambientales	5	10	20	30	
3. Humedad	5	10	15	20	
4. Nivel de Ruido	5	10	20	30	
5. Iluminación	5	10	15	20	
Repetitividad:					
6. Duración de trabajo	20	40	60	80	
7. Repetición del ciclo	20	40	60	80	
8. Esfuerzo físico	20	40	60	80	
9. Esfuerzo mental o visual	10	20	30	50	
Posición:					
10. De pie, moviéndose, sentado	10	20	30	40	
TOTAL PUNTOS					285
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS):					80 min

**FIGURA 3.4 HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA PARA
CAMBIO DE KIT DE REPARACIÓN DE MARTILLO
PERFORADOR**

A continuación se calcula la proporción que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales mediante regla de tres:

$$\begin{array}{ccc} \text{JET} - (\text{NP} + \text{Fatiga}) & \longrightarrow & \text{NP} + \text{Fatiga} \\ \text{TN} & \longrightarrow & x \\ & & x = 7,83122 \text{ min} \end{array}$$

Donde

$$\text{JET} = 465 \text{ min}$$

$$\text{NP} = 24 \text{ min}$$

$$\text{Fatiga} = 80 \text{ min}$$

$$\text{TN} = 27,18336 \text{ min}$$

Ahora se calcula el tiempo estándar (TE) sumando el tiempo normal y las tolerancias.

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 35,01458 \text{ min}$$

El tiempo estándar del proceso de cambio de kit de reparación de un martillo perforador de 7 kilos es de 35,01458 min.

A continuación se detallan los pasos que se siguen en el proceso de cambio de motor de instalación de un martillo demoledor de 27 kilos.

TABLA 20 PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE MOTOR DE INSTALACIÓN DE MARTILLO DEMOLETOR DE 27 KILOS

Número del elemento	Descripción detallada del elemento
1	Probar funcionamiento del martillo
2	Desmontar capucha cobertora y mango del interruptor
3	Desmontar interruptor y cable de conexión
4	Desmontar tapa del ventilador
5	Desmontar tapa de cojinete con inducido y desconectar terminales del estator
6	Desmontar estator con caja aislante
7	Verificar estado de inducido y estator en comprobadores
8	Consultar código de motor de instalación en sistema y anotar en OT.
9	Trasladarse donde asistente de servicio a solicitar guía de remisión y a bodega a retirar repuesto
10	Trasladarse de regreso al taller.
11	Montar motor de instalación y cerrar tapa de cojinete
12	Montar tapa del ventilador
13	Montar interruptor y cable de conexión
14	Montar capucha cobertora
15	Probar funcionamiento del martillo

Mediante método estadístico nuevamente se determina la confiabilidad de las muestras de observaciones que se toman y se considera que el intervalo de la muestra es menor que el intervalo de confianza y por tanto es válido los 5 ciclos observados en el análisis. El estudio de tiempos y el diagrama de análisis de proceso se detallan en los apéndices J y K respectivamente. Así mismo se asume el mismo porcentaje de suplementos que se toma para los dos procesos que han sido analizados que es del 19% (Cv) y con esto se calcula el Tiempo Normal (TN).

$$TN = TPS \times Cv$$

$$TN = 8,980574 * 1,19 = 10,68688 \text{ min}$$

Ahora se determinan las tolerancias por fatiga y necesidades personales utilizando el Método Sistemático y en la Figura 3.5 se muestran los resultados de la hoja de concesiones. De acuerdo a la tabla de concesiones por fatiga, se ubica en la clase D5, luego de obtener un puntaje de 285 con un porcentaje de concesión de 20% y una jornada de trabajo de 480 min dando como resultado 80 minutos que se conceden por fatiga de acuerdo a la tabla.

Ahora se calcula la proporción que representa las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal (TN) mediante regla de tres considerando nuevamente un tiempo de preparación de 15 minutos y un tiempo para necesidades personales de 24 minutos.

$$\begin{array}{ccc} \text{JET} - (\text{NP} + \text{Fatiga}) & \longrightarrow & \text{NP} + \text{Fatiga} \\ \text{TN} & \longrightarrow & x \\ & & x = 3,07877 \text{ min} \end{array}$$

Donde

$$\text{JET} = 465 \text{ min}$$

$$\text{NP} = 24 \text{ min}$$

$$\text{Fatiga} = 80 \text{ min}$$

$$\text{TN} = 10,68688 \text{ min}$$

HOJA DE CONCESIONES		Fecha:			
PROCESO: Reemplazo de Motor de Instalacion de Martillo Demoledor					
Factores de Fatiga	Puntos por Grados de Factores				
	1er.	2do.	3er.	4to.	
Condiciones de Trabajo:					
1. Temperatura	5	10	15	40	
2. Condiciones Ambientales	5	10	20	30	
3. Humedad	5	10	15	20	
4. Nivel de Ruido	5	10	20	30	
5. Iluminación	5	10	15	20	
Repetitividad:					
6. Duración de trabajo	20	40	60	80	
7. Repetición del ciclo	20	40	60	80	
8. Esfuerzo físico	20	40	60	80	
9. Esfuerzo mental o visual	10	20	30	50	
Posición:					
10. De pie, moviéndose, sentado	10	20	30	40	
TOTAL PUNTOS _____					285
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS):					80 min

**FIGURA 3.5 HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA PARA
CAMBIO DE MOTOR DE INSTALACIÓN DE MARTILLO
DEMOLEDOR**

Ahora se calcula el tiempo estándar (TE) sumando el tiempo normal y las tolerancias.

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 13,76565 \text{ min}$$

El tiempo estándar del proceso de cambio de motor de instalación de un martillo demoledor de 27 kilos es de 13,76565 min.

Utilizando el método visto anteriormente para los procesos de reparación descritos, se procede a determinar los tiempos óptimos de distintos tipos de reparaciones por tipos de máquinas los cuales se resumen en el apéndice L .

Mejoramiento de la asignación de trabajo y entrega de órdenes de servicio (OT)

Para llevar a cabo el desarrollo de esta acción correctora, se emplea el método de Secuenciación de Trabajos que consiste en definir un orden simple de realización de trabajos. La clave de la secuenciación es determinar la mejor secuencia que optimice el tiempo de diagnóstico y reparación de las máquinas que ingresan al centro de servicio técnico.

Objetivos

- Establecer un sistema de planificación y programación de las reparaciones.
- Optimizar el método de asignación de órdenes de trabajo.

- Minimizar el tiempo de demora en el diagnóstico y reparación de máquinas.
- Maximizar el aprovechamiento de la mano de obra en el centro de servicio.

Los trabajos de reparación se adelantan generalmente en un ambiente multiproyecto o multitarea, donde el recurso del personal debe realizar trabajos que hacen parte de diferentes tareas o reparaciones. Bajo esta modalidad es muy común que los técnicos que tienen asignadas diferentes tareas, “salten” de una actividad a otra para ir avanzando en varias tareas al tiempo.

Esta situación se ve incentivada por el hecho de que cada reparación tiene su propio cliente, y cada cliente siente que su tarea es la de mayor prioridad, siendo muy exigentes con la terminación de su respectiva reparación de máquina. Para satisfacer la demanda del cliente más exigente del momento, los técnicos suspenden la actividad que hacen en ese instante y reinician la revisión y reparación del cliente que insiste, y este continuo cambio de actividades inconclusas se mantiene para satisfacer las exigencias de cada uno de los clientes que solicitan mayor tiempo de respuesta.

El efecto que esta situación trae se puede apreciar en la Figura 3.6, donde se pone de ejemplo cinco diferentes reparaciones a cargo de un solo técnico, estos tienen avances simultáneos, interrumpiendo cada actividad para avanzar en la de la otra actividad y así avanzar en cada una.

En esta situación no se está teniendo en cuenta el problema que surge al suspender una tarea y reiniciar otra suspendida anteriormente, no se está considerando el tiempo perdido en concentrarse en la nueva tarea, olvidando la anterior y en el tiempo gastado en rehacer los errores generados por las confusiones que puedan presentarse en este constante cambio.

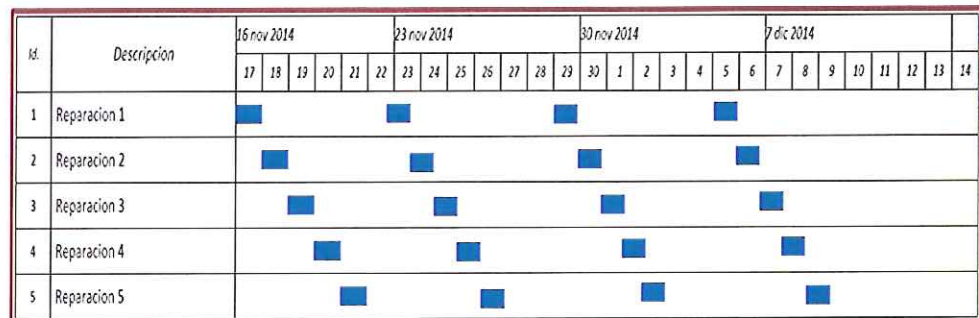


FIGURA 3.6 ESQUEMA DE MULTITAREAS INTERRUMPIENDO TAREAS PARA AVANZAR EN OTRAS

Al enfocar el esfuerzo del recurso en terminar las actividades de acuerdo al proyecto de mayor prioridad, se obtendría el resultado de la figura 3.7, sin los inconvenientes de errores por confusiones, mencionados anteriormente.

La actividad de la reparación 1, la de mayor prioridad, se completó en mucho menor tiempo que en el enfoque anterior y la actividad de la reparación 5, la de menor prioridad, se culminó en el mismo tiempo del planteamiento anterior.

Id.	Descripción	16 nov 2014					23 nov 2014					30 nov 2014					7 dic 2014																	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	Reparación 1	█																																
2	Reparación 2																								█									
3	Reparación 3																														█			
4	Reparación 4																											█						
5	Reparación 5																											█						

FIGURA 3.7 ESQUEMA DE MULTITAREAS EN BASE A TAREAS PRIORITARIAS

Como se explicó anteriormente, la secuenciación de trabajos consiste en definir un orden simple de realización de los trabajos. Los trabajos son las actividades realizadas por una máquina, una persona o varias de ellas. Los trabajos pueden ser órdenes de clientes, pacientes en un consultorio, clientes a atender en un restaurante, órdenes de pagos a proveedores, etc.,

Generalmente los programadores de producción identifican 5 ambientes para secuenciar trabajos: una sola máquina, máquinas o servidores en paralelo, talleres de producción continua, producción intermitente y talleres abiertos. En este caso se utiliza el segundo ambiente de servidores en paralelo, los cuales cada uno realiza un trabajo completo (de inicio a fin) y cualquier servidor puede procesar cualquier trabajo.

Tiempo de procesado ponderado más corto (TPPC)

En ocasiones los trabajos no tienen el mismo valor o importancia, por ejemplo puede ser más importante entregar a tiempo un trabajo a un cliente frecuente que a uno que es eventual. El tiempo de procesado ponderado más corto (TPPC), forma parte de uno de los métodos de solución de secuenciación de "n" trabajos / servidor, refiriéndose a

que existen varios trabajos por procesarse en un servidor. Este método minimiza el tiempo de flujo ponderado.

Si W_i es el peso o el valor del trabajo i , mayor peso significa trabajo más importante o valioso. La relación entre el tiempo de proceso del trabajo i sobre el peso del trabajo i (P_i/W_i) se define como el valor del tiempo de flujo ponderado y el valor del menor cociente se debe programar primero hasta el valor de mayor cociente al final.

Antes de asignar peso a cada trabajo, se debe tener en cuenta los criterios de priorización de cada trabajo de reparación, los cuales se enuncian en orden de mayor prioridad:

- Reparaciones dentro del periodo de garantía.
- Reparaciones de martillos perforadores y demoledores.
- Fidelidad del cliente, esto es en caso de clientes que acuden frecuentemente a dar mantenimiento a sus máquinas, se considera la fidelidad en el servicio respecto a un cliente casual.
- Reparaciones que representan ingresos para el centro de servicio, tanto en repuestos como en mano de obra.

Una vez obtenida esta información se procede a asignar peso W_i a cada criterio expuesto por medio de valorizar en escala del 1 al 10 en la cual los valores mayores corresponden a los criterios con mayor relevancia. En la siguiente tabla se definen los pesos a ser asignados:

**TABLA 21 PRIORIZACIÓN DE TIPOS DE REPARACIONES EN
BASE AL PESO ASIGNADO**

Tipo de Criterio	Descripción del Criterio	Peso (W_i)
A	Reparaciones en garantía	9
B	Reparaciones de martillos perforadores y demoledores	8
C	Reparaciones de clientes frecuentes	7
D	Reparaciones de alto ingreso económico	7
E	Otras reparaciones	6

En el siguiente ejemplo se muestran 10 trabajos con sus respectivos tiempos estándar de reparación y el peso correspondiente para cada trabajo.

**TABLA 22 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TIEMPO DE PROCESADO
PONDERADO MÁS CORTO (TPPC) EN ACTIVIDADES DE REPARACIÓN
DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS**

Descripción de Reparación	Tiempo Estándar de Reparación (Pi) (min)	Peso de la Reparación (Wi)	Pi / Wi
Reparación de sistema de embrague de martillo perforador > 4 kg	28,76	8	3,60
Reparación de sistema de alimentación de sierra estacionaria de cliente A	11,44	7	1,63
Reparación de componente eléctrico de miniamoladora en garantía	8,48	9	0,94
Reparación de inducido y estator de sierra estacionaria	26,24	7	3,75
Reparación de engranaje de taladro ½" en garantía	13,22	9	1,47
Mantenimiento preventivo de martillo perforador > 4 kg	42,14	8	5,27
Reparación de motor de corriente continua de atornillador a batería	22,35	6	3,73
Reparación de inducido y estator de amoladora angular	27,18	6	4,53
Reparación de componente eléctrico de amoladora angular	8,48	6	1,41
Reparación de sistema de alimentación de taladro ½" cliente A	7,08	7	1,01

Una vez que se obtiene la relación P_i/W_i (Tiempo de reparación / Peso de la reparación) da como resultado el siguiente orden de programación secuencial de los trabajos a realizarse durante el día, lo cual optimiza la planificación de las reparaciones.

**TABLA 23 ORDEN SECUENCIAL DE ACTIVIDADES DE REPARACIÓN
APLICANDO EL MÉTODO DE TIEMPO DE PROCESADO PONDERADO
MÁS CORTO (TPPC)**

Orden Secuencial	Descripción de Reparación
1	Reparación de componente eléctrico de miniamoladora en garantía
2	Reparación de sistema de alimentación de taladro ½" cliente A
3	Reparación de componente eléctrico de amoladora angular
4	Reparación de engranaje de taladro ½" en garantía
5	Reparación de sistema de alimentación de sierra estacionaria de cliente A
6	Reparación de sistema de embrague de martillo perforador > 4 kg
7	Reparación de motor de corriente continua de atornillador a batería
8	Reparación de inducido y estator de sierra estacionaria
9	Reparación de inducido y estator de amoladora angular
10	Mantenimiento preventivo de martillo perforador > 4 kg

Cuando se tiene definido el programa de secuencia de trabajos a realizarse, las nuevas solicitudes de servicio que van llegando se programan para el día siguiente o se envían al final cuando el programa actual esté concluido, este ajuste se lo realiza acorde a cómo se encuentre en ese momento el flujo de trabajo para tomar la decisión.

Mejoramiento del proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio.

La presente propuesta está orientada a menguar la demora en la entrega de repuestos por parte del Centro de Distribución Principal sin considerar los aspectos logísticos implicados en este problema, solo se aborda el tema desde el punto de vista de la solicitud de repuestos y cómo el uso de los sistemas de información pueden contribuir con una entrega de repuestos más eficiente.

Objetivos

- Reducir el tiempo de respuesta en la entrega de repuestos solicitados por el centro de servicio.
- Disminuir el tiempo improductivo de los técnicos al no poder terminar la reparación por falta de repuestos.

- Definir el proceso de solicitud de repuestos requeridos por los técnicos que optimice el tiempo de entrega de los mismos desde que son solicitados.

Para el desarrollo de un procedimiento es necesario previamente conocer el flujo actual de trabajo, este proceso se describe a continuación.

La cotización de los repuestos que serán utilizados en la reparación lo realiza el técnico asignado a dicha reparación mediante el SIS, utilizando la computadora del taller. Seguido a esto, el técnico se traslada con la orden de trabajo hasta donde la asistente de servicio para que se encargue de elaborar el presupuesto de reparación de la máquina y a su vez solicita los repuestos que no hay en stock en la bodega de GM1.

Seguidamente la asistente de servicio digita los códigos de los repuestos a solicitar en un formato de hoja en excel y ésta es enviada por correo electrónico a la asistente de logística. Luego la asistente de logística procesa el pedido e informa a los involucrados del centro de servicio, centro de distribución principal GP1 y de la bodega de GM1 el número de orden de transferencia generado para

la solicitud procesada. Con esta información el encargado de la bodega de GM1 puede realizar el seguimiento del pedido y coordinar para hacer la recepción del pedido físicamente

En la Figura 3.8 se presenta un diagrama que ilustra el flujo actual del proceso de solicitud de repuestos que se realiza en el centro de servicio.

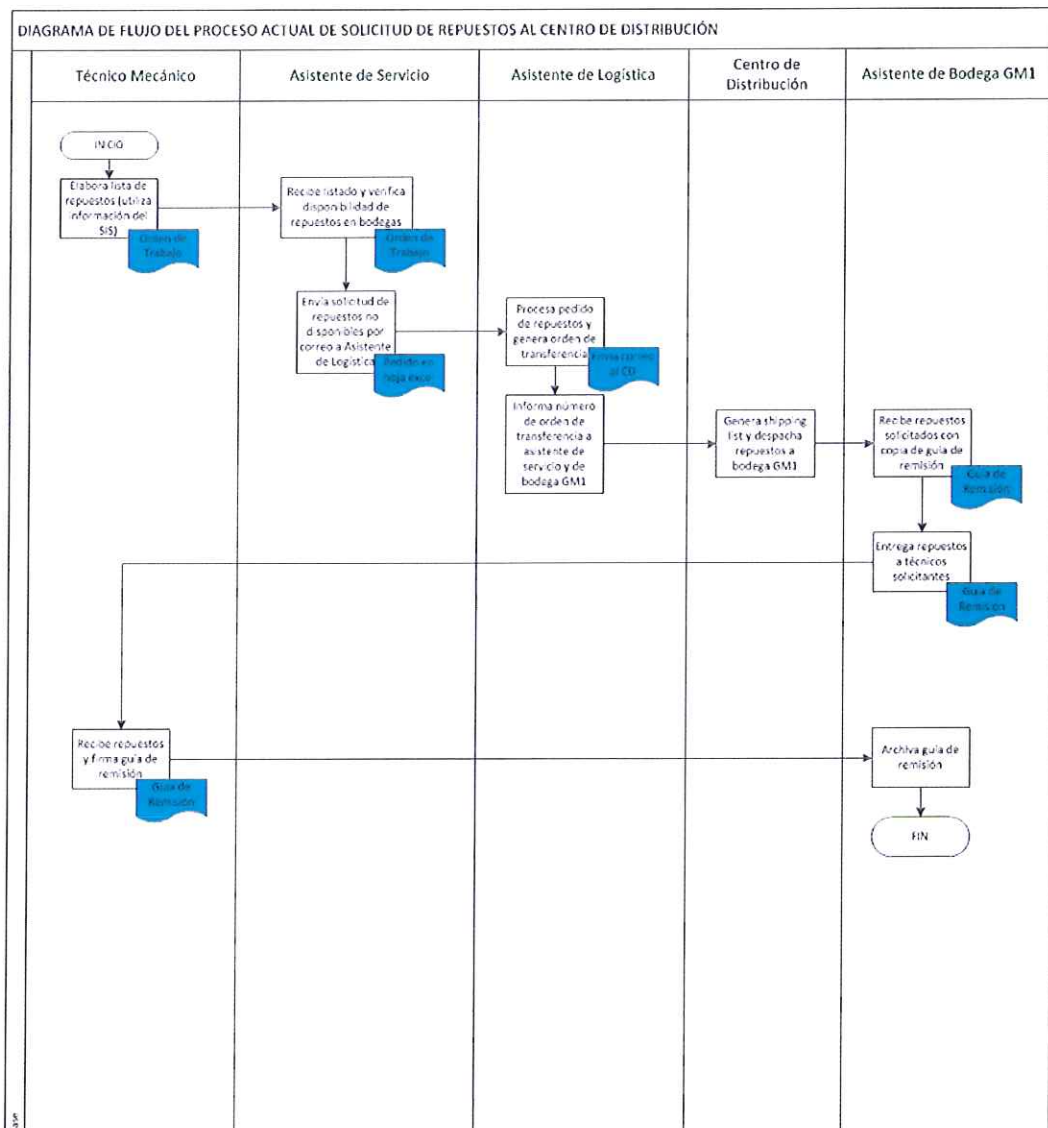


FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO ACTUAL DE SOLICITUD DE REPUESTOS AL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Los principales desperdicios que se buscan eliminar en el proceso de solicitud de repuestos son las esperas y el sobre-proceso. En el primer caso, normalmente la disponibilidad de la asistente de

logística no es inmediata ya que se encuentra en otras actividades inherente a sus funciones y en estos casos se pierde el tiempo ganado al solicitar con anterioridad los repuestos por la asistente de servicio. En el segundo caso, existe sobre-proceso de parte de la asistente de servicio al elaborar el pedido de repuestos en formato de excel de los repuestos no disponibles en GM1 y luego enviarlo por correo a la asistente de logística para que procese la solicitud.

Dado que se desea eliminar los desperdicios identificados en el actual proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio, y visualizando que es un proceso bastante operativo y frecuente se propone establecer un nuevo diagrama de flujo, con el objetivo de alcanzar una mayor agilidad y coordinación en la entrega de repuestos.

Propuesta de Proceso para la Solicitud de Repuestos.

Mediante esta acción se desea conseguir la automatización del proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio, esto con la finalidad de que la información y las tareas de los involucrados en el proceso sean más eficientes, evitando así realizar manualmente actividades que con la ayuda de la tecnología de la información se

puede ejecutar. En la figura 3.9 se presenta el flujo propuesto para el proceso analizado.

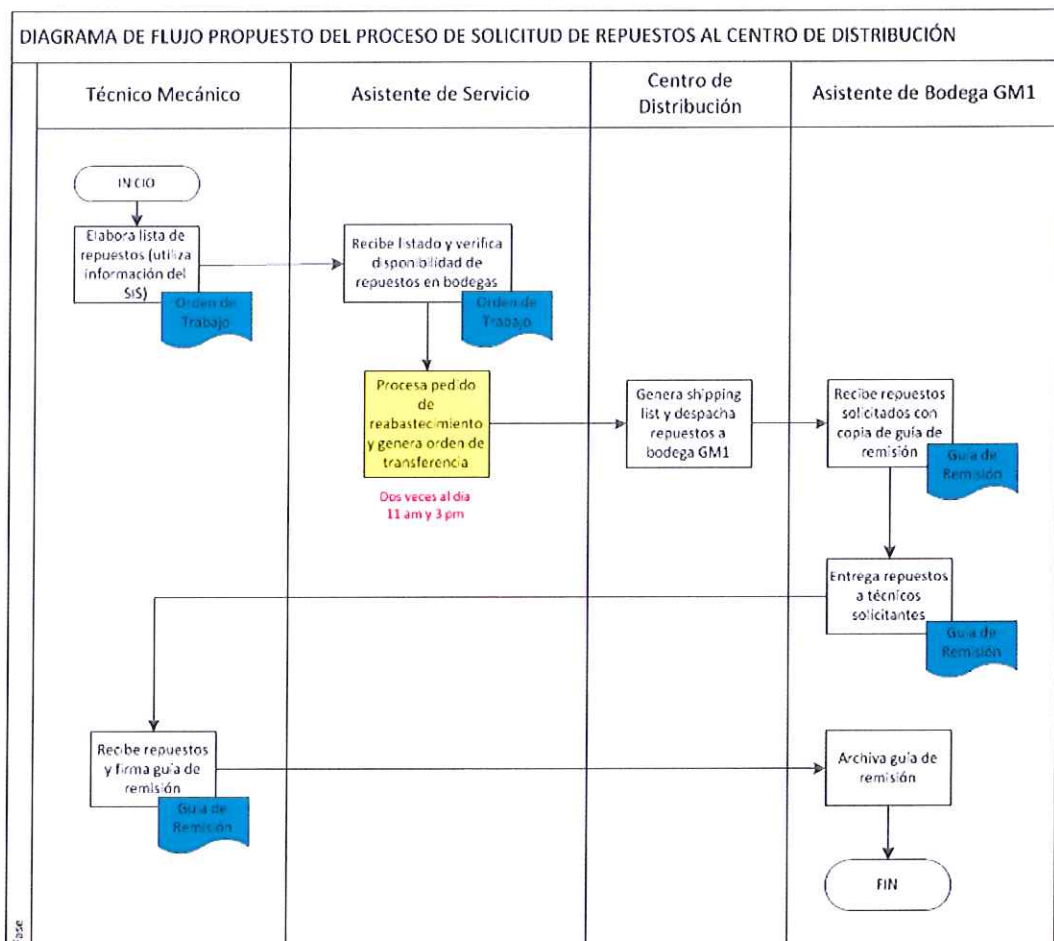


FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DEL PROCESO DE SOLICITUD DE REPUESTOS AL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Las actividades del proceso no se modifican, ni la secuencia de los mismos, el principal cambio en los procesos implican el acceso en el sistema para que la asistente de servicio pueda generar el

reabastecimiento automático para la solicitud de los repuestos sin la intervención de la asistente de logística ya que la orden de transferencia la enviará directamente al CD dos veces al día en horarios de las 11 am y 3 pm para aprovechar la salida en la mañana y en la tarde de los camiones que salen del CD con mercadería hacia la bodega GM1.

La modificación debe realizarse por el departamento de sistemas para que la asistente de servicio pueda tener acceso a la sesión de reabastecimiento de la bodega GM1. Con esta propuesta lo que se busca es mejorar el control de pedido de repuestos por parte de la asistente de servicio quién estará alerta de la llega de los repuestos solicitados y así mismo disminuir el tiempo de atención de la solicitud de repuestos.

Implementar un sistema informático para control del status de las reparaciones.

Esta mejora está orientada a tener un registro sistematizado que permita tener el control y mantener una estructura organizada de la información por medio de la implementación de un sistema informático que permita registrar y administrar información de clientes, máquinas, modelos, repuestos, asignación de órdenes de

trabajo, estado de la reparación, tiempo estimado de entrega de la máquina, presentar información de manera personalizada y realizar informes.

Con la anterior explicación, se plantea automatizar la información y los procesos que involucren decisiones importantes en relación a cómo satisfacer los requerimientos de los clientes y tender a un óptimo uso de los recursos de la empresa. Con la automatización se tiene un sistema integrado que permite gestionar y controlar la información que se genere como resultado de las actividades que se llevan a cabo diariamente en el centro de servicio.

Con la implantación del sistema informático para control y gestión del centro de servicio, se pretende mejorar la productividad y atención al cliente, convirtiendo los datos operacionales en verdaderas fuentes de información y ofrecer un servicio de calidad.

Objetivos

- Optimizar la gestión y control de la información y de los procesos del centro de servicio de herramientas eléctricas, de tal manera que permita brindar un servicio oportuno y eficiente.

- Implementar un modelo control del centro de servicio, que permita facilitar el acceso, la administración y el análisis de la información a los usuarios del sistema mediante un interfaz amigable.

El sistema informático debe permitir realizar los siguientes procesos:

- Registrar y administrar cuentas de usuarios.
- Asignar permisos de acceso a las cuentas de usuarios.
- Registrar y administrar información de marcas y modelos de máquinas.
- Registrar y administrar información de tipos de máquinas.
- Registrar y administrar información de tipos de reparaciones.
- Registrar y administrar datos del cliente.
- Realizar consultas de información sobre estado de la reparación por medio del nombre del cliente, cédula u orden de trabajo.

El sistema informático es desarrollado por el personal del departamento de sistemas por lo que los detalles en cuanto a la plataforma tecnológica requerida tanto en hardware como en software están fuera del alcance de este examen complejo.

Una vez que se ejecuta el sistema mediante el acceso directo identificado con el ícono en el escritorio, se está frente a la pantalla de inicio de sesión.



FIGURA 3.10 VENTANA DE ACCESO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO

En esta pantalla se valida la entrada al sistema, en el campo *Usuario*, va normalmente el nombre del usuario del sistema, y en el campo, *Clave*, va la clave asignada al mismo.

Al ingresar al sistema se visualiza una ventana con la siguiente estructura en la Figura 3.11:

Ingreso de Ordenes de Servicios	
# de Orden:	
Cliente:	
Código Artículo:	
Fecha Ingreso:	2014-12-04 aaaa-mm-dd
Estado:	Por Revisar ▼
Observación:	

Guardar Editar Consultar

**FIGURA 3.11 MENÚ DE INGRESO AL SISTEMA DE
INFORMACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO**

de Orden: Indica el número de orden de trabajo con que es ingresada la máquina.

Cliente: Nombre y apellido del cliente.

Código Artículo: En este campo se selecciona el código de la máquina, este código viene especificado de la fábrica y sirve para identificar la máquina de acuerdo a sus características técnicas.

Estado: Al escoger este campo aparece automáticamente el estado "Por Revisar" ya que la máquina permanece en ese estado cuando recién es ingresada al centro de servicio.

Una vez ingresada la información solicitada, se presiona el botón “Guardar” y de esta manera la orden de trabajo es registrada en el sistema.

Cuando ya la máquina ha sido diagnosticada o revisada de acuerdo al método de asignación utilizado, la asistente de servicio es la persona encargada de recibir, reunir e ingresar la información de las fases de reparación en la cual se encuentre la máquina, y de esta manera, mantener informados a todos los involucrados sobre la reparación de la misma.

1820	30668	Arturo Guaman	0 601 918 GG0	2014-11-04	2014-11-24	Entregada
1821	30669	Arturo Guaman	0 601 820 8G0	2014-11-04	2014-11-24	Entregada
1815	30670	Mario Tambo	F 012 183 0AA	2014-11-04	2014-11-28	Entregada
1816	30671	ferreteria Leon SA - Ferrileon	F 012 300 0AA	2014-11-04	2014-11-11	Reparada
1822	30672	Victor Ortiz Yepez	F 012 900 3AA	2014-11-04	2014-11-13	Aprobacion Presupuesto
1828	30673	Antonio Loayza	0 611 316 734	2014-11-05	2014-11-07	Entregada
1826	30674	Isaias Vines	F 013 300 0PA	2014-11-05	2014-11-11	Reparada
1827	30675	Isaias Vines	F 013 300 0PA	2014-11-05	2014-11-20	Entregada
1831	30676	Vollasa SA - Reico	0 601 068 000	2014-11-05	2014-11-11	Entregada
1832	30677	Reyser SA	0 601 868 0G0	2014-11-06	2014-11-20	Entregada
1833	30678	Jonathan Moran Mora	F 012 900 4AA	2014-11-06	2014-11-12	Espera Repuesto
1834	30679	Luis Elias Nacipucha Puma	0 601 587 134	2014-11-06	2014-11-24	Entregada
1835	30680	Lowrie Jean Engler-Ferrisariato	F 013 300 0PA	2014-11-06	2014-11-14	Entregada

**FIGURA 3.12 PANTALLA DE CONTROL DEL ESTADO DE LA
ORDEN DE TRABAJO**

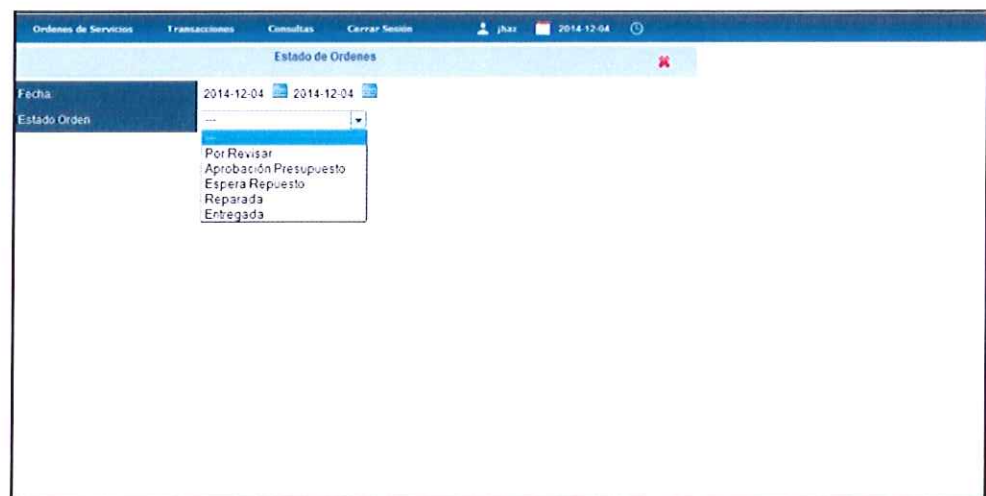
Para consultar el status de una orden de trabajo, se seleccionan los botones Ctrl + B en el teclado de la computadora y luego se ingresa en el campo de búsqueda el número de orden que se desea localizar y el sistema selecciona el registro encontrado, de esta manera se revisa la información ingresada de la orden de trabajo para conocer el status en que se encuentra.

En esta misma pantalla se pueden observar todas las órdenes de trabajo que van siendo ingresadas al sistema donde se muestra los diferentes estados del progreso de la reparación ya se pendiente de aprobación de presupuesto, en espera de repuesto, reparada o entregada.

El sistema también permite realizar el proceso de asignación del técnico que se encarga de la revisión y reparación de la máquina mediante el campo que dice Técnico Asignado, de esta manera se puede tener control sobre la productividad de los técnicos y también conocer de manera oportuna el técnico encargado de reparar una máquina en caso de algún reclamo de garantía de reparación.

Otra de las opciones del sistema es la de poder generar listados de acuerdo al status de la reparación para un determinado rango de

fecha que sea fijada para de esta manera tener conocimiento acerca de la cantidad de órdenes de trabajo que están en las diferentes etapas de reparación y tomar acciones en aquellas que requieran ser analizadas.



**FIGURA 3.13 LISTADO DE ÓRDENES DE TRABAJO POR STATUS
DE DE REPARACIÓN**

CAPÍTULO 4

4. MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Con el fin de obtener resultados del sistema de gestión propuesto en el centro de servicio y poder tomar decisiones que mejoren las características del sistema continuamente, visto como un ciclo de mejoramiento continuo, es necesario contar con medidas o indicadores de desempeño.

4.1 Determinación de índices de desempeño del sistema de gestión

En base a las acciones correctoras propuestas, se establecen los siguientes índices de desempeño para el centro de servicio:

**TABLA 24 INDICADORES DE DESEMPEÑO APLICADOS AL
CENTRO DE SERVICIO DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA
Facturación de repuestos por orden de trabajo	Relación entre la facturación por repuestos y número de órdenes en determinado tiempo	$[(\text{Facturación total mensual}) / \text{Cantidad de órdenes de trabajo reparadas}] * 100$
Facturación de mano de obra (M/O) por orden de trabajo	Relación entre la facturación por M/O y número de órdenes en determinado tiempo	$[(\text{Facturación total mensual}) / \text{Cantidad de órdenes de trabajo reparadas}] * 100$
Cantidad de máquinas reparadas mensualmente	Relación entre la cantidad de máquinas reparadas y la cantidad de máquinas ingresadas	$[(\text{Cantidad de máquinas reparadas mensualmente}) / \text{Cantidad de máquinas ingresadas}] * 100$
Cantidad de presupuestos aprobados mensualmente	Relación entre la cantidad de presupuestos aprobados y la cantidad de presupuestos emitidos	$[(\text{Cantidad de presupuestos aprobados mensualmente}) / \text{Cantidad de presupuestos emitidos}] * 100$
Satisfacción del cliente	Conocer la percepción que tiene el cliente sobre el servicio de reparación ofrecido	Resultados de encuestas

Porcentaje de reingreso de reparaciones	Relación entre la cantidad de máquinas reingresadas y la cantidad de máquinas procesadas	$[(\text{Cantidad de máquinas reingresadas mensualmente}) / \text{Cantidad de máquinas procesadas}] * 100$
Porcentaje de máquinas reparadas en 48 horas	Cumplimiento a los tiempos de reparación esperados de acuerdo a políticas de servicio	$[(\text{Cantidad de máquinas reparadas en 48 horas laborables}) / \text{Cantidad de máquinas reparadas}] * 100$
Diagnóstico de máquinas en 72 horas	Cumplimiento a los tiempos de diagnóstico de máquinas	$[(\text{Cantidad de máquinas diagnosticadas en 72 horas}) / \text{Cantidad de máquinas ingresadas}] * 100$

4.2 Análisis económico de implantación de acciones

Para efectuar el análisis económico de las propuestas realizadas se utiliza el criterio Costo-Beneficio. Inicialmente se identifican los costos de las propuestas, detallados por cada período de la vida útil de la propuesta, así como la inversión inicial. En la siguiente sección se identifican los beneficios que traen consigo las propuestas para de esta manera, se suman el total de beneficios y total de costos (incluyendo la inversión). Con estos totales se halla la relación beneficio-costos.

Costo para determinación del tiempo estándar de reparación de máquinas.

Estos costos corresponden a las actividades de estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de reparación de los distintos modelos de máquinas que se comercializan. Al inicio se hace un cálculo correspondiente a los costos por remuneraciones al personal, incluyendo beneficios de ley, compensaciones, seguro social, etc.

TABLA 25 CÁLCULO DE COSTOS DE PAGO A TRABAJADORES

	Técnicos	Asistente de Servicio	Jefe de Servicio	Programador de Sistemas
Sueldo base	\$ 435.00	\$ 478.00	\$ 1850.00	\$ 600.00
Horas Extras	—	—	—	—
Comisiones	—	—	—	—
Total Ingresos	\$ 435.00	\$ 478.00	\$ 1850.00	\$ 600.00
Aporte IESS personal	\$ 40.67	\$ 44.70	\$ 172.98	\$ 56.10
Ingreso neto	\$ 394.33	\$ 433.33	\$ 1677.02	\$ 543.90
Décimo tercera remuneración	\$ 36.25	\$ 39.83	\$ 154.17	\$ 50.00
Décimo cuarta remuneración	\$ 28.33	\$ 28.33	\$ 28.33	\$ 28.33
Vacaciones	\$ 18.13	\$ 19.92	\$ 77.08	\$ 25.00
Aporte IESS patronal	\$ 48.50	\$ 53.30	\$ 206.28	\$ 66.90
IECE-SECAP	\$ 4.35	\$ 4.78	\$ 18.50	\$ 6.00
Costo total remuneración mensual	\$ 570.56	\$ 624.16	\$ 2334.16	\$ 776.23
Costo total remuneración por hora	\$ 3.40	\$ 3.72	\$ 13.90	\$ 4.62

Los costos relacionados al estudio de tiempos de trabajos de reparación que se dan en el centro de servicio se muestran en la siguiente tabla considerando una duración de tres semanas en llevar a cabo el estudio en el horario de 8:30 am a 5:00 pm de lunes a viernes y el material necesario para su realización.

TABLA 26 CÁLCULO DE COSTOS DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Costo de Estudio de Tiempos			
	Cantidad	Costo	Total
Horas de trabajo Jefe de Servicio	1	\$ 1,667.26	\$ 1,667.26
Horas de trabajo técnico	1	\$ 407.54	\$ 407.54
Almuerzos	2	\$ 27.00	\$ 54.00
Total Costo Estudio			\$ 2,128.80
Costo Material			
Lápiz/papel	1	\$ 1.20	\$ 1.20
Cronómetro digital	1	\$ 16.00	\$ 16.00
Calculadora	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Total Costo Material			\$ 27.20
Costo Total Estudio de Tiempos			\$ 2,156.00

Costo de modificación al proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio.

Estos costos corresponden a las modificaciones a realizarse en el sistema por parte del personal del departamento de sistemas para que la asistente de servicio pueda realizar el proceso de reaprovisionamiento de repuestos solicitados por los técnicos para las diferentes reparaciones.

**TABLA 27 CÁLCULO DE COSTOS DE PROGRAMACIÓN PARA
HABILITAR SESIÓN DE REABASTECIMIENTO A GM1 A
ASISTENTE DE SERVICIO**

<i>Costo de programación para habilitar sesión reabastecimiento a GM1</i>			
	Cantidad	Costo	Total
Horas de trabajo programación	2	\$ 4.62	\$ 9.24
Horas de trabajo capacitación	1	\$ 4.62	\$ 4.62
Costo Total Programación y Capacitación			\$ 13.86

Costo de implementar un sistema informático para control del status de las reparaciones.

El costo de esta propuesta incluye el desarrollo de un software de aplicación para la implementación del control de las reparaciones del centro de servicio usando como base el tiempo de programación y puesta en marcha por parte del programador.

**TABLA 28 CÁLCULO DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA CONTROL DE LAS
REPARACIONES**

<i>Costo de implementación de sistema informático</i>			
Actividades Sistema Informático	Cantidad Horas	Programadores	Costo
Diseñar archivos de almacenamiento de datos	16	1	\$ 73.93
Diseñar perspectiva gráfica de pantallas	4	1	\$ 18.48
Programación	12	1	\$ 55.44
Puesta en marcha en ambiente de prueba	5	1	\$ 23.10
Costo Total Implementación de sistema informático			\$ 170.95

4.3 Potenciales beneficios del sistema de gestión propuesto

Ahora se detallan los beneficios que se esperan obtener de las acciones correctoras que se plantean.

Mejoramiento de asignación de órdenes de trabajo y determinación del tiempo estándar de reparación por máquina.

El beneficio identificado es el tiempo ahorrado por reparación debido a una mejor planificación y coordinación de los trabajos de

reparación, aquí se calcula reducir en un 8% el tiempo de atención en el centro de servicio por la mayor eficiencia de reparaciones.

El valor promedio de reparación de martillos es de \$ 90.00 (20% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 8% de \$ 18.00 (\$ 1.44). Debido a que el taller realiza 1160 reparaciones de martillos al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 1,670.40. El valor promedio de reparación de otras máquinas es de \$ 50.00 (10% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 8% de \$ 5.00 (\$ 0.40). Debido a que el taller realiza 1740 reparaciones de otras máquinas al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 696.00. Sumando ambos valores se obtiene un ahorro total de \$ 2,366.40. Para los siguientes años esta cifra se ajusta con la proyección de ventas que se estima que aumente un 10% los trabajos de reparación en el centro de servicio.

Mejoramiento de proceso de solicitud de repuestos del centro de servicio.

El beneficio identificado es el tiempo ahorrado por reparación debido a un menor tiempo de atención de la solicitud de repuestos, se espera reducir un 6% el tiempo de atención en el centro de servicio, por el aumento de la disponibilidad de los técnicos en las actividades

operativas y un mejor seguimiento del estado de las solicitudes de repuestos, adicionalmente se disminuye la carga de trabajo de la asistente de logística, quién no intervendrá en la solicitud de repuestos.

El valor promedio de reparación de martillos es de \$ 90.00 (20% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 6% de \$ 18.00 (\$ 1.08). Debido a que el taller realiza 1160 reparaciones de martillos al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 1,252.80. El valor promedio de reparación de otras máquinas es de \$ 50.00 (10% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 6% de \$ 5.00 (\$ 0.30). Debido a que el taller realiza 1740 reparaciones de otras máquinas al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 522.00. Sumando ambos valores se obtiene un ahorro total de \$ 1,774.80. Para los siguientes años esta cifra se ajusta con la proyección de ventas que se estima que aumente un 10% los trabajos de reparación en el centro de servicio.

Implementación de un sistema informático para control del status de las reparaciones.

El beneficio identificado es el tiempo ahorrado por reparación debido a una mayor eficiencia administrativa de la asistente de servicio, de

acuerdo a esto, se puede reducir en un 4% el tiempo actual de reparación por el mejoramiento de las coordinaciones y la eficiencia de las actividades administrativas.

El valor promedio de reparación de martillos es de \$ 90.00 (20% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 4% de \$ 18.00 (\$ 0.72). Debido a que el taller realiza 1160 reparaciones de martillos al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 835.20. El valor promedio de reparación de otras máquinas es de \$ 50.00 (10% corresponde a mano de obra), entonces el ahorro por reparación es el 4% de \$ 5.00 (\$ 0.20). Debido a que el taller realiza 1740 reparaciones de otras máquinas al año en promedio, el ahorro anual es de \$ 348.00. Sumando ambos valores se obtiene un ahorro total de \$ 1,183.20. Para los siguientes años esta cifra se ajusta con la proyección de ventas que se estima que aumente un 10% los trabajos de reparación en el centro de servicio.

Una vez cuantificados los costos y beneficios de las propuestas de mejora, se estima el rendimiento financiero del proyecto partiendo de una proyección de 5 años de los costos de inversión, gastos y beneficios del sistema de gestión.

TABLA 29 FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS DE SISTEMA DE GESTIÓN PROPUESTO

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos +	—	\$ 5,324	\$ 5,857	\$ 6,443	\$ 7,087	\$ 7,796
Egresos -	\$ 2,341	—	—	—	—	—
Flujo neto	-\$ 2,341	\$ 5,324	\$ 5,857	\$ 6,443	\$ 7,087	\$ 7,796

En base a la tabla anterior se realiza el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el tiempo de recuperación de la inversión de gasto los cuales se muestran en el siguiente resumen:

TABLA 30 RESUMEN DE ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD, VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE SISTEMA DE GESTIÓN PROPUESTO

Parámetro	Valor	Restricción	Conclusión
Tasa Interna de Retorno	237%	237% > 16%	Factible y viable
Valor Actual Neto	\$ 18,354.98	\$ 18,354.98 > 0	Factible y viable
Período de recuperación de la inversión	6 meses	6 meses < 60 meses	Factible y viable

La Tasa Interna de Retorno del 237% es comparada con la tasa máxima interbancaria que es una variable en el Mercado, para este estudio se toma como referencia una tasa de descuento del 16%.

Debido a que la TIR es mayor que la tasa de descuento considerada la inversión es factible y viable, además la empresa cuenta con el capital para hacer frente a la inversión necesaria más aún cuando no se incurrirán en costos anuales ya que las acciones propuestas no lo requieren.

La inversión es recuperada en un tiempo menor (6 meses) a la duración de la propuesta que es de 60 meses, además que esta puede ser mantenida por tiempo indefinido debido a que son técnicas de ingeniería que favorecen tanto al cliente como a la organización, es decir, su sostenibilidad y sus efectos serán palpables en el largo plazo.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El uso de criterios de relaciones de causalidad, a modo de diagnóstico inicial de los problemas encontrados en el centro de servicio, permitió establecer un enfoque apropiado antes de la aplicación del AMFE. Se determinó que la falta de planificación de reparaciones, la falta de stock de repuestos, el incumplimiento en la entrega de fechas acordadas y la ocupación de los técnicos en otras funciones no inherentes a su puesto, como los principales problemas que inciden en los tiempos de entrega de máquinas reparadas y diagnosticadas.

2. El esquema de aplicación del AMFE proporcionó los lineamientos para formar el equipo de trabajo e identificar correctamente los problemas del proceso, lo cual sirvió como punto de partida para el desarrollo de las acciones correctoras propuestas.
3. El área donde se aplicaron las estrategias de mejora continua por medio de la metodología AMFE, el centro de servicio, es un proveedor interno del área comercial de la empresa, por ello las propuestas de mejora definidas están enfocadas a entregar mejores características de salida del proceso (reparación de una máquina) al área de ventas. Las herramientas de análisis usadas no involucran los procesos ejecutados en otras áreas.
4. Previo a la realización de este estudio, el centro de servicio no tenía conocimiento de los tiempos estándares de reparación para cada modelo de máquina y tipo de reparación lo cual no solo sirve para planificar de mejor manera las reparaciones sino para medir y controlar la eficiencia de los procesos de reparación y diagnóstico.
5. Se estableció el método de Tiempo de Procesado Ponderado más Corto (TPPC) como el método a ser empleado en la

asignación de órdenes de trabajo que servirán de base para la planificación de las reparaciones a realizarse en el centro de servicio.

6. Se evidencia como primordial el involucramiento del personal en la aplicación de la metodología AMFE, motivando la difusión de la información de los resultados obtenidos y el grado de cumplimiento de la estrategia alcanzada. Esta participación activa del personal de la empresa acompañada de una adecuada comunicación aseguran que los empleados asuman como propios los objetivos de la empresa, den su mejor esfuerzo para conseguirlos y participen activamente en las sugerencias de mejoras e iniciativas, y en las acciones correctivas que deban tomarse, viendo al sistema de gestión como una herramienta para desarrollarse y no como una amenaza a sus puestos de trabajo.
7. Resulta factible desde el punto de vista económico, la puesta en marcha de las acciones correctoras propuestas al obtener una TIR de 237% con un VAN de \$ 18.354,98 y un período de recuperación de la inversión de 6 meses.

Recomendaciones

1. Es importante que para lograr aportar a una mayor gestión eficaz de los procesos que reduzcan los gastos, incrementen la rentabilidad y al mismo tiempo aseguren la satisfacción de los clientes, las empresas consideren aplicar las herramientas de mejoras de procesos revisados en este examen complejo sobre la base de un comportamiento y compromiso de equipo de trabajo, estableciendo objetivos y mecanismos de medición, verificando resultados y aplicando acciones correctivas de acuerdo a los resultados obtenidos.
2. Es de importancia conocer los objetivos estratégicos de la empresa en virtud de poder alinear los planes de mejoras de procesos con estos objetivos trazados, logrando así el apoyo de la dirección.
3. Considerando un aumento de 10% anual en los trabajos de reparación en el centro de servicio debido al aumento de las ventas y al mejoramiento que traerán consigo las acciones correctoras propuestas, se vuelve necesario analizar la opción de contratación de otro técnico para el centro de servicio.

4. Medir el proceso de servicio de reparación de máquinas a través de los indicadores de desempeño definidos, lo cual contribuirá a conocer el estado real y actualizado de las actividades del personal y las órdenes de trabajo, detectando en el mismo los puntos débiles que convierten el indicador en negativo para tomar acciones correctivas.
5. Generar y mantener indicadores técnicos de operatividad con el fin de proporcionar datos sobre la eficacia con la que se desarrolla la actividad del centro de servicio. Estos indicadores se pueden desglosar en productividad, eficiencia operativa y eficiencia global del centro de servicio, los cuales relacionan el tiempo facturado en las reparaciones con el tiempo disponible y dedicado a los distintos trabajos.
6. Es recomendable aprovechar las bondades del sistema de información de órdenes de trabajo para llevar control diario de las distintas etapas del proceso de reparación de máquinas por medio de los reportes generados en base al ingreso de la información por parte de la asistente de servicio al mismo tiempo de buscar mejorar el sistema a través del desarrollo de nuevas aplicaciones que brinden mayor información sobre el status de las órdenes de trabajo.

ANEXOS

ANEXO A

ANALISIS DE LOS 5 ¿POR QUÉ?

Análisis de Causa 1: Falta planificación de las reparaciones

1. ¿Por qué no hay planificación de las reparaciones en el centro de servicio?

Porque no se lleva un control sobre los tipos de máquinas a diagnosticar y reparar.

2. ¿Por qué no se lleva un control de las máquinas por diagnosticar y reparar?

Porque no existe un método de asignación de órdenes de trabajo basado en los tipos y tiempos de reparación de cada máquina.

3. ¿Por qué no existe un método de asignación de órdenes de trabajo basado en los tipos y tiempos de reparación de cada máquina?

Porque no se ha hecho un análisis de los tiempos de reparación de máquinas que permita mejorar realizar una programación de las reparaciones.

4. ¿Por qué no se ha hecho un análisis de los tiempos de reparación de máquinas que permita programar de mejor manera las reparaciones?

Porque no se ha considerado el impacto que tienen los tiempos de reparación de máquinas en relación a la eficiencia y eficacia de los procesos del centro de servicio.

Análisis de Causa 2: Incumplimiento en la entrega de fechas propuestas.

1. ¿Por qué se incumple en la entrega de fechas propuestas para el diagnóstico y reparación de máquinas?

Porque no se conoce el status real en que se encuentra el flujo de órdenes de trabajo.

2. ¿Por qué no se conoce el status real en que se encuentra el flujo de órdenes de trabajo?

Porque no existe un sistema de información que permita llevar un control sobre el status en que se encuentra cada máquina y con esto poder estimar de mejor manera el tiempo de entrega.

3. ¿Por qué no existe un sistema de información que permita llevar un control sobre el status en que se encuentra cada máquina?

Porque no se ha informado al departamento de sistemas sobre la necesidad de diseñar esta herramienta de trabajo.

4. ¿Por qué no se ha informado al departamento de sistemas sobre la necesidad de diseñar un sistema de información para control de las órdenes del centro de servicio?

Porque no se ha tomado conciencia de los beneficios que se pueden conseguir al contar con un sistema de información

que brinde información precisa sobre las órdenes de trabajo para poder establecer fechas de entrega a los clientes.

Análisis de Causa 3: Disposición inadecuada de máquinas en bodega del centro de servicio.

1. ¿Por qué hay disposición inadecuada de máquinas en la bodega del centro de servicio?

Porque no hay organización en la ubicación de máquinas de acuerdo a los diferentes estados en que se encuentra el proceso de reparación de cada máquina.

2. ¿Por qué no hay organización en la ubicación de máquinas de acuerdo al status del proceso de reparación?

Porque no se ha dedicado el tiempo a ordenar la bodega para disponerla de acuerdo al estado de reparación.

3. ¿Por qué no se ha dedicado tiempo a ordenar la bodega de acuerdo al estado de reparación?

Porque no se ha tomado conciencia del tiempo improductivo que se genera cada vez que se busca una máquina en la bodega del centro de servicio.

4. ¿Por qué no se ha tomado conciencia del tiempo improductivo que genera buscar una máquina en la bodega del centro de servicio?

Porque no se ha considerado la influencia del tiempo improductivo en relación a la eficiencia sobre los procesos de reparación de máquinas.

Análisis de Causa 4: Falta de stock de repuestos.

1. ¿Por qué hay falta de stock de repuestos?

Porque no se hace análisis de rotación de inventario de los repuestos utilizados en el centro de servicio.

2. ¿Por qué no se hace análisis de la rotación de inventario de los repuestos utilizados en el centro de servicio?

Porque no se toma en cuenta los distintos índices de rotación de inventario que tienen los ítems de repuestos usados en las reparaciones.

3. ¿Por qué no se toma en cuenta los distintos índices de rotación de inventario que tienen los sku's de repuestos de las reparaciones?

Porque no se ha revisado la fórmula de reaprovisionamiento que abastece a la bodega de mostrador-taller GM1.

4. ¿Por qué no se ha revisado la fórmula de reaprovisionamiento que abastece a la bodega de mostrador-taller GM1?

Porque no se ha monitoreado la efectividad de la fórmula de reaprovisionamiento en relación a la disponibilidad de repuestos que se requieren en las órdenes de trabajo para la reparación de máquinas.

5. ¿Por qué no se ha monitoreado la efectividad de la fórmula de reaprovisionamiento en relación a la disponibilidad de repuestos requeridos en las órdenes de trabajo?

Porque no se ha medido el porcentaje de nivel de servicio de la bodega de mostrador-taller y con esto poder proponer mejoras en el proceso de reaprovisionamiento de la bodega GM1.

Análisis de Causa 5: Inadecuada disposición física del centro de servicio.

1. ¿Por qué es inadecuada la disposición física del centro de servicio?

Porque los técnicos tienen que trasladarse varias veces donde está la asistente de servicio y a la bodega mostrador-taller.

2. ¿Por qué los técnicos tienen que trasladarse varias veces donde está la asistente de servicio y a la bodega?

Porque tienen que acercarse a retirar la guía de remisión RMA y luego a retirar los repuestos que utilizarán en la reparación de máquinas.

3. ¿Por qué los técnicos tienen que acercarse a retirar la guía de remisión RMA y luego a retirar los repuestos que serán utilizados en las reparaciones?

Porque no se ha hecho un análisis que sistematice el proceso de emisión de guías de remisión de tal modo que los técnicos no tengan que ir a retirar la guía de remisión y los repuestos.

4. ¿Por qué no se ha hecho un análisis que sistematice el proceso de emisión de guías de remisión y entrega de repuestos a los técnicos?

Porque no se ha considerado la frecuencia con que los técnicos se trasladan a retirar guías de remisión y repuestos y el tiempo improductivo que estos traslados generan.

5. ¿Por qué no se ha considerado la frecuencia con que los técnicos se trasladan a retirar guías de remisión y repuestos y el tiempo improductivo que genera?

Porque no se ha medido el impacto que tiene el constante traslado de los técnicos en la productividad del centro de servicio.

Análisis de Causa 6: Técnicos ocupados en otras funciones no inherentes al puesto.

1. ¿Por qué los técnicos están ocupados en otras funciones no inherentes a su puesto?

Porque constantemente reciben llamadas telefónicas de los clientes a preguntar el estado de su máquina interrumpiendo las labores de reparación de máquinas.

2. ¿Por qué los clientes llaman a los técnicos para a preguntar el estado de su máquina?

Porque la asistente de servicio no tiene conocimiento directo sobre el estado en que se encuentra cada orden de trabajo y por tanto las llamadas son atendidas por los técnicos quienes tienen pleno conocimiento del status de las máquinas.

3. ¿Por qué la asistente de servicio no tiene conocimiento directo del estado en que se encuentra cada orden de trabajo?

Porque no cuenta con un sistema de información que permita obtener el estado de cada orden de trabajo y de esta manera poder dar información precisa a los clientes sobre el avance de la reparación de sus máquinas sin tener que preguntar a los técnicos.

4. ¿Por qué no se cuenta con un sistema de información que permita conocer el estado de cada orden de trabajo sin recurrir a preguntar a los técnicos?

Porque no se ha considerado la importancia que tiene en contar con un sistema de información para dar soporte al centro de servicio y brindar así un mejor servicio al cliente.

5. ¿Por qué no se ha considerado la importancia que tiene el contar con un sistema de información para dar soporte al centro de servicio?

Porque no se ha tomado conciencia de los beneficios que tuviera contar con un sistema para administrar información de las órdenes de trabajo en el cual se puede ingresar información, realizar consultas, búsquedas, obtener estadísticas y otras informaciones relevantes.

Análisis de Causa 7: Asesoría comercial y técnica a clientes.

1. ¿Por qué los clientes solicitan asesoría comercial y técnica a los técnicos y no al personal de ventas telefónica?

Porque cuentan con el conocimiento y experiencia suficiente para poder asesorar a los clientes acerca del uso y propiedades de herramientas eléctricas así como brindar información de repuestos que no lo tiene el personal de ventas telefónicas.

2. ¿Por qué el personal de ventas telefónicas no tiene el mismo conocimiento y experiencia que los técnicos cuentan para poder satisfacer las consultas de los clientes?

Porque no han recibido capacitación comercial sobre el uso y propiedades de las herramientas eléctricas al igual que información relacionada a servicio técnico.

3. ¿Por qué el personal de ventas telefónicas no ha recibido capacitación comercial y de servicio técnico?

Porque no se he llevado a cabo un cronograma de capacitación para el personal de ventas telefónicas sobre nuevos modelos de herramientas eléctricas al igual que prácticas en el área de taller dentro del centro de servicio.

4. ¿Por qué no se ha llevado a cabo un cronograma de capacitación sobre nuevos modelos de máquinas al igual que prácticas dentro del área de servicio técnico?

Porque la demanda de llamadas telefónicas tienen prioridad sobre la capacitación integral del personal de ventas telefónicas.

5. ¿Por qué la demanda de llamadas telefónicas de clientes tienen prioridad respecto a la capacitación del personal de ventas telefónicas?

Porque no hay establecido un programa de capacitación al personal de ventas que permita planificar con tiempo las capacitaciones sin necesidad de que se vea afectada la atención de ventas telefónicas.

Análisis de Causa 8: Demora en la entrega de repuestos.

1. ¿Por qué hay demora en la atención de entrega de repuestos de la bodega?

Porque los bodegueros se encuentran ocupados en otras actividades relacionadas a sus funciones y se deben desocupar primero.

2. ¿Por qué los bodegueros se encuentran ocupados en otras actividades relacionadas a sus funciones?

Porque no se ha asignado a una persona de la bodega que se encargue del almacenamiento y manipuleo de productos de la línea de herramientas eléctricas incluyendo los repuestos.

3. ¿Por qué no se ha asignado a una persona de la bodega que se encargue del almacenamiento y manipuleo de la línea de herramientas eléctricas?

Porque el personal de bodega no ha recibido capacitación sobre el uso y propiedades de los productos de la línea de herramientas eléctricas y de esta forma se familiaricen de mejor manera sobre sus códigos y ubicaciones en la bodega.

4. ¿Por qué el personal de bodega no ha recibido capacitación sobre el uso y propiedades de los productos de la línea de herramientas eléctricas?

Porque no se ha considerado importante la influencia que tiene el personal de bodega dentro de la mejora de la atención del servicio de recepción, almacenamiento y despacho al contar con mejor conocimiento de los productos de la línea de herramientas eléctricas.

Análisis de Causa 9: Herramientas de trabajo en mal estado.

1. ¿Por qué las herramientas de trabajo se encuentran en mal estado?

Porque las mismas no han sido sustituidas por nuevas debido al desgaste por el trabajo diario.

2. ¿Por qué las herramientas de trabajo no han sido sustituidas por nuevas?

Porque los técnicos no han avisado que las herramientas de trabajo están desgastadas y que es necesario su remplazo.

3. ¿Por qué los técnicos no han informado sobre la necesidad de remplazar las herramientas de trabajo?

Porque no se han tomado el tiempo de hacer un inventario de herramientas de trabajo para verificar el estado de cada una y de esta manera solicitar aquellas que sean necesario sustituir.

4. ¿Por qué los técnicos no han hecho inventario de herramientas de trabajo para comprobar el estado en que se encuentran las mismas?

Porque no tienen conocimiento de la influencia que tiene el trabajar con herramientas en mal estado sobre la calidad y eficiencia de las reparaciones.

5. ¿Por qué los técnicos no tienen conocimiento de la influencia que tiene el utilizar herramientas de trabajo en mal estado sobre la calidad y eficiencia de la reparación?

Porque no se han definido procedimientos ni indicadores de desempeño del centro de servicio.

Análisis de Causa 10: Equipos y herramientas de trabajo no disponibles.

1. ¿Por qué los equipos y herramientas de trabajo no están disponibles?

Porque los técnicos las prestan a otras áreas de servicio de la empresa y en ciertas ocasiones éstas se han perdido.

2. ¿Por qué los técnicos prestan los equipos y herramientas a otras áreas de servicio de la empresa y en ocasiones estas se pierden?

Porque no se les ha hecho firmar un acta de entrega de inventario de equipos y herramientas donde sean responsables por el uso y cuidado de los mismos y de esta manera sean más cuidadosos a la hora de prestar los equipos y herramientas de trabajo del taller.

3. ¿Por qué no se les ha hecho firmar un acta de entrega de inventario de equipos y herramientas de trabajo para ser custodio de los mismos?

Porque no se lleva un control del estado de los equipos y herramientas de trabajo.

4. ¿Por qué no se lleva un control del estado de los equipos y herramientas de trabajo?

Porque no se han definido procedimientos ni indicadores que monitoreen el impacto de no contar con todas las herramientas y equipos de trabajo disponible en la calidad de las reparaciones.

ANEXO B

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE MÁQUINAS

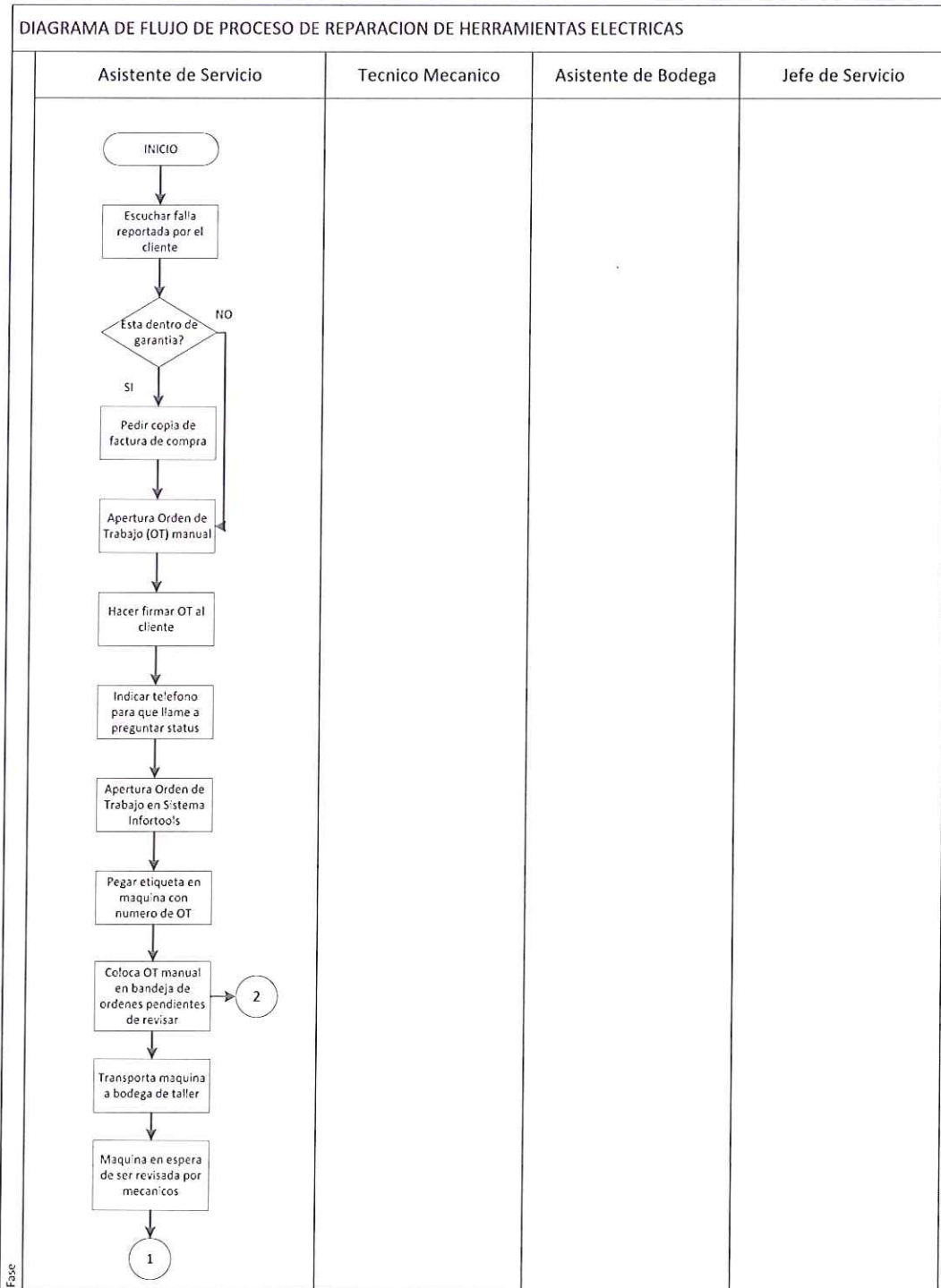


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE REPARACION DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS

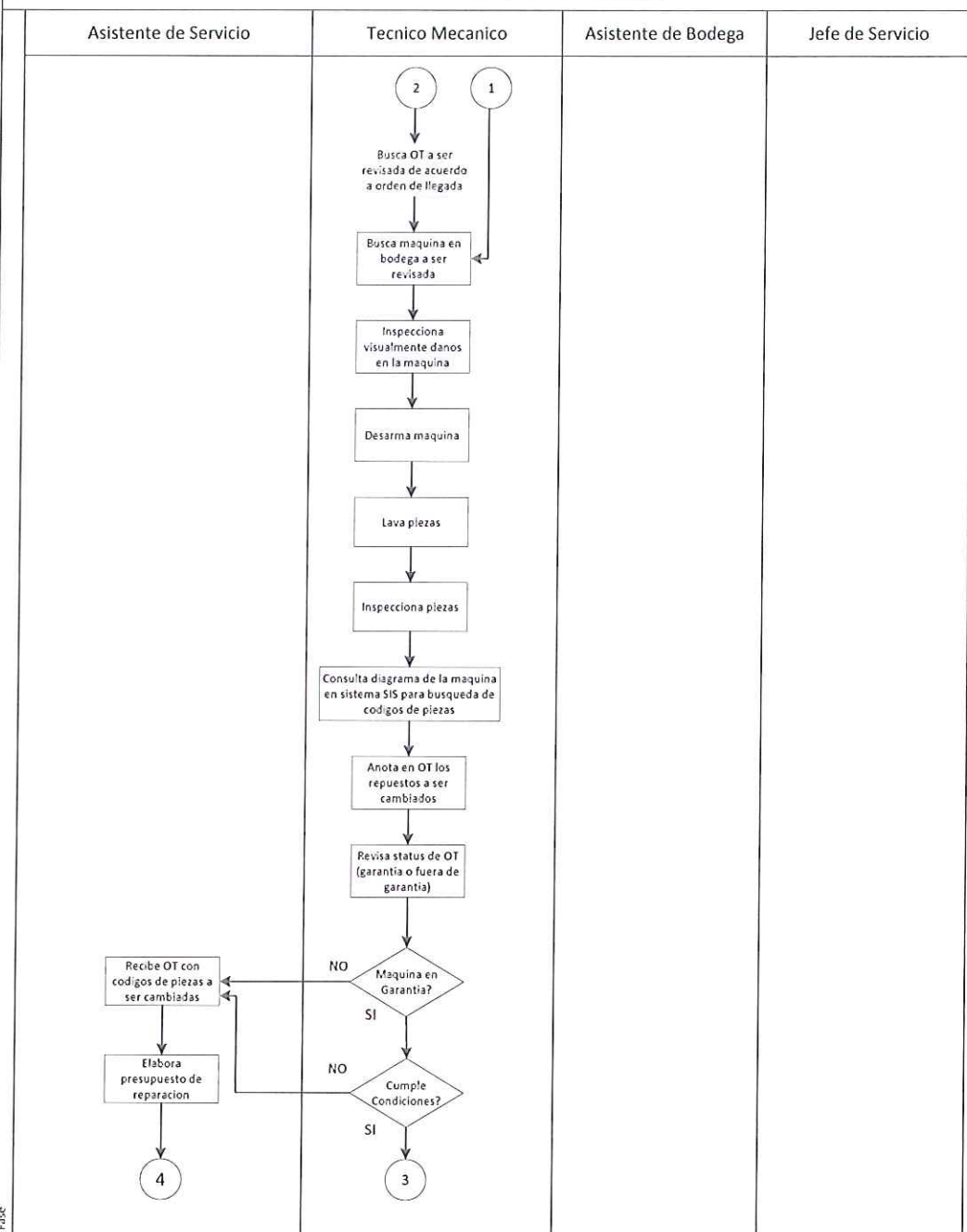


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE REPARACION DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS

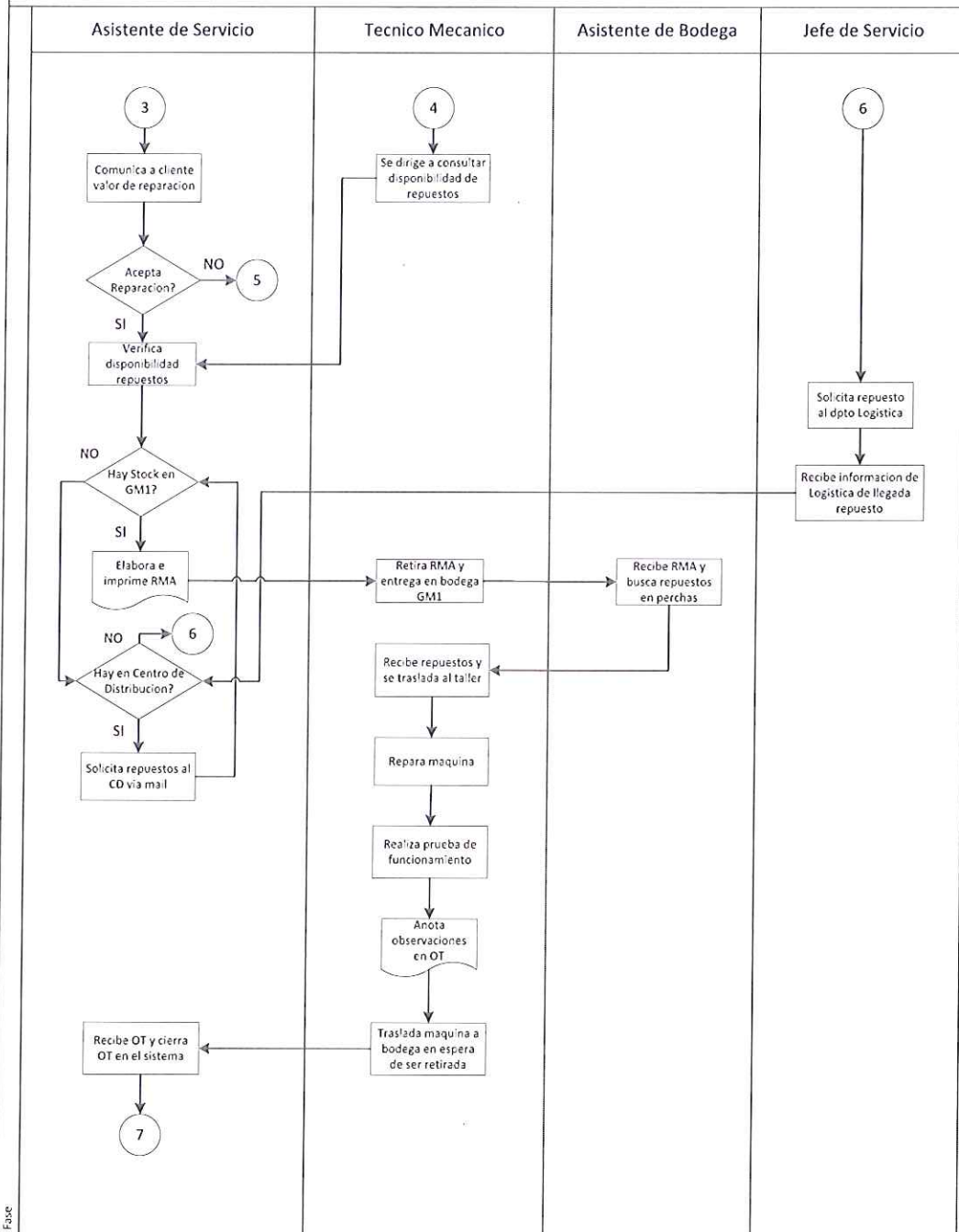
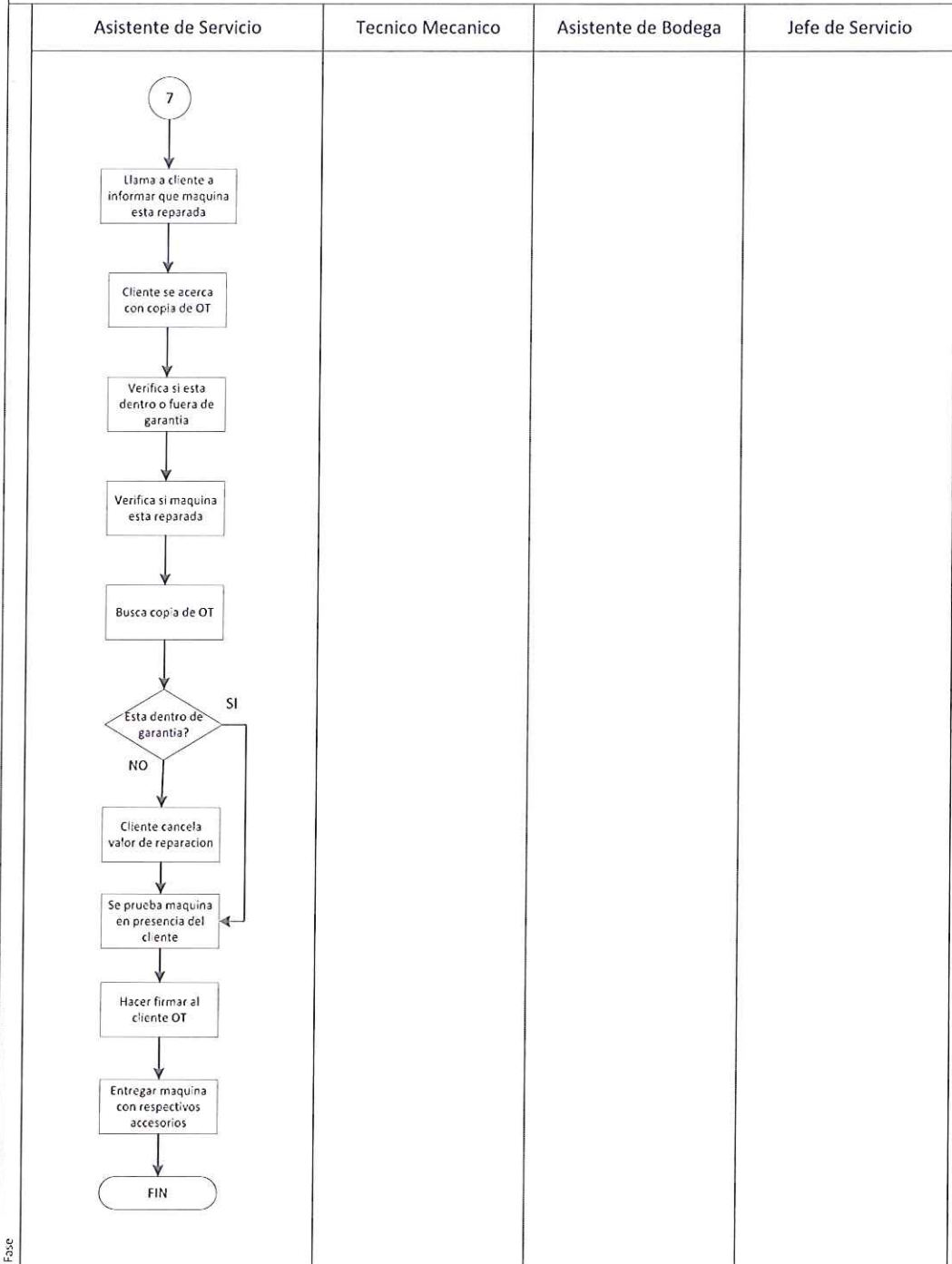


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE REPARACION DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS



ANEXO C

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE PROCESO										
RESPONSABLE: Coordinador AMIL										
ÁREA: Servicio Técnico										
ACTUAR SOBRE NPR → 100										
PROCESO: FECHA DE EDICIÓN:	Modo de fallo	Fallos Potenciales	Efecto	Causa	Controles Actuales	C	O	D	NPR	Acciones correctoras
Reparación de máquinas en el centro de servicio 30/11/2014	Falta de planificación de reparaciones	Falta método de asignación Falta establecer prioridades de atención Falta control y distribución de máquinas en proceso	Máquinas en espera de ser diagnosticadas y reparadas Demora en diagnóstico y reparación de máquinas y demora en entrega de repuestos Demora en el procesamiento de diagnóstico y reparación	NO se ha definido un método de asignación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención. No se ha definido un método de asignación de trabajos en base al tiempo y prioridad de atención. No se ha hecho un estudio de la demanda por reparaciones de máquinas y evaluar los tiempos de respuesta de reparaciones de máquinas. El método actual no considera el nivel de stock de repuestos en las estadísticas.	Ninguno Ninguno Insuficiente revisión de órdenes de trabajo en proceso	7	0	7	392	Mejorar asignación de trabajo y entrega de órdenes de servicio
	Falta de stock de repuestos en bodega OMI	Método mejoramiento no actualizado Demora entrega de repuestos desde CP1 Falta de seguimiento a repuestos pendientes de reparación Sistema informático no actualizado con códigos de repuestos	Reparaciones rechazadas por falta de stock de repuestos Tiempo improductivo de los técnicos Venta perdida debido a que el repuesto se vende a un cliente Información en sistema no actualizada al fijar stock no disponible de algún artículo que ha sido actualizado.	La existencia de repuestos en el centro de distribución al momento de solicitar los repuestos al CD no es establecida un seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos. Existen repuestos disponibles de manera de bodega.	Solicitud de repuestos para stock cada vez que llega una orden de trabajo en proceso Llamadas al Centro de Distribución a preguntar por repuestos solicitados.	0	7	0	252	Determinar el tiempo estándar del proceso de reparación de acuerdo al nivel de completitud
Reparación de máquinas en el centro de servicio	Incumplimiento en la entrega de la fecha acordada	Falta de control general del estado de la reparación Técnico es reasignado para atender a otras reparaciones. Llamadas de clientes a consultar status de sus máquinas Llamadas de servicios técnicos a consultar repuestos	Incumplimiento de entrega de máquinas que se concluyan en los diferentes procesos de diagnóstico, espera de repuesto y reparación. No existe una planificación de reparaciones que integren con el control de centro de servicio. No se cuenta con un sistema de información que permita conocer acerca del status de las máquinas en el centro de servicio. Los directivos comerciales no han dado la importancia debida a los clientes en términos de servicios telefónicos, los que se relacionan a servicio técnico.	Las máquinas que están pendientes de reparación y que se encuentran en el centro de distribución no tienen un seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos. Existen repuestos disponibles de manera de bodega.	Ninguno Ninguno Ninguno	7	6	7	294	Implementar sistema informático para control del status de las reparaciones
	Técnicos ocupados en otras funciones no inherentes a su puesto	Comentarios trasladados desde el cliente de servicio	Retraso en el proceso de flujo de procesamiento de órdenes de trabajo Intento reparar las actividades productivas de diagnóstico y reparación Tiempo improductivo de los técnicos	Los directivos comerciales no han dado la importancia debida a los clientes en términos de servicios telefónicos, los que se relacionan a servicio técnico. Las máquinas que están pendientes de reparación y que se encuentran en el centro de distribución no tienen un seguimiento a reparaciones pendientes por repuestos. Existen repuestos disponibles de manera de bodega.	Ninguno Ninguno Ninguno	5	0	3	90	
						5	0	3	90	
						4	5	5	100	
						5	5	4	100	

ANEXO D

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA CAMBIO DE INDUCIDO Y ESTATOR DE AMOLADORA ANGULAR

ESTUDIO DE TIEMPOS								
DEPTO: Herramientas Eléctricas OPERACION: Cambio de Inducido y Estator Estudio de Métodos num: 1 Máquina: Amoladora Angular Herramientas Utilizadas: CONDICIONES DE TRABAJO: CALIDAD:		SECCION: Servicio Técnico Modelo: GWS 26-180			ESTUDIO num: HOJA num: TERMINO: COMIENZO: TIEMPO TRANSCURRIDO: TECNICO: FICHA: OBSERVADO POR: FECHA: COMPROBADO:			
ELEMENTOS		NUMERO DE CICLOS (minutos)					Σ T	TPS
		1	2	3	4	5		
Prueba de encendido	T	0,2667	0,3	0,2667	0,3333	0,2833	1,45	0,29
	L	0,2667	0,3	0,2667	0,3333	0,2833		
Aflojar tornillos de carcasa y desmontar inducido	T	1,5	1,55	1,5167	1,5	1,5333	7,6	1,52
	L	1,7667	1,85	1,7834	1,8333	1,8166		
Sujetar inducido y desmontar caja engranajes y piñón	T	0,4833	0,4833	0,4667	0,5	0,5	2,4333	0,48666
	L	2,25	2,3333	2,2501	2,3333	2,3166		
Sujetar inducido y extraer rodamiento trasero	T	0,4333	0,4167	0,4333	0,4833	0,45	2,2166	0,44332
	L	2,6833	2,75	2,6834	2,8166	2,7666		
Desmontar estator de carcasa	T	0,35	0,4333	0,4667	0,5167	0,4833	2,25	0,45
	L	3,0333	3,1833	3,1501	3,3333	3,2499		
Verificar estado de estator e inducido en tester	T	0,4	0,4167	0,4333	0,3833	0,35	1,9833	0,39666
	L	3,4333	3,6	3,5834	3,7166	3,5999		
Desplazar área de lavado limpieza caja engranajes	T	0,7333	0,8	0,8	0,85	0,7667	3,95	0,79
	L	4,1666	4,4	4,3834	4,5666	4,3666		
Consultar códigos de partes en sistema	T	1,15	1,17	1,25	1,2333	1,1833	5,9866	1,19732
	L	5,3166	5,57	5,6334	5,7999	5,5499		
Trasladarse donde asistente y bodega	T	1,8333	1,8667	1,8333	1,9167	1,9667	9,4167	1,88334
	L	7,1499	7,4367	7,4667	7,7166	7,5166		
Trasladarse al área del taller	T	0,3667	0,4667	0,55	0,4167	0,35	2,1501	0,43002
	L	7,5166	7,9034	8,0167	8,1333	7,8666		
Colocar estator en carcasa	T	0,3	0,3667	0,4167	0,4	0,3333	1,8167	0,36334
	L	7,8166	8,2701	8,4334	8,5333	8,1999		
Desplazar inducido a prensa manual y colocar rodamiento	T	0,3	0,2667	0,3333	0,3667	0,3167	1,5834	0,31668
	L	8,1166	8,5368	8,7667	8,9	8,5166		
Montar piñón y caja de engranajes en inducido	T	0,4167	0,4333	0,4167	0,4	0,3833	2,05	0,41
	L	8,5333	8,9701	9,1834	9,3	8,8999		
Montar inducido en carcasa y apretar tornillos	T	0,5	0,4667	0,55	0,5333	0,5833	2,6333	0,52666
	L	9,0333	9,4368	9,7334	9,8333	9,4832		
Colocar carbones y portacarbones	T	0,6167	0,6833	0,5833	0,6	0,65	3,1333	0,62666
	L	9,65	10,1201	10,3167	10,4333	10,1332		
Conectar receptáculo de interruptor	T	0,4	0,4333	0,4	0,4167	0,3833	2,0333	0,40666
	L	10,05	10,5534	10,7167	10,85	10,5165		
Colocar grasa en caja engranajes y montar brida	T	0,7333	0,7167	0,7333	0,8	0,8167	3,8	0,76
	L	10,7833	11,2701	11,45	11,65	11,3332		
Probar máquina y colocar tiza en inducido	T	0,5333	0,5833	0,65	0,6667	0,65	3,0833	0,61666
	L	11,3166	11,8534	12,1	12,3167	11,9832		
							11,91398	

ANEXO E

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO PARA CAMBIO DE INDUCIDO Y ESTATOR DE AMOLADORA ANGULAR

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE CAMBIO DE INDUCIDO Y ESTATOR DE AMOLADORA ANGULAR								
Diagrama N°1 Hoja N°1		RESUMEN						
OBJETO: Máquina a ser reparada		ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMIA	
			Cant	Tiempo	Cant	Tiempo	Cant	Tiempo
Proceso:		Operación	○	7,19062				
Reparación de Amoladora Angular		Transporte	⇒	41,54	3,42004			
Actividad:		Demora	D	0				
Cambio de Inducido y Estator		Inspección	□	1,30332				
Método	Actual	X	Almacenamiento	▽	0			
	Propuesto							
Area/sección: Servicio Técnico		Tiempo Total		41,54				
Herramientas y Equipos Utilizados: tornillo de banco, juego de puntas torx 20 y 25, martillo de goma, llave combinada # 14, tablero de voltaje y amperaje, probador de cortocircuitos, prensa manual extractor de rodamientos, atornillador inalámbrico 10,8 V								
Elaborado por:		Aprobado por:						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			●	⇒	D	□	▽	
Prueba de encendido	N/A	0,29	○	⇒	D	■	▽	
Aflojar tornillos de carcasa y desmontar inducido	N/A	1,52	●	⇒	D	□	▽	
Sujetar inducido y desmontar caja engranajes y pinon	N/A	0,48666	●	⇒	D	□	▽	
Sujetar inducido y extraer rodamiento trasero	N/A	0,44332	●	⇒	D	□	▽	
Desmontar estator de carcasa	N/A	0,45	●	⇒	D	□	▽	
Verificar estado de estator e inducido en tester	N/A	0,39666	○	⇒	D	■	▽	
Desplazar area de lavado limpieza caja engranajes	2,67	0,79	●	⇒	D	□	▽	
Consultar códigos de partes en sistema	N/A	1,19732	●	⇒	D	□	▽	
Trasladarse donde asistente y bodega	19,31	1,88334	○	⇒	D	□	▽	
Trasladarse al área del taller	17,09	0,43002	○	⇒	D	□	▽	
Colocar estator en carcasa	N/A	0,36334	●	⇒	D	□	▽	
Desplazar inducido a prensa manual y colocar rodamiento	2,47	0,31668	●	⇒	D	□	▽	
Montar piñón y caja de engranajes en inducido	N/A	0,41	●	⇒	D	□	▽	
Montar inducido en carcasa y apretar tornillos	N/A	0,52666	●	⇒	D	□	▽	
Colocar carbones y portacarbonos	N/A	0,62666	●	⇒	D	□	▽	
Conectar receptáculo de interruptor	N/A	0,40666	●	⇒	D	□	▽	
Colocar grasa en caja engranajes y montar brida	N/A	0,76	●	⇒	D	□	▽	
Probar máquina y colocar tiza en inducido	N/A	0,61666	○	⇒	D	■	▽	
TOTAL ACTIVIDADES				13	4	0	3	0

ANEXO F

SISTEMA WESTINGHOUSE PARA CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

ANEXO G

TABLA DE CONCESIONES POR FATIGA

CONCESIONES POR FATIGA				$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		5 1 0	4 8 0	4 5 0	4 2 0
	MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA						
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	... Y MÁS	30	118	111	104	97

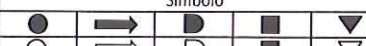
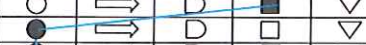

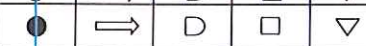


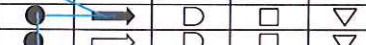
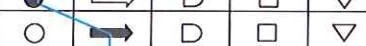




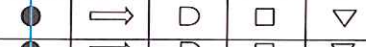
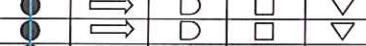


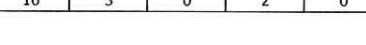




ANEXO H

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA CAMBIO DE KIT DE REPARACIÓN DE MARTILLO PERFORADOR

ESTUDIO DE TIEMPOS								
DEPTO: Herramientas Eléctricas OPERACION: Cambio de Kit de Reparacion Estudio de Métodos num: 1 Máquina: Martillo Perforador Herramientas Utilizadas: CONDICIONES DE TRABAJO: CALIDAD:		SECCION: Servicio Técnico Modelo: GBH 7-45 FR		ESTUDIO num: HOJA num: TERMINO: COMIENZO: TIEMPO TRANSCURRIDO: TECNICO: FICHA: OBSERVADO POR: FECHA: COMPROBADO:				
ELEMENTOS		NUMERO DE CICLOS (minutos)					Σ T	TPS
		1	2	3	4	5		
Probar encendido del martillo	T	0,1667	0,2	0,15	0,1667	0,1833	0,8667	0,17334
	L	0,1667	0,2	0,15	0,1667	0,1833		
Desmontar mango trasero y desconectar cable, interruptor y regulador de velocidad	T	0,3667	0,4	0,3833	0,4333	0,35	1,9333	0,38666
	L	0,5334	0,6	0,5333	0,6	0,5333		
Desmontar arandelas delanteras y capucha cobertora	T	0,8667	0,8333	0,85	0,9333	0,9167	4,4	0,88
	L	1,4001	1,4333	1,3833	1,5333	1,45		
Desmontar tapa del cuerpo y desarmar	T	0,9	0,9	0,9667	0,85	0,9833	4,6	0,92
	L	2,3001	2,3333	2,35	2,3833	2,4333		
Desmontar casquillo con juego de rodillos y portaherramientas	T	1,7667	1,7333	1,8333	1,8	1,8333	8,9666	1,79332
	L	4,0668	4,0666	4,1833	4,1833	4,2666		
Desmontar tapa del ventilador y extraer juego de carbones del portacarbon	T	0,2167	0,2667	0,2833	0,2	0,3	1,2667	0,25334
	L	4,2835	4,3333	4,4666	4,3833	4,5666		
Desmontar anillos distanciadores, rueda dentada y conjunto embolo-biela	T	0,2	0,2667	0,25	0,2	0,2833	1,2	0,24
	L	4,4835	4,6	4,7166	4,5833	4,8499		
Llevar piezas al area de lavado y lavar	T	2,25	2,4167	2,2	2,23	2,3	11,3967	2,27934
	L	6,7335	7,0167	6,9166	6,8133	7,1499		
Consultar codigo de kit de reparacion en sistema	T	0,9167	1,0833	1,0167	0,9667	1,0333	5,0167	1,00334
	L	7,6502	8,1	7,9333	7,78	8,1832		
Trasladarse donde asistente y bodega a retirar repuesto	T	2,7167	2,7667	2,6667	2,8167	2,8167	13,7835	2,7567
	L	10,3669	10,8667	10,6	10,5967	10,9999		
Trasladarse de regreso al taller	T	0,3833	0,35	0,3833	0,4333	0,4667	2,0166	0,40332
	L	10,7502	11,2167	10,9833	11,03	11,4666		
Remplazar juego de anillos y juntas incluidas en el kit de reparacion	T	4,3357	4,3	4,2833	4,3833	4,4	21,7023	4,34046
	L	15,0859	15,5167	15,2666	15,4133	15,8666		
Remplazar juego de carbones y montar tapa del ventilador	T	0,5167	0,5833	0,5333	0,55	0,5167	2,7	0,54
	L	15,6026	16,1	15,7999	15,9633	16,3833		
Lubricar y montar conjunto tubo y embolo de martillo	T	1,3833	1,3833	1,4333	1,4167	1,3667	6,9833	1,39666
	L	16,9859	17,4833	17,2332	17,38	17,75		
Lubricar y montar conjunto casquillo-portaherramientas	T	1,7333	1,7167	1,8	1,8	1,7833	8,8333	1,76666
	L	18,7192	19,2	19,0332	19,18	19,5333		
Lubricar y montar tapa del cuerpo	T	1,8	1,8667	1,9	1,85	1,8333	9,25	1,85
	L	20,5192	21,0667	20,9332	21,03	21,3666		
Colocar tapa y capucha cobertora	T	0,3167	0,4	0,3667	0,3333	0,3167	1,7334	0,34668
	L	20,8359	21,4667	21,2999	21,3633	21,6833		
Montar anillos y arandelas delanteras	T	0,5333	0,5833	0,6	0,5333	0,5667	2,8166	0,56332
	L	21,3692	22,05	21,8999	21,8966	22,25		
Conectar cable, interruptor y regulador y cerrar mango trasero	T	0,4833	0,45	0,5167	0,5667	0,45	2,4667	0,49334
	L	21,8525	22,5	22,4166	22,4633	22,7		
Realizar prueba de funcionamiento	T	0,4167	0,4667	0,4167	0,4833	0,5	2,2834	0,45668
	L	22,2692	22,9667	22,8333	22,9466	23,2		
							22,84316	

ANEXO I

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO PARA CAMBIO DE KIT DE REPARACIÓN DE MARTILLO PERFORADOR

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE CAMBIO DE KIT DE REPARACION DE MARTILLO PERFORADOR													
Diagrama N°1		Hoja N°1		RESUMEN									
OBJETO: Máquina a ser reparada				ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMIA			
						Cant		Tiempo		Cant		Tiempo	
Proceso:				Operación		16,77378							
Reparación de Martillo Perforador				Transporte		39,07		5,43936					
Actividad:				Demora		0							
Cambio de Kit de Reparación				Inspección		0,63002							
Método				Almacenamiento		0							
Actual X				Propuesto		39,07							
Distancia Total													
Area/sección: Servicio Técnico				Tiempo Total		22,84316							
Herramientas y Equipos Utilizados: tornillo de banco, juego de puntas torx 20 y 25, martillo de goma, tubo de grasa 225 ml, juego de pinzas alicates punta recta y curva, atornillador inalámbrico 10,8 V													
Elaborado por:				Aprobado por:									
Descripción				Distancia (m)		Tiempo (min)		Símbolo				Observaciones	
Prueba de encendido				N/A		0,17334							
Desmontar mango trasero, cable e interruptor				N/A		0,38666							
Desmontar arandelas delanteras y capucha cobertora				N/A		0,88							
Desmontar tapa del cuerpo y desarmar				N/A		0,92							
Desmontar casquillo con juego de rodillos y portaherramientas				N/A		1,79332							
Desmontar tapa del ventilador y extraer juego de carbones del portacarbon				N/A		0,25334							
Desmontar anillos distanciadores, rueda dentada y conjunto émbolo-biela				N/A		0,24							
Llevar piezas al área de lavado y lavar				2,67		2,27934							
Consultar código de kit de reparación en sistema				N/A		1,00334							
Trasladarse donde asistente y bodega a retirar repuesto				19,31		2,7567							
Trasladarse de regreso al taller				17,09		0,40332							
Remplazar juego de anillos y juntas incluidas en el kit de reparación				N/A		4,34046							
Remplazar juego de carbones y montar tapa del ventilador				N/A		0,54							
Lubricar y montar conjunto tubo-émbolo de martillo				N/A		1,39666							
Lubricar y montar conjunto casquillo-portaherramientas				N/A		1,76666							
Lubricar y montar tapa del cuerpo				N/A		1,85							
Colocar tapa y capucha cobertora				N/A		0,34668							
Montar anillos y arandelas delanteras				N/A		0,56332							
Conectar cable, interruptor y regulador y cerrar mango				N/A		0,49334							
Realizar prueba de funcionamiento				N/A		0,45668							
TOTAL ACTIVIDADES													

ANEXO J

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA CAMBIO DE MOTOR DE INSTALACIÓN DE 27 KILOS

ESTUDIO DE TIEMPOS								
DEPTO: Herramientas Eléctricas		SECCION: Servicio Técnico			ESTUDIO num:			
OPERACION: Cambio de Motor de Instalacion					HOJA num:			
Estudio de Métodos num: 1					TERMINO:			
Máquina: Martillo Demoledor		Modelo: GSH 28			COMIENZO:			
Herramientas Utilizadas:					TIEMPO TRANSCURRIDO:			
CONDICIONES DE TRABAJO:					TECNICO:			
CALIDAD:					FICHA:			
					OBSERVADO POR:			
					FECHA:			
					COMPROBADO:			
ELEMENTOS	T	NUMERO DE CICLOS (minutos)					Σ T	TPS
		1	2	3	4	5		
Probar funcionamiento del martillo	T	0,1667	0,15	0,2	0,1833	0,1167	0,8167	0,16334
	L	0,1667	0,15	0,2	0,1833	0,1167		
Desmontar capuchar cobertora y mango del interruptor	T	0,4167	0,3833	0,4667	0,5	0,5333	2,3	0,46
	L	0,5834	0,5333	0,6667	0,6833	0,65		
Desmontar interruptor y cable de conexión	T	0,8167	0,8833	0,9833	0,95	1,0333	4,6666	0,93332
	L	1,4001	1,4166	1,65	1,6333	1,6833		
Desmontar tapa del ventilador	T	0,3833	0,55	0,4667	0,4833	0,5333	2,4166	0,48332
	L	1,7834	1,9666	2,1167	2,1166	2,2166		
Desmontar tapa de cojinete con inducido y desconectar terminales del estator	T	0,2333	0,1833	0,3	0,3	0,3333	1,3499	0,26998
	L	2,0167	2,1499	2,4167	2,4166	2,5499		
Desmontar estator con caja aislante	T	0,2333	0,1833	0,3	0,3	0,3333	1,3499	0,26998
	L	2,25	2,3332	2,7167	2,7166	2,8832		
Verificar estado del inducido y estator en comprobadores	T	0,1833	0,1833	0,2167	0,25	0,3333	1,1666	0,23332
	L	2,4333	2,5165	2,9334	2,9666	3,2165		
Consultar código de motor de instalación en sistema y anotar en OT	T	0,8167	0,7333	0,6667	0,75	0,7	3,6667	0,73334
	L	3,25	3,2498	3,6001	3,7166	3,9165		
Trasladarse donde asistente y bodega a retirar repuesto	T	2,32	2,4167	2,6667	2,8167	2,3333	12,5534	2,51068
	L	5,57	5,6665	6,2668	6,5333	6,2498		
Trasladarse de regreso al taller	T	0,41667	0,3333	0,25	0,3	0,2833	1,58327	0,316654
	L	5,98667	5,9998	6,5168	6,8333	6,5331		
Montar motor de instalación y cerrar tapa de cojinete	T	0,7	0,8333	0,7667	0,8667	0,85	4,0167	0,80334
	L	6,68667	6,8331	7,2835	7,7	7,3831		
Montar tapa del ventilador	T	0,6833	0,65	0,6	0,6833	0,7333	3,3499	0,66998
	L	7,36997	7,4831	7,8835	8,3833	8,1164		
Montar interruptor y cable de conexión	T	0,5167	0,4833	0,5667	0,55	0,5	2,6167	0,52334
	L	7,88667	7,9664	8,4502	8,9333	8,6164		
Montar capuchar cobertora	T	0,3333	0,2667	0,25	0,2667	0,3333	1,45	0,29
	L	8,21997	8,2331	8,7002	9,2	8,9497		
Probar funcionamiento del martillo	T	0,2833	0,3333	0,35	0,3	0,3333	1,5999	0,31998
	L	8,50327	8,5664	9,0502	9,5	9,283		
							8,980574	

ANEXO K

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO PARA CAMBIO DE MOTOR DE INSTALACIÓN DE MARTILLO DEMOLEDOR DE 27 KILOS

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE CAMBIO DE MOTOR DE INSTALACION DE MARTILLO DEMOLEDOR											
Diagrama N°1		Hoja N°1		RESUMEN							
OBJETO: Máquina a ser reparada				ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMIA	
						Cant	Tiempo	Cant	Tiempo	Cant	Tiempo
Proceso:				Operación	○		5,4366				
Reparación de Martillo Demoledor				Transporte	⇒	36,4	2,827234				
Actividad:				Demora	D						
Cambio de Motor de Instalacion				Inspección	□		0,71664				
Método		Actual X		Almacenamiento	▽						
		Propuesto		Distancia Total		36,4					
Area/sección: Servicio Técnico				Tiempo Total			8,980474				
Herramientas y Equipos Utilizados: juego de puntas torx 20 y 25, probador de cortocircuitos, multímetro digital, atornillador inalámbrico 10,8 V, desarmador plano, llave combinada # 17, sellador para tornillos											
Elaborado por:				Aprobado por:							
Descripción				Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
						●	⇒	D	□	▽	
Probar funcionamiento del martillo				N/A	0,16334	○	⇒	D	□	▽	
Desmontar capuchar cobertura y mango del interruptor				N/A	0,46	●	⇒	D	□	▽	
Desmontar interruptor y cable de conexión				N/A	0,93332	●	⇒	D	□	▽	
Desmontar tapa del ventilador				N/A	0,48332	●	⇒	D	□	▽	
Desmontar tapa de cojinete con inducido y desconectar terminales del estator				N/A	0,26998	●	⇒	D	□	▽	
Desmontar estator con caja aislante				N/A	0,26998	●	⇒	D	□	▽	
Verificar estado del inducido y estator en comprobadores				N/A	0,23332	○	⇒	D	□	▽	
Consultar código de motor de instalación en sistema y anotar en OT				N/A	0,73334	●	⇒	D	□	▽	
Trasladarse donde asistente y bodega a retirar repuesto				19,31	2,51068	○	⇒	D	□	▽	
Trasladarse de regreso al taller				17,09	0,316554	○	⇒	D	□	▽	
Montar motor de instalación y cerrar tapa de cojinete				N/A	0,80334	●	⇒	D	□	▽	
Montar tapa del ventilador				N/A	0,66998	●	⇒	D	□	▽	
Montar interruptor y cable de conexión				N/A	0,52334	●	⇒	D	□	▽	
Montar capuchar cobertura				N/A	0,29	●	⇒	D	□	▽	
Probar funcionamiento del martillo				N/A	0,31998	○	⇒	D	□	▽	
TOTAL ACTIVIDADES						10	3	0	3	0	

ANEXO L

TIEMPOS ESTÁNDARES DE REPARACIÓN POR TIPO DE MÁQUINA

	Taladros 3/8" y 1/2"	Atomiladoras	Talladores a Batería	Lijadoras	Cepillos	Sierras Portátiles	Sierras Estacionarias	Amoladoras Rectas	Amoladoras Angulares	Martillos < 4 Kg	Martillos > 4 Kg	
												TIEMPO (MINUTOS)
REPARACIONES PARCIALES												
Mantenimiento Preventivo	18,16	17,1	24,58	30,54	23,14	26,21	40,19	23,34	35,43	32,45	42,14	
Sistema de engranaje	13,22	14,55	22,42	N/A	12,07	17,15	24,34	N/A	12,31	26,12	27,84	
Carcasa del motor	17,43	22,05	23,32	35,27	22,08	24,56	28,55	18,21	29,34	19,12	23,35	
Sistema de alimentación	7,08	6,45	N/A	12,31	10,57	8,44	11,44	6,14	9,48	9,17	10,14	
Inducido y/o Estator	15,25	18,43	22,35	25,18	20,56	22,23	26,24	16,45	27,18	19,22	13,77	
Sistema de Embraque	N/A	13,31	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	26,58	28,76	
Componente Eléctrico	5,51	8,47	5,25	7,09	7,39	6,54	9,51	7,34	8,48	14,13	17,15	
Sistema mecanismo percutor	7,43	N/A	22,14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24,45	26,72	
Sistema Portátil	13,53	6,5	13,27	6,17	N/A	N/A	N/A	6,1	N/A	11,52	13,46	
Kit de Reparación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	32,22	35,01	

N/A = No aplica

BIBLIOGRAFÍA

1. MILLER, FREUND, JOHNSON, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, Cuarta Edición, Prentice Hall, 1998.
2. ROSADO PAÚL, "Propuesta para Mejorar el Servicio al Cliente en los trabajos de Mantenimiento y Reparación en el taller Dieselectra S.A. bajo las normas ISO 9001:2000". (Tesis, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, 2004).
3. SUMANTH DAVID, Ingeniería y Administración de la Productividad, México Mc Graw Hill, 1998.
4. PACHECO HUGO, "Diseño de un Plan de Calidad para un Centro de Distribución de Productos de Consumo Masivo mediante la Utilización de la Técnica AMFE". (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009).
5. CLAUDIO PEDRO, "Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de

Maquinaria”. (Tesis, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2011).

6. KUME H. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad, Editorial Norma S.A., Bogota, 1993.
7. <https://prezi.com/pr8ksmmk5hnq/analisis-modal-de-fallas-y-efectos-amfe/>
8. <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>
9. <http://www.monografias.com/trabajos96/aplicacion-del-estudio-tiempo-empresa-metalmechanica/aplicacion-del-estudio-tiempo-empresa-metalmechanica.shtml>
10. <http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/prof/io/io04005/anejos/explica9.pdf>