



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE -RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CÁTEDRA: INGENIERÍA DE METODOS**

**Reubicación del almacén de equipos
reparados y disminución de traslados de la
empresa HIDROBOMBAS C.A para la mejora
en su proceso aplicando las herramientas de
Ingeniería de Métodos.**

PROFESOR:

Ing. MSc Iván Turmero

INTEGRANTES:

García Vanessa
García Nathaly
Patiño Victoria
Rondón Liseth
Veracierta Lianny

Puerto Ordaz, 03/08/2009



INDICE

	Pág.
Introducción.....	6
CAPITULO I. El problema	
Antecedentes.....	7
Planteamiento del problema.....	7
Justificación.....	9
Objetivos generales.....	10
Objetivos específicos.....	10
CAPITULO II. Generalidades de la empresa	
Ubicación.....	12
Reseña histórica.....	12
Objetivos.....	13
Misión.....	13
Visión.....	14
Valores.....	14
Proceso productivo.....	14
Estructura organizativa de la empresa.....	15
Funciones.....	16
CAPITULO III. Marco teórico	
Ingeniería de métodos.....	18
Alcances de la ingeniería de métodos.....	19
Ramas de la ingeniería de métodos.....	19
Estudio de movimientos.....	20
Procedimiento para realizar un estudio de métodos según la OIT.....	20
Técnicas del interrogatorio.....	22



Diagramas de operaciones.....	24
Elaboración de diagramas de operaciones	25
Utilización del diagrama de operaciones	25
Diagrama de proceso.....	26
Estructura grafica del diagrama de operaciones y proceso.....	27
Símbolos del diagrama de operaciones.....	27
Casos particulares de los diagramas.....	28
Diagrama de flujo recorrido.....	30
Objetivos.....	30
Identificación.....	30
Recomendaciones para la construcción del diagrama de flujo.....	30
Análisis operacional.....	31
Enfoques primarios.....	31
Estudio de tiempo.....	33
Elementos y preparación para el estudio de tiempo.....	33
Análisis de comprobación del método de trabajo.....	34
Ejecución del estudio de tiempo.....	35
Estudio de tiempo con cronometro.....	36
Pasos para su realización.....	36
Tiempo estándar.....	37
Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar.....	38
Método de calificación (sistema Westinghouse).....	38
Estudio de muestreo.....	41
Importancia del muestreo.....	44
Gráficos de control.....	46
Diagrama de Pareto.....	46
Propósitos generales del diagrama de Pareto.....	48
Bomba.....	48
Tipos de bombas.....	48
Tornos.....	49



Cepillo eléctrico de alambre.....49
Lija.....50

CAPITULO IV. Diseño metodológico

Tipo de investigación.....51
Diseño de la investigación.....51
Población y muestra.....52
Técnica e instrumentos de recolección de datos.....52
Metodología.....54

CAPITULO V. Situación actual

Técnicas del interrogatorio.....55
Preguntas preliminares.....55
Preguntas de la OIT.....58
Análisis operacional.....63
Análisis del examen crítico.....72
Descripción del método de trabajo actual.....73
Diagrama de proceso actual.....78
Análisis general del proceso actual.....87

CAPITULO VI. Situación propuesta

Descripción del método propuesto.....89
Diagrama de operaciones propuesto.....94
Análisis del método de trabajo propuesto.....103

CAPITULO VII. Estudio de tiempo

Tiempo estándar.....105
Tiempo de desarmado de la bomba.....105
Cálculo del tiempo estándar de la operación de desarmado.....106
Cálculo del intervalo de confianza.....107



Cálculo del intervalo de la muestra.....	107
Cálculo del tiempo estándar de la operación.....	107
Cálculo del coeficiente de velocidad del operario.....	108
Cálculo del tiempo normal.....	109
Cálculo de las tolerancias.....	110
Cálculo de la jornada efectiva de trabajo.....	111
Muestreo del trabajo.....	112
Números aleatorios.....	113
Procedimiento para realizar el muestreo del trabajo.....	113
Formato del muestreo de trabajo.....	115
Tabla de observaciones totales.....	121
Cálculo del porcentaje de ocurrencia del evento.....	122
Cálculo de eficiencia e ineficiencia del operario.....	123
Cálculo de la desviación estándar.....	123
Cálculo de los límites de control.....	124
Tabla de límites de control y probabilidad.....	125
Diagrama de Pareto.....	126
Tabla de datos para el diagrama de Pareto.....	127
Conclusión.....	129
Recomendaciones.....	130
Bibliografía.....	131
Anexos.....	132
Apéndices.....	135



INTRODUCCION

Toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo o preste un servicio, siempre está en la búsqueda de crecer y aumentar su rentabilidad y el camino ideal para lograrlo es a través del aumento de su productividad.

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos y de esta manera proponer una mejor forma de realización del trabajo, incrementando su productividad y haciendo el mejor aprovechamiento de los recursos que posee.

Es por esto que el estudio que se va a desarrollar consiste realizar una investigación del proceso de reparación de equipos hidroneumáticos que se desarrolla en la empresa HIDROBOMBAS C.A con la finalidad de someter cada una de las operaciones y condiciones de trabajo a un estudio a fondo para determinar cuáles son las causas que limitan al proceso a un nivel de productividad y proponer los cambios que sean necesarios para mejorar esa condición.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

ANTECEDENTES

Hidrobombas, C.A fue creada con el objetivo principal de brindarle al cliente un servicio de óptima calidad, que abarcará la venta de equipos, asistencia técnica, y servicio de instalación y mantenimiento el cual no existía de manera integral para esa época en Ciudad Guayana.

En un principio la solicitud por parte de los clientes era poca ya que la empresa estaba en sus inicios y el espacio físico destinado para la realización de las distintas actividades era suficiente entre ellos el taller, almacén de materias primas y equipos reparados lo cual permitía a los operarios trabajar cómodamente en las instalaciones.

Actualmente, la empresa ha adquirido prestigio y la demanda de sus productos y servicios se ha incrementado lo cual es beneficioso para la misma, sin embargo, se presenta que las distintas áreas nombradas anteriormente han quedado muy limitadas por lo tanto dificulta el desenvolvimiento de los movimientos de los operarios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

HIDROBOMBAS, C.A es una empresa que brinda servicios internos y a domicilio, reparaciones, ventas e instalación de una diversidad de equipos hidroneumáticos. Se caracteriza por ser eficiente, es decir, que usa de la mejor manera posible los recursos para llevar a cabo sus actividades, en búsqueda de la satisfacción del cliente.



Esta empresa cuenta con la tecnología necesaria para llevar a cabo las diversas actividades desde la parte gerencial hasta la prestación de servicios. La misma posee un sistema de comunicación entre sus departamentos con el fin de facilitar el manejo de información por medio de formularios y software para las diferentes situaciones que se soliciten, por tanto agiliza el proceso, es más organizado y eficaz.

Con referencia a las instalaciones de la empresa, esta cuenta con un área administrativa, área de taller (donde se realiza las reparaciones y servicios), un patio donde se encuentra el área de soldadura, pintura y banco de prueba, un almacén de materias primas y de productos terminados donde el operario lleva a cabo las diferentes tareas.

A lo largo del tiempo el espacio físico ha quedado limitado por el crecimiento de la empresa, ya que la prestación de servicios ha aumentado, esto a su vez ha causado desorganización al momento de almacenar los equipos reparados. Los cuales son ubicados dentro del área de taller, debido que el espacio que se tenía previsto para ello es insuficiente, por consiguiente entorpece el desarrollo del proceso que se ejecuta en la empresa, es decir, interrumpe el movimiento de los operarios en el área de taller causando demoras. Otra causa por lo cual la empresa no posee suficiente espacio disponible es el almacenaje indebido de desperdicios y chatarras.

Para mejorar la distribución del espacio de trabajo específicamente del almacenamiento de productos reparados se debe realizar un estudio de movimientos y tiempo con la finalidad de optimizar el proceso, garantizar mejores condiciones de trabajo y asegurar la satisfacción del cliente.



JUSTIFICACIÓN

Las empresas siempre deben buscar la mejora en sus procesos, para ello deben identificar los problemas que se presentan y cuáles son las causas que lo generan para solucionarlos, y de esta manera garantizar un buen desempeño de las actividades y crear confianza por parte del cliente.

En el caso particular de Hidrobombas CA, se encargan de la venta y reparación de bombas de distintos tipos. Para efecto del proyecto se tomará como referencia la reparación de bombas de tipo domésticas de 1Hp, siendo éstas las que generan mayor demanda.

El inconveniente más significativo que presenta la empresa es la ubicación de los equipos una vez que son reparados esto afecta directamente el desenvolvimiento de las actividades en el proceso, causando demoras, interrumpiendo los traslados del material, así como dificultando el movimiento del operario en su área de trabajo. Por estas razones este problema se ha tomado como objeto de estudio, con la finalidad de proponer cambios en la distribución y almacenaje que puedan mejorar el rendimiento del proceso.

Para ello se debe realizar un estudio detallado de los orígenes del problema, basados en el seguimiento que se realizará al material puesto que este se involucra directamente con el problema.



OBJETIVOS GENERALES

Analizar las causas que afectan el proceso de reparación de equipos hidroneumáticos con la finalidad de evaluar posibles mejoras, utilizando como he-

rramienta la ingeniería de métodos y de esta manera fortalecer el proceso que allí se lleva a cabo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar visitas a la empresa con el fin de observar realmente como se efectúa la jornada de trabajo.
- ✓ Realizar la recolección de la información, suministrada por los operarios y cerciorarse con la auténtica realidad.
- ✓ Realizar el examen crítico diseñado por la OIT, con la finalidad de evaluar las posibles fallas existentes en el proceso o condiciones de trabajo inadecuadas.
- ✓ Describir el método de trabajo actual que se desarrolla en la empresa en las distintas áreas donde se lleva a cabo el proceso de reparación.
- ✓ Elaborar el diagrama de proceso de la actividad de reparación de bombas para así visualizar detalladamente cada una de las operaciones.
- ✓ Sustentar con un diagrama de flujo de recorrido la información del proceso, para apreciar detalladamente los recorridos y movimientos efectuados por los operarios.



- ✓ Realizar en estudio de tiempos con la finalidad de establecer el tiempo de duración promedio que tarda un elemento del proceso de reparación y compararlo con los estándares.

- ✓ Realizar un estudio de muestreo donde se evalúe la eficiencia o ineficiencia del operario mientras desempeña sus labores y establecer posibles mejoras que permitan aumentar la eficiencia o disminuir la ineficiencia según sea el caso.

- ✓ Plantear un método de trabajo propuesto a la empresa con el fin de solucionar los problemas o simplemente mejorar algunos aspectos en el proceso y así aumentar la efectividad y productividad de la empresa.



GENERALIDADES DE LA EMPRESA

UBICACIÓN

HIDROBOMBAS, C.A se encuentra ubicada en la calle Ventuari, Zona Industrial Unare I, al lado de la Rectificadora C.A Puerto Ordaz Estado Bolívar-Venezuela.

RESEÑA HISTORICA

En 1978 fue fundada HIDROBOMBAS C.A., con el objetivo principal de brindarle al cliente un servicio de óptima calidad, que abarcará la venta de equipos, asistencia técnica, y servicios de instalación y mantenimiento, el cual no existía de una manera integral para esa época en Ciudad Guayana.

Inicialmente la empresa limita sus operaciones, a la venta e instalación de sistemas hidroneumáticos en viviendas e instalaciones en general; sin embargo, con el paso de los años, la experiencia obtenida y los excelentes resultados y respuesta del mercado local, HIDROBOMBAS, C.A. se ha ido sometiendo a una actualización progresiva y constante en nuevas tecnologías, que le ha valido no solo abarcar todo el campo de sistemas de manejo de aguas y sus diferentes usuarios en el Estado Bolívar sino que también sus servicios han trascendidos el territorio regional, haciendo presencia en industrias de otros estados.

El crecimiento de HIDROBOMBAS, C.A. a sido tal, que en la actualidad la empresa mantiene relaciones con proveedores y fabricantes nacionales e internacionales de reconocida trayectoria en sus productos.

Hoy en día HIDROBOMBAS, C.A. mantiene relaciones con empresas de diferentes mercados, tales como; Industrias Energéticas (C.V.G. EDELCA)



Mineras (PROMOTORA MINERA GUAYANA, C.V.G. MINERVEN, C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.V.G. BAUXILUM, entre otras), Metalúrgicas (SIDOR, C.V.G. ALCASA, C.V.G. VENALUM, ORINOCO IRON, FIBRANOVA, SURAL, COMSIGUA, entre otras), Petroleras e industria pesada (PDVSA), Organizaciones gubernamentales de suministro de agua (HIDROBOLÍVAR, AGUAS DE MONAGAS y otras empresas hidrológicas del país) y Empresas medianas (DELL' ACQUA).

Actualmente cuenta con una nómina de más de 45 personas, las cuales laboran en una moderna instalación de 1200 m², con espacios físicos bien delimitados para oficinas, taller y depósito; todo esto en un área de terreno de 2400 m².

OBJETIVOS

Coordinar, Planear, Organizar, Dirigir y Controlar en conjunto con los jefes de departamentos todas las acciones que competen a la empresa para su buen funcionamiento y servicio. Asimismo Ofrecer la más alta calidad de ayuda en cuanto a mantenimiento, reparación e instalación de los equipos, manteniendo así una buena relación de confianza y seguridad con los clientes. Además busca maximizar la rentabilidad, con intereses de crecer y aumentar el poder en el mercado, lo cual le reportará beneficios en el futuro.

MISION

La misión de HIDROBOMBAS, C.A. es satisfacer las necesidades industriales de ventas, asistencia técnica, instalación, mantenimiento y reparación de sistemas hidroneumáticos y equipos de tratamiento de agua, brindando a sus clientes productos de excelente calidad, con una atención especializada y personalizada.



VISION

Ser la empresa líder en proporcionar soluciones a las necesidades industriales relacionadas a las aplicaciones de los sistemas hidroneumáticos y de tratamiento de agua a nivel nacional y con reconocimiento internacional por la calidad de los productos y servicios ofrecidos a sus clientes.

VALORES

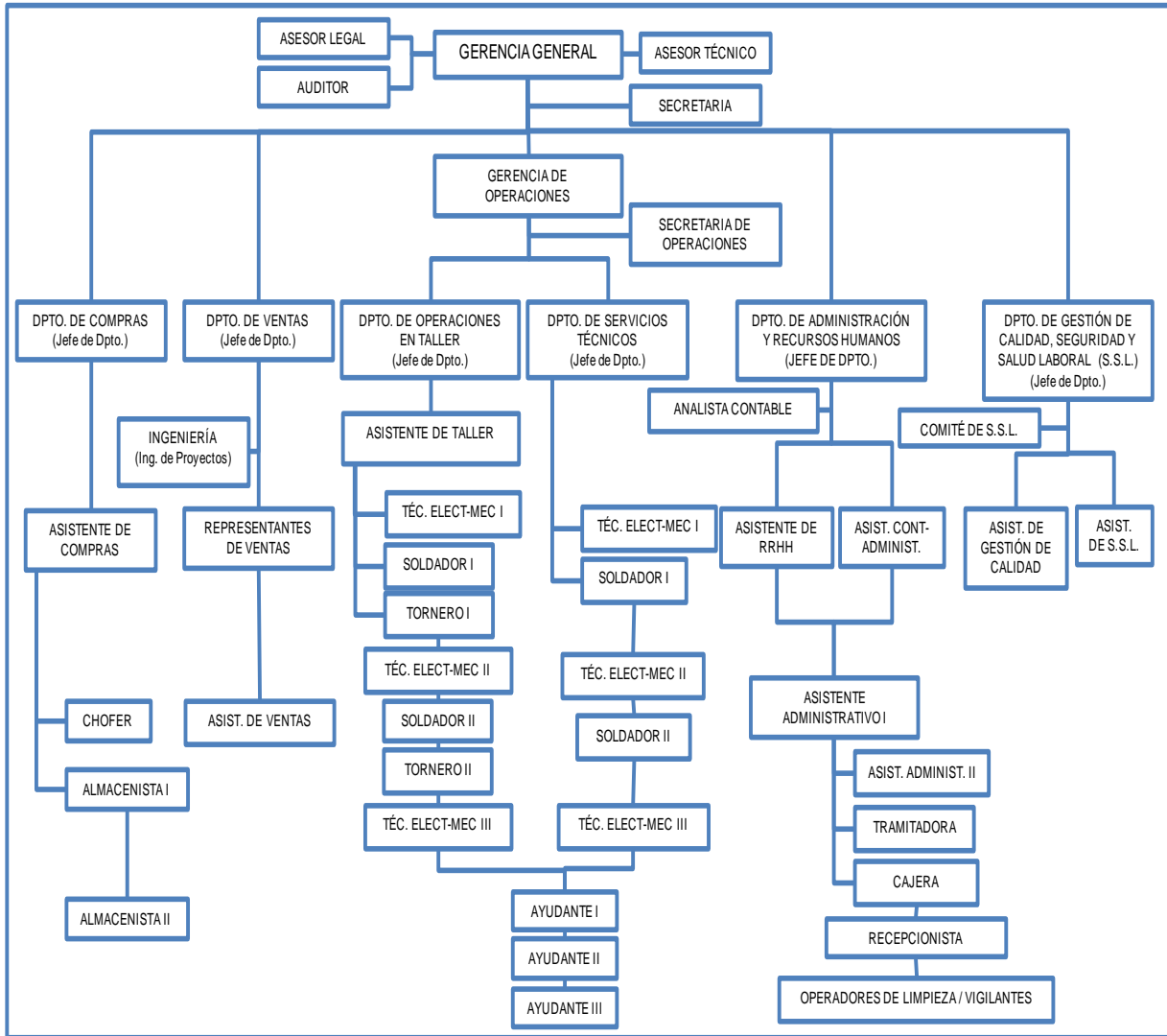
- ✓ Oportunidad
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Confiabilidad
- ✓ Vocación de servicio

PROCESO PRODUCTIVO

HIDROBOMBAS C.A tiene como proceso productivo brindar a los clientes los siguientes servicios: suministro e instalación de sistemas de bombeo para cualquier fluido (aguas limpias, aguas negras, aguas residuales, manejo de crudos, lodos de perforación, productos químicos, entre otros), así como el suministro e instalación de sistemas de filtrado para todo tipo de agua, sistemas anti-incendio, compresores y sopladores de aire, plantas de tratamiento de aguas, lavado a presión e hidroneumáticos y sistemas de riego.

ORGANIGRAMA

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE HIDROBOMBAS





FUNCIONES

- ✓ Planificar todas las actividades de la empresa.
- ✓ Organizar, dirigir, supervisar y coordinar todas las actividades de la empresa.

- ✓ Velar por el cumplimiento de la visión y misión de la empresa.
- ✓ Aprobar las políticas, normas y procedimientos que rigen las operaciones de la empresa y velar por el cumplimiento de las mismas.
- ✓ Realizar las compras generales de la empresa (stock, materiales, repuestos, insumos, otros).
- ✓ Mantener la custodia registro y control de los almacenes de la empresas
- ✓ Realizar los servicios de mantenimiento y reparación de equipos solicitados por los clientes.
- ✓ Hacer cumplir las garantías entregadas por HIDROBOMBAS por los equipos y/o reparaciones hechas.
- ✓ Mantener al día las obligaciones fiscales e impositivas de la empresa.
- ✓ Planificar y ejecutar planes y políticas concernientes a reclutar, seleccionar, adiestrar personal para la empresa.
- ✓ Incrementar los ingresos de la empresa, realizando el servicio y venta mediante el cumplimiento de manera responsable con los clientes de acuerdo a la calidad solicitada.
- ✓ Realizar la evaluación del personal.
- ✓ Elaborar y cancelar la nomina a los trabajadores.
- ✓ Diseñar, ejecutar, controlar, implementar y mantener el sistema de gestión de la seguridad en la empresa.
- ✓ Mantener las obligaciones de ley, con las instituciones reguladoras del estado al día en materia de seguridad y salud laboral rigiéndose por las normas establecidas por la LOPCYMAT e INSAPSEL.



Ingeniería de Métodos



- ✓ Investigar, notificar y divulgar los Accidentes dentro de la empresa, así como, realizar las notificaciones ante los entes del estado.
- ✓ Elaborar tácticas, planes y metodologías para la eficaz comercialización y mercadeo de los productos y Servicios.
- ✓ Realizar la contabilidad de los recursos de la empresa.
- ✓ Presentar ante la junta directiva; la memoria anual, balance general y ejecución presupuestaria, para su consideración y aprobación.



MARCO TEÓRICO

Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que este sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida.

La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procedimientos herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de ingeniería de producción. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación maquina- trabajador eficiente. Una vez establecido el método completo, la responsabilidad de determinar el tiempo estándar requerido para fabricar un producto se encuentra dentro del alcance de ese trabajo. También incluye la responsabilidad de un seguimiento para asegurar que:

- a) se cumplan los estándares predeterminados.
- b) los trabajadores tienen una compensación adecuada por su producción, habilidades, responsabilidades y experiencias.
- c) que los trabajadores estén satisfecho con su trabajo.

Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de las utilidades de la empresa, analizando:

- ✓ Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.
- ✓ El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones
- ✓ El tiempo de ejecución y preparación.



- ✓ La energía tanto humana como física mediante una utilización racional de todos los medios disponibles.

Alcances de la ingeniería de métodos

- ✓ Diseño, formulación y selección de los mejores: Métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.
- ✓ El mejor método debe relacionarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina.
- ✓ Enseguida, determinar el tiempo requerido para fabricar el producto de acuerdo al alcance del trabajo.
- ✓ Cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento

Todas estas medidas incluyen también:

1. La definición del problema en relación con el costo esperado.
2. La repartición del trabajo en diversas operaciones.
3. El análisis de cada una de éstas para determinar los procesos de manufactura más económicos según la producción considerada.
4. La utilización de los tiempos apropiados, y finalmente
5. Las acciones necesarias para asegurar que el método sea puesto en operación adecuadamente.

Ramas de la ingeniería de métodos

- ✓ Estudio de movimiento
- ✓ Estudio de tiempo



Estudio de movimiento

El estudio visual de movimientos y el de micro movimientos se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, tiene dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de movimientos y el estudio de micro movimientos.

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE MÉTODOS SEGÚN LA (OIT)

I. Seleccionar

Consiste básicamente en establecer cuál es el problema, caracterizarlo, buscar toda la información mínima necesaria y suficiente relacionada con los hechos, descartar entre la información real y la ficticia, tener presente los diferentes aspectos de referencias de las unidades involucradas, emplear la observación directa para representar los hechos, garantizar la confiabilidad y seguridad de la fuente de información, evaluar los beneficios económicos que traería su solución, su factibilidad y el impacto. Es la etapa más importante del procedimiento.



II. Registrar

Consiste en la representación gráfica de los hechos tal cual como son y no como aparentan en el paso anterior esto se hace fundamentalmente a través de la observación directa y utilizando como herramienta gráfica los diagramas. Este debe hacerse bajo 2 puntos de vista.

1. Desde el área de puesto de trabajo
2. Desde el taller (específico y general)

Los diagramas son:

- Diagrama de operaciones
- Diagrama de proceso
- Diagrama de flujo recorrido
- Diagrama hombre- maquina
- Diagrama bimanual

III. Examen crítico

Es una etapa que consiste en revisar, cuestionar, poner a prueba, escudriñar la información que se tiene relacionada al problema, esto se hace con espíritu crítico, sin ningún tipo de sesgo, se recomienda revisar la dimensión y alcance de lo que se quiere hacer, esto con el objetivo de poner a prueba la propuesta evaluando 5 elementos: Propósito, medios, personas, sucesión, lugar.

Técnicas del interrogatorio: es el medio para efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas como se muestra a continuación:

Técnicas del interrogatorio**Propósito**

¿Qué se hace?
¿Por qué se hace?
¿Qué otra cosa podría hacerse?
¿Qué debería hacerse?

Medios

¿Cómo se hace?
¿Por qué se hace de ese modo?
¿De qué otro modo podría hacerse?
¿Cómo debería hacerse?

Personas

¿Quién lo hace?
¿Por qué lo hace esa persona?
¿Qué otra persona podría hacerlo?
¿Quién debería hacerlo?

Sucesión

¿Cuándo se hace?
¿Por qué se hace entonces?
¿Cuándo podría hacerse?
¿Cuándo debería hacerse?

Lugar

¿Dónde se hace?
¿Por qué se hace allí?
¿En qué otro lugar podría hacerse?
¿Dónde debería hacerse?



IV. Idear

En esta etapa se debe buscar la manera y la forma de tener en cuenta las nuevas ideas, los aspectos innovadores, los diferentes puntos de vistas de forma tal que se pueda crear una nueva forma de hacer el trabajo con detalles mejorados; es recomendable que se considere los aspectos anteriores para evaluar la necesidad de alguna modificación o inclusión. Además se debe dar garantía de lo que se está modificando de manera tal de mejorar las condiciones de trabajo.

V. Definir

Abarca las descripciones detallada de los siguientes aspectos; procedimientos a utilizar, disposición del local o el área, ubicación de los equipos y maquinarias, entradas y salidas, característica de los equipos, cantidad, disponibilidad, mantenimiento, materiales: cantidad y calidad; de la calidad definir atributos, variables controles, planes de muestreo, de las instrucciones la orientación de producción y nivel de conocimientos del operario

Definir las variables ambientales más importantes que incide en el proceso (ruido, vibraciones, polvo, temperaturas, ventilación, iluminación, entre otros).

VI. Implantar

La empresa debe buscar la forma de garantizar que todas las propuestas para la creación del nuevo método mejorado se den; es decir, debe planificar y ejecutar aquellas acciones que propendan a garantizar las soluciones propuestas, se debe disponer de los recursos necesarios para su materialización y debe existir la disposición de la gerencia a apoyar la propuesta de forma conjunta con todas las unidades involucradas.

VII. Mantener en uso

Etapa que consiste básicamente en revisar de forma periódica a intervalos regulares el comportamiento, impactos y resultados del método propuesto de forma tal que se puedan detectar aquellas desviaciones que pudieran ser evaluadas para correcciones futuras, cada empresa debe desarrollar sus propios mecanismos y sistema de control que garanticen la efectividad de la propuesta, esto redundará en mejoras considerables en: distribución de la planta, ubicación de los locales, área de almacenamiento, condiciones de trabajo y eficiencia general en el uso de los recursos, esto significa que se generaran mayores niveles de productividad, es decir, mayor cantidad de unidades fabricadas por un aprovechamiento mejor de los recursos en la misma unidad de tiempo.

DIAGRAMAS

Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

El diagrama de operaciones de proceso permite con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.



Elaboración del diagrama de operaciones

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de aquellas que se refieren a los trámites administrativos. Las operaciones manuales se relacionan con la mano de obra directa, mientras que los referentes a simples trámites (papeleo) normalmente son una parte de los costos directos o gastos.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de empezar a construir el diagrama de operaciones del proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja. Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que se ha hecho algún trabajo durante el proceso. Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección. A menudo estos valores no están disponibles (en especial en el caso de inspecciones), por lo que los analistas deben hacer estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

Utilización del diagrama de operaciones

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones, deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones, los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:



1. Propósito de la operación.
2. Diseño de la parte o pieza.
3. Tolerancias y especificaciones.
4. Materiales.
5. Proceso de fabricación.
6. Preparación y herramental.
7. Condiciones de trabajo.
8. Manejo de materiales.
9. Distribución de la planta.
10. Principios de la economía de movimientos.

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

DIAGRAMA DE PROCESO

El diagrama de proceso es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones y de la información concerniente al mismo.

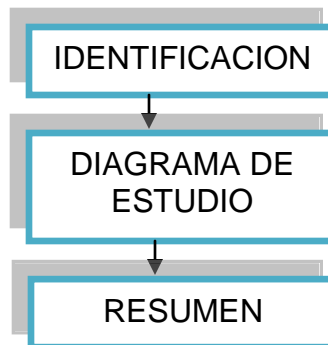
Este tipo de diagrama o esquema también pueden referirse, solamente a las operaciones e inspecciones en cuyo caso sería un diagrama de operaciones. Particular utilidad cuando se trata de tener una idea de los trabajos realizados sobre un conjunto de piezas o componentes que constituyen un montaje, grupo o producto.

Los diagramas de procesos pueden representarse sobre hojas, sobre todo cuando se trata de describir acontecimientos que atañen a más piezas o bien las actividades de más de una persona.

Es un instrumento para analizar los costos ocultos, permite reducir la cantidad y duración de las demoras, traslados y almacenamientos; se realiza el análisis de operaciones mediante:

1. Manejo de materiales
2. Distribución de los equipos en la planta
3. Tiempo de retrasos.
4. Tiempos de almacenamientos.

Estructura grafica de los diagramas de operaciones y proceso



Símbolos del diagrama de proceso



Operación: Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.



Inspección: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.



Transporte: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.



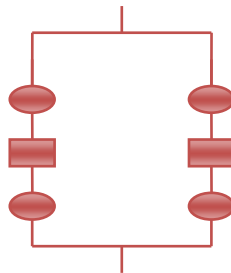
Demora: Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.



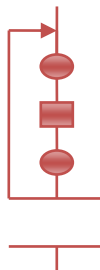
Almacenamiento: Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Casos particulares de los diagramas

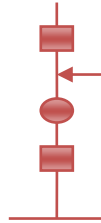
Alternativa: Implica una división o bifurcación, que da la posibilidad de tomar un camino determinado, no hay orden específico para cada alternativa, pero se hace una a la vez.



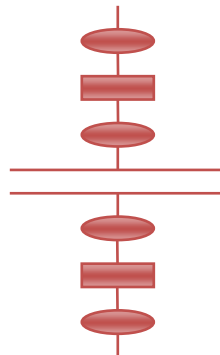
Repetición: Característica específica del producto, cuando se repite una o varias operaciones, necesarias para mejorar el producto y la línea sale del lado izquierdo.



Reproceso: Este se diferencia de la repetición, en que éste se realiza cuando el producto tiene una falla y la línea sale del lado derecho.



Cambio de característica: Se da cuando después de una operación el producto cambia sus características físicas y/o químicas y se representan a través de líneas horizontales después del cambio.



Desperdicio: Generalmente asociado a las actividades de desprendimientos de material, es necesario ver su utilidad, pueden generar inconvenientes al proceso, bien sea por entorpecimiento al área de trabajo, almacenamiento excesivo, entre otros.



Desensamblar: Es cuando en el proceso existe un desensamblaje de pieza, es decir, retiro de una pieza.



DIAGRAMA DE FLUJO RECORRIDO

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Objetivos

Proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca. Igualmente para comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

Identificación

El diagrama del recorrido debe identificarse mediante un título colocado en su parte superior. Es práctica común encabzarlo con las palabras Diagrama del proceso de recorrido La información para identificarlo siempre es necesaria.

Recomendaciones previas a la construcción del diagrama de flujo

Obtégase un plano del lugar en donde se efectúe el proceso seleccionado. En el plano deben estar representados todos los objetos permanentes como muros, columnas, escaleras, etc., y también los semipermanentes como hacinamientos de material, bancos de servicio, etc. En el mismo plano debe estar localizado, de acuerdo con su posición actual, todo el equipo de manufactura, así como lugares de almacén, bancos de inspección y, si se requiere, las instalaciones de energía. Igualmente, debe decidirse a quién se va a seguir: al



hombre o al material, pero sólo a uno, éste debe ser el mismo que se haya seguido en el diagrama del proceso.

ANÁLISIS OPERACIONAL

Procedimiento sistemático utilizado para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad. Es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresa y servicios.

Enfoques primarios

1. Objeto de la operación
2. Diseño de la pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Material
5. Proceso de manufactura
6. Preparación de herramientas y patrones
7. Condiciones de trabajo
8. Manejo de materiales
9. Distribución de máquinas y equipos
10. Principios de economía de movimientos

Objeto de la operación: Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

Diseño de la pieza: El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual



para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

Tolerancias y eficiencias: Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

Material: Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.

Proceso de manufactura: Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.

Preparación de herramientas y patrones: La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.

Condiciones de trabajo: Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.



Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.

Manejo de materiales: La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

Distribución de maquinaria y equipo: Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

ESTUDIO DE TIEMPO

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Elementos y preparación para el Estudio de tiempos

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

Selección de la operación: Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición.



Selección del operador: Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:

Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia

Actitud frente al trabajador

- ✓ El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos
- ✓ El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador
- ✓ No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- ✓ Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- ✓ El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

Análisis de comprobación del método de trabajo: Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los



movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

Ejecución del estudio de tiempos

Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

La información se puede agrupar como sigue:

- ✓ Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- ✓ Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- ✓ Información que permita identificar al operario.
- ✓ Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación.

Principios de economía de movimientos: Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes. Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos.



Estudio de tiempo con cronometro

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización

Preparación

- ✓ Se selecciona la operación.
- ✓ Se selecciona al trabajador.
- ✓ Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- ✓ Se establece una actitud frente al trabajador.

Ejecución

- ✓ Se obtiene y registra la información.
- ✓ Se descompone la tarea en elementos.
- ✓ Se cronometra.
- ✓ Se calcula el tiempo observado.



Valoración

- ✓ Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- ✓ Se aplican las técnicas de valoración.
- ✓ Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

Suplementos

- ✓ Análisis de demoras.
- ✓ Estudio de fatiga.
- ✓ Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

Tiempo estándar

- ✓ Error de tiempo estándar.
- ✓ Cálculo de frecuencia de los elementos.
- ✓ Determinación de tiempos de interferencia.
- ✓ Cálculo de tiempo estándar.

TIEMPO ESTÁNDAR

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.



Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar

- 1.- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
- 2.- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.
- 3.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

Método de calificación (Sistema Westinghouse)

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.



La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos. Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular.

De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario.

Según este sistema o método de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la



operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro, y presencia de elementos extraños.

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendrían requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que el analista tenga acerca del trabajo.

El analista de estudio de tiempos debe estar prevenido contra el operario que continuamente actúa de manera deficiente tratando de engañar al observador. Esto se logra fácilmente por uno mismo, estableciendo un ritmo que pueda ser seguido con exactitud. Los operarios que se familiarizan con este modo de



calificar, algunas veces llegan a trabajar a un ritmo que es consistente y que, sin embargo, se halla abajo de la curva de calificación del esfuerzo. En otras palabras, pueden estar trabajando a un paso que es más deficiente que el deficiente. En casos como éste, el operario no puede nivelarse. El estudio deberá detenerse y dar aviso de la situación al operario, al supervisor o a ambos.

ESTUDIO DE MUESTREO

Se refiere al procedimiento empleado para obtener una o más muestras de una población. Este se realiza una vez que se ha establecido un marco muestral representativo de la población, luego se procede a la selección de los elementos de la muestra aunque hay muchos diseños de la muestra.

Al tomar varias muestras de una población, las estadísticas que calculamos para cada muestra no necesariamente son iguales, lo más probable es que varíen de una muestra a otra.

Población: Es aquel conjunto de individuos o elementos que podemos observar, medir una característica o atributo. Ejemplos de población:

- * El conjunto de todos los estudiantes de una Universidad.
- * El conjunto de personas fumadoras de una región.

Métodos de Muestreo Probabilísticos:

Muestreo Aleatorio Simple: Es la forma más común de obtener una muestra en la selección al azar, es decir, cada uno de los individuos de una población tiene la misma posibilidad de ser elegido. Si no se cumple este requisito, se dice que la muestra es viciada. Para tener la seguridad de que la muestra aleatoria no es viciada, debe emplearse para su constitución una tabla de números aleatorios. Este procedimiento, atractivo por su simpleza, tiene poca o nula utilidad práctica cuando la población que estamos manejando es muy grande.



Muestreo Aleatorio Sistemático: Es una técnica de muestreo que requiere de una selección aleatoria inicial de observaciones seguida de otra selección de observaciones obtenida usando algún sistema o regla

Muestreo Aleatorio Estratificado: Una muestra es estratificada cuando los elementos de la muestra son proporcionales a su presencia en la población. La presencia de un elemento en un estrato excluye su presencia en otro. Para este tipo de muestreo, se divide a la población en varios grupos o estratos con el fin de dar representatividad a los distintos factores que integran el universo de estudio. Para la selección de los elementos o unidades representantes, se utiliza el método de muestreo aleatorio.

Muestreo Aleatorio por Área o Conglomerado: Requiere de elegir una muestra aleatoria simple de unidades heterogéneas entre sí de la población llamadas conglomerados. Cada elemento de la población pertenece exactamente a un conglomerado, y los elementos dentro de cada conglomerado son usualmente heterogéneos o disímiles.

Otros Métodos de Muestreo:

Muestreo Discrecional: A criterio del investigador los elementos son elegidos sobre lo que él cree que pueden aportar al estudio. Ejemplo.: muestreo por juicios; cajeros de un banco o un supermercado; etc.

Muestreo Doble: Bajo este tipo de muestreo, cuando el resultado del estudio de la primera muestra no es decisivo, una segunda muestra es extraída de la misma población. Las dos muestras son combinadas para analizar los resultados. Este método permite a una persona principiar con una muestra relativamente pequeña para ahorrar costos y tiempo. Si la primera muestra arroja un resultado definitivo, la segunda muestra puede no necesitarse. Por ejemplo, al probar la calidad de un lote de productos manufacturados, si la primera muestra arroja una calidad muy alta, el lote es aceptado; si arroja una calidad muy pobre, el lote es rechazado.



Solamente si la primera muestra arroja una calidad intermedia, será requerida la segunda muestra.

Muestreo Múltiple: El procedimiento bajo este método es similar al expuesto en el muestreo doble, excepto que el número de muestras sucesivas requerido para llegar a una decisión es más de dos muestras.

Muestreo Opinático o Intencional: Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras "representativas" mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos. Es muy frecuente su utilización en sondeos preelectorales de zonas que en anteriores votaciones han marcado tendencias de voto.

Muestreo Casual o Incidental: Se trata de un proceso en el que el investigador selecciona directa e intencionadamente los individuos de la población. El caso más frecuente de este procedimiento es el utilizar como muestra los individuos a los que se tiene fácil acceso (los profesores de universidad emplean con mucha frecuencia a sus propios alumnos). Un caso particular es el de los voluntarios.

Tabla de Números Aleatorios

Las Tablas de Números Aleatorios contienen los dígitos 0, 1, 2,..., 7, 8, 9. Tales dígitos se pueden leer individualmente o en grupos y en cualquier orden, en columnas hacia abajo, columnas hacia arriba, en fila, diagonalmente, etc., y es posible considerarlos como aleatorios. Las tablas se caracterizan por dos cosas que las hacen particularmente útiles para el muestreo al azar. Una característica es que los dígitos están ordenados de tal manera que la probabilidad de que aparezca cualquiera en un punto dado de una secuencia es igual a la probabilidad de que ocurra cualquier otro. La otra es que las combinaciones de dígitos tienen la misma probabilidad de ocurrir que las otras combinaciones de un número igual de dígitos. Estas dos condiciones satisfacen los requisitos necesarios para el muestreo aleatorio, establecidos anteriormente. La primera condición significa que en una secuencia de números, la probabilidad de que aparezca cualquier dígito en



cualquier punto de la secuencia es $1/10$. La segunda condición significa que todas las combinaciones de dos dígitos son igualmente probables, del mismo modo que todas las combinaciones de tres dígitos, y así sucesivamente.

Existen métodos más eficaces para generar números aleatorios, en muchos de los cuales se utilizan calculadoras u otra clase de aparatos electrónicos. Las tablas elaboradas mediante estos métodos son verificadas completamente para asegurarse de que en realidad sean aleatorias. Sin embargo, el interés no radica en elaborar estas tablas, sino utilizarlas.

Para utilizar una Tabla de Números Aleatorios:

- 1- Hacer una lista de los elementos de la población.
- 2- Numerar consecutivamente los elementos de la lista, empezando con el cero (0, 00, 000, etc.).
- 3- Tomar los números de una Tabla de Números Aleatorios, de manera que la cantidad de dígitos de cada uno sea igual a la del último elemento numerado de su lista
- 4- Omitir cualquier dígito que no corresponda con los números de la lista o que repita cifras seleccionadas anteriormente de la tabla. Continuar hasta obtener el número de observaciones deseado.
- 5- Utilizar dichos números aleatorios para identificar los elementos de la lista que se habrán de incluir en la muestra.

Importancia del Muestreo

El muestro, como ya se mencionó, implica algo de incertidumbre que debe ser aceptada para poder realizar el trabajo, pues aparte de que estudiar una población resulta ser un trabajo en ocasiones demasiado grande

El muestreo puede ser más exacto: Esto es en el caso en el que el estudio sobre la población total puede causar errores por su tamaño o, en el caso de los censos,



que sea necesario utilizar personal no lo suficientemente capacitado; mientras que, por otro lado, el estudio sobre una muestra podría ser realizada con menos personal pero más capacitado.

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

1. El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
2. El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.
3. El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%.



Gráficos de control

Las técnicas de los diagramas de control se utilizan tan ampliamente en las actividades de control estadístico de calidad que se pueden adaptar fácilmente para estudios de muestreo de trabajo. Como tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes o proporciones, el diagrama p se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control es la elección de los límites, se buscan un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no exista ninguna; el analista que efectúa un muestreo de trabajo considera a los puntos fuera de los límites de tres sigmas de p como fuera de control.

El mejoramiento debe ser un proceso continuo y el porcentaje de tiempo muerto tiene que disminuir. Uno de los objetos del muestreo de trabajo es determinar áreas de actividad que podrían ser mejoradas. Una vez descubiertas tales áreas se tratará de mejorar la situación. Los diagramas de control se pueden emplear para mostrar el mejoramiento progresivo de áreas de trabajo. Esta idea es especialmente importante si los estudios de muestreo de trabajo se utilizan para establecer tiempos estándares, pues tales estándares deben cambiarse siempre que las condiciones varíen a fin de que sean realistas.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.



El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

Se recomienda el uso del diagrama de Pareto:

- ✓ Para identificar oportunidades para mejorar.
- ✓ Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.
- ✓ Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- ✓ Para analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- ✓ Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- ✓ Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes, (antes y después).
- ✓ Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- ✓ Cuando el rango de cada categoría es importante.



Los propósitos generales del diagrama de Pareto:

- ✓ Analizar las causas
- ✓ Estudiar los resultados
- ✓ Planear una mejora continua

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

Bomba

Es importante conocer los parámetros básicos para seleccionar una bomba para agua y así brindar una mejor atención a los clientes. En el mercado existen varios tipos de bombas para agua. Las más utilizadas son las de tipos centrífugas, las cuales son máquinas que se encargan de suministrarle presión al agua por medio de la fuerza centrífuga de su impulsor. Los impulsores de las bombas pueden ser cerrados, semi abiertos y abiertos. Los impulsores cerrados son más eficientes, dan más presión y se deben usar con agua limpia; mientras que los impulsores abiertos son mejores para dar mayores caudales y se pueden utilizar con aguas sucias. Los semi abiertos están en una condición intermedia entre los otros dos.

Tipos de bombas

- ✓ Sumergibles
- ✓ Autocebantes
- ✓ De eje libre
- ✓ De carcaza partida
- ✓ Turbinas
- ✓ Bombas para aguas negras



- ✓ Multi-etapas
- ✓ Sumergibles para pozos profundos
- ✓ De engranaje
- ✓ De pistón

Tornos

Se denomina torno a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. El torno es una máquina que trabaja en el plano porque solo tiene dos ejes de trabajo, normalmente denominados Z y X. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.

Cepillo eléctrico de alambre

En muchos sectores industriales se utilizan los cepillos eléctricos de alambre como herramienta extremadamente flexible. Se trate de procesos de limpieza, del desbarbado de piezas de moldeo por inyección o piezas metalúrgicas, de aislamientos o pulidos.



Sus ventajas:

- ✓ Es ideal para cepillados en superficies oxidadas, pintura y adherencias
- ✓ Recomendados para funciones de lavado y limpieza difíciles
- ✓ Perfectamente adecuados para el desbarbado y procesado de superficies
- ✓ Extraordinaria aplicación como elementos de estanqueidad y como componentes de deslizamiento y soporte

Lija

Las lijas de papel en este caso se utilizan para remover el material de productos de metal. Las lijas de papel aplican la fuerza de sus partículas abrasivas duras sobre la superficie suave de un objeto. Un producto eficiente requiere de una selección y aplicación adecuada de los abrasivos para obtener un material con un alto rendimiento.



DISEÑO METODOLOGICO

➤ Tipo de investigación

En el tipo de investigación podemos abarca los siguientes:

- Exploratoria: también conocido como estudio piloto, son aquellos que se investigan por primera vez o son estudios muy pocos investigados. También se emplean para identificar una problemática.
- Descriptiva: permitirá describir, conocer, registrar la naturaleza y composición de la estructura laboral de la empresa tal y como son observados.
- Evaluativo: el objetivo principal es evaluar la problemática de la empresa para de esta manera ofrecer recomendaciones y propuestas para la solución del problema estudiado.

➤ Diseño de la investigación

El diseño o modelo de la investigación utilizada para el estudio fue de campo en el cual la recolección de la información se realizó de forma directa de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios) a través de técnicas específicas de trabajo de campo como la observación científica, las encuestas y las entrevistas; sin controlar ni manipular ninguna variable, es decir se obtuvo la información sin alterar las condiciones existentes.



Claro está que en este tipo de investigación también se emplearon datos secundarios, sobre todo los provenientes de las fuentes bibliográficas a partir de las cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado. Es importante mencionar que este tipo de investigación permite al investigador asegurarse y tener mayor precisión de los datos conseguidos y volver al campo para modificarlos si algunos no concuerdan con la realidad.

➤ **Población y muestra**

La empresa Hidrobombas C.A, cuenta con 45 personas los cuales constituyen el personal total que laboran en las distintas áreas de la misma, distribuidos en una extensión de 2400 m². Para efectos del estudio se tomó una muestra de 7 personas las cuales se encuentran distribuidas en las áreas de la siguiente manera:

- Área de de recepción, 1 persona.
- Área de taller, 3 personas.
- Área de almacén, 1 persona.
- Área de banco de prueba, 1 persona.
- Área de pintura, 1 persona.

➤ **Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas se refieren a los procedimientos o formas particulares de obtener los datos o información necesaria para llevar a cabo la investigación. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de una información que debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados,



Procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento.

Las técnicas empleadas para desarrollar la investigación y sus respectivos instrumentos fueron los siguientes:

- ✓ Observación directa: consistió en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática los hechos, fenómenos o situaciones en función de los objetivos de la investigación. Los instrumentos utilizados fueron libreta o cuaderno de notas, cámara fotográfica y de video.
- ✓ Encuesta: es una técnica por medio de la cual se obtuvo información suministrada por un grupo o muestra de sujetos, en este caso personal e la empresa en relación a un tema en particular, ésta se realizó en forma oral. Los instrumentos utilizados fueron una libreta de notas donde estaban descritas el conjunto de preguntas, también grabadores y cámaras de video.
- ✓ Entrevista: es una técnica que va más allá de un simple interrogatorio, se basó en un diálogo o conversación entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado de tal manera que el entrevistador pudiera obtener la información requerida. Los instrumentos utilizados fueron cuaderno de notas, grabador y cámara de video.
- ✓ Consultas bibliográficas: fue utilizada básicamente para establecer el marco teórico, como apoyo para desarrollar el examen crítico dentro del procedimiento expuesto por la oficina internacional del trabajo OIT y en general para tener las bases teóricas necesarias para desarrollar el estudio.

➤ **Metodología**

1. Se realizaron visitas a la empresa Hidrobombas C.A a modo de conocer los procesos que allí se llevan a cabo y obtener la información necesaria.
2. Se observó de forma detallada el proceso de reparación actual que se desarrolla en la empresa, visualizando los principales problemas que éste presenta.
3. Una vez establecidos los objetivos de la investigación se desarrollo el exámen crítico establecido por la OIT compuesto por las preguntas preliminares, técnica del interrogatorio y análisis operacional.
4. Con la información anterior se diseño el diagrama de procesos correspondiente con su respectivo resumen de operaciones, traslados, demoras y almacenamientos.
5. Como complemento a lo anterior se realizó el diagrama de flujo recorrido donde se presenta el proceso en cada una de las áreas que lo componen.
6. Una vez analizados los resultados del exámen crítico y los diagramas, se procede a diseñar un nuevo método de trabajo donde se planteen cambios en los aspectos que lo requieran con el objetivo de mejorar el proceso.
7. Culminado el estudio de movimientos, lo siguiente a realizar es el estudio de tiempos y muestreo para reforzar los resultados anteriores y que el análisis final sea lo más completo posible.
8. Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones necesarias de los aspectos analizados previamente y de esta manera dar por terminado el estudio de métodos.



SITUACION ACTUAL

Para estudiar la situación actual de la empresa se utilizó como herramienta de la ingeniería de métodos, el exámen crítico diseñado por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), compuesto por la técnica del interrogatorio, preguntas de la OIT y análisis operacional; con la finalidad de obtener la mayor información posible para poder analizar dicha situación.

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Preguntas preliminares:

Preguntas realizadas al personal que labora en la empresa y están en contacto directo con el proceso de reparación de bombas.

PROPÓSITO:

- ✓ ¿Qué se hace?

Una vez que la bomba ingresa a la empresa, y es inspeccionada se realiza el presupuesto; Si el cliente lo acepta, se procede a la reparación de la bomba; En caso que el cliente no acepta se le es devuelta.

- ✓ ¿Por qué se hace?

Porque es necesario saber cuáles son las fallas que presenta el equipo cuando esta ingresa a la empresa. Se hace una verificación de la bomba, Si está dañada la bomba se procede a la reparación.

- ✓ ¿Qué otra cosa podría hacerse?

Una vez inspeccionada la bomba y obtenido los resultados, En caso de que no tenga reparación se le sugiere al cliente adquirir una nueva.



- ✓ ¿Qué debería hacerse?

Se debe buscar la mejor forma posible para solucionar las fallas que la bomba presente, para lograr la satisfacción del cliente.

LUGAR

- ✓ ¿Dónde se hace?

La reparación de las bombas se realiza en el área de taller, en los lugares dispuestos para cada operación.

- ✓ ¿Por qué se hace allí?

Porque es el sitio más adecuado y es donde se tiene las herramientas necesarias para realizar tales operaciones.

- ✓ ¿En qué otro lugar podría hacerse?

En ningún otro lado, ya que este es el lugar destinado para su realización y es donde se tiene las herramientas y materiales necesarios para su ejecución.

- ✓ ¿Dónde debería hacerse?

Se debería hacer en el área de taller ya que es el lugar indicado y este posee las condiciones de trabajo adecuada para la elaboración de las reparaciones.

SUCESIÓN

- ✓ ¿Cuándo se hace?

Una vez que el cliente acepte el presupuesto, y la empresa tenga la disponibilidad, el jefe de taller da la orden para proceder a su reparación.

- ✓ ¿Por qué se hace entonces?

Porque es necesario y es la forma más adecuada de realizarlo cumpliendo con los procedimientos de la empresa.



- ✓ ¿Cuándo podría hacerse?

En el momento que se amerite y sea necesario la reparación.

- ✓ ¿Cuándo debería hacerse?

Inmediatamente que el cliente acepte el presupuesto se debería dar la orden para llevar a cabo la reparación.

PERSONAS

- ✓ ¿Quién lo hace?

El técnico electromecánico.

- ✓ ¿Por qué lo hace esa persona?

Porque, es la persona encargada y el que tiene la capacidad para realizar la operación.

- ✓ ¿Qué otra persona podría hacerlo?

Cualquier otro operario que tenga los conocimientos, habilidades y destrezas, la misma eficiencia de la persona encargada para cumplir con el objetivo requerido.

- ✓ ¿Quién debería hacerlo?

El técnico electromecánico.

MEDIOS

- ✓ ¿Cómo se hace?

Una vez probada la bomba se desarma e inspecciona cada una de sus partes y se procede a cambiar las que se encuentren dañadas. Para asegurar su funcionamiento se lleva al banco de prueba y finalmente se pinta para entregarle en las mejores condiciones.

- ✓ ¿Por qué se hace de ese modo?

Porque ese es el procedimiento determinado por la empresa para realización de los servicios y reparaciones de bombas.

- ✓ ¿De qué otro modo podría hacerse?

De ningún otro modo, ya que este cumple con los requerimientos de la empresa para la lograr las satisfacción del cliente.

- ✓ ¿Cómo debería hacerse?

Siguiendo el procedimiento establecido por la empresa, ya que es el más indicado.

PREGUNTAS DE LA OIT

Preguntas relacionadas con el proceso de reparación de bombas y todos los aspectos que inciden directamente en las distintas actividades.

A. Operaciones

- ¿Qué Propósito tiene la operación?

Realizar una inspección de la bomba para determinar los daños y proceder a la reparación.

¿Es necesario el resultado que se tiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?

Si, es necesario ya que el objetivo es satisfacer las necesidades del cliente, prestando un buen servicio y siendo eficiente en el mismo.

B. Modelo

- ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?

No, Porque ese es el procedimiento necesario para la reparación del equipo.



C. Condiciones exigidas por la inspección

¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?

El técnico encargado debe realizar una evaluación del equipo antes de desarmarlo para detectar posibles ruidos que indiquen las fallas en el mismo, luego se desarma y se revisan cada una de las piezas, identificando finalmente los daños que presentan las mismas.

¿Todos los interesados conocen esas condiciones?

Sí, todos los operarios tienen conocimiento de estas condiciones, ya que en caso de inasistencia de algún operario, otro pueda sustituirlo, y así no retrasar el proceso.

¿Son realmente necesarias las normas de tolerancias, variación, acabado y demás?

Si, son necesarias ya que de ellas dependerá que las piezas a cambiar cumplan con las especificaciones y se garantice el buen funcionamiento del equipo una vez reparado.

D. Manipulación de materiales.

¿Debería de utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquillas?

Si, Para el caso de una bomba de un 1hp hasta aproximadamente a 5hp se utiliza carretilla de mano, ya que el peso de esta es adaptable por tanto el operario tiene la capacidad y fuerza física para cumplir esta actividad. En caso de que sean bombas mayores de un 5hp se emplea elevadoras de horquillas o carretillas eléctricas.



¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?

Si, ya que esta cuenta con la capacidad necesaria de verificar si la operación va de acuerdo a lo requerido.

E. Análisis del proceso

¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?

Si, la secuencia bajo la cual se realizan las operaciones es la más adecuada y el orden de su ejecución cumple con el procedimiento necesario para desarrollar la reparación con éxito.

¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?

Durante la reparación se realizan algunas inspecciones que son necesarias en el proceso, además de una inspección final que verifica el buen desempeño del equipo.

F. Materiales

¿El material que se utiliza es realmente adecuado?

Sí, todos los materiales utilizados para llevar a cabo el proceso cumplen con las especificaciones del tipo de bomba que se desea reparar.

¿El material se compra ya acondicionado para el uso?

En algunos casos hay piezas que son utilizadas tal y como se encuentran en el almacén, sin embargo, existen otras que deben ser procesadas para obtener un acabado según los requerimientos.



¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo? ¿Y al elaborarlo?

Si, en el caso de algunas piezas que deben ser fabricadas. Una vez que se realiza el acabado, el material sobrante es almacenado para utilizarlo posteriormente.

G. Organización del trabajo

¿Cómo se atribuye la tarea de trabajo?

Se asigna las actividades correspondientes a cada operario de acuerdo a su capacidad y conocimiento de la operación a llevar a cabo.

¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?

Si están reguladas, sin embargo existen momentos en los cuales el operario tiene un tiempo de ocio causadas por diversas razones.

¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

Las instrucciones se transmiten de forma verbal y por escrito específicamente por manuales en las cuales especifican cada unas de las operaciones que se ejecuten en la empresa adaptándose a cada situación.

¿Cómo se consiguen los materiales?

Dentro de la empresa los materiales utilizados en la reparación se encuentran en el almacén, en la cual se lleva a cabo por medio de una solicitud en que el operario llena unos formularios describiendo los materiales que se necesitan.

Fuera de la empresa por medio de proveedores nacionales e internacionales.

¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifica la hora de comienzo y de fin de las tareas?

No existe un control adecuado.



1. Disposición del lugar de trabajo

¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?

Si, ya que los almacenes de materiales se encuentra ubicados cerca del lugar de trabajo.

¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?

Si, la distribución no genera el riesgo de algún accidente, además la empresa cuenta con una ruta de evacuación en caso de emergencia.

¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?

Si, ya que estas se encuentran ubicadas en cada una de las mesas de trabajo, donde se ejecuta la operación, facilitando el movimiento del operario.

2. Herramientas y equipos.

¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?

No se les asigna las mismas herramientas a todos los operarios, sino que se suministran de acuerdo a las tareas que vayan a ejecutar.

J. Condiciones de trabajo.

¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?

Si, el taller cuenta la iluminación suficiente y necesaria para la ejecución de las actividades. Además cuenta con lámparas especiales.

¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?

Si se ha eliminado, debido que afecta al operario directamente al momento de llevar a cabo su actividad, por tanto la empresa emplea techos rodantes en el



área de soldadura y pintado; reduciendo la fatiga de la incidencia solar para su mayor rendimiento.

¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable? Y en caso contrario ¿No se podría utilizar ventiladores o estufas?

Si emplea la temperatura adecuada para el área de trabajo, y estos emplean ventiladores de techo para ambientar el lugar.

¿Se pueden reducir los niveles de ruidos?

El ruido producido es debido a las maquinarias por lo tanto es inevitable reducirlo. Lo que se podría implementar son las medidas necesarias para que el operario no se vea afectado de manera grave.

K. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?

Si, de hecho el técnico encargado realiza las actividades de: desarmado, cambio de piezas y armado de la bomba.

¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?

Si, Mediante la reparación del equipo, el operario efectúa varias inspecciones para asegurar el buen funcionamiento del mismo.

ANÁLISIS OPERACIONAL

➤ Propósito de la operación

En forma general la reparación de equipos hidroneumáticos consiste en desarmar el equipo, para determinar los daños que este presenta e impiden su buen funcionamiento. En función de esto se realizan las reparaciones



correspondientes, para garantizar el buen desempeño de la bomba y cumplir con las exigencias del cliente.

Las operaciones que se efectúan para llevar a cabo la reparación, se adecuan con el proceso, y son consideradas como las mínimas y necesarias para lograr el objetivo, por lo que no pueden ser disminuidas ni mucho menos eliminadas.

➤ **Diseño de la parte o pieza**

El proceso que se lleva cabo en la empresa consiste en la reparación de bombas, este puede ser más o menos complejo dependiendo del grado de daño que presente el equipo. Se debe considerar que las bombas están conformadas por distintas piezas, entre ellas: ejes, impulsor, rodamientos, sellos, condensador, embobinado, inducido o rotor, sello y plato porta sello. Éstas a su vez cumplen con ciertas especificaciones de diseño que permiten que la bomba funcione correctamente. Una vez que se presenta alguna falla en el equipo y este debe ser reparado, las partes o piezas que lo conforman no pueden ser eliminadas, sólo sustituidas, por otras de las mismas dimensiones y características del material; por tanto el operario debe verificar que éstas cumplan con los requisitos de diseño de la bomba, ya que esto garantizará que la reparación se realice de forma adecuada y pueda cumplir con el funcionamiento para lo cual fue diseñada.

En el proceso se considera que no debe existir disminución de las operaciones, ya que cada una de ellas son las adecuadas para cumplir con el objetivo planteado, tomando en cuenta que la forma de armado y desarmado de la bomba es sencillo y sin complejidades pues se cuenta con las herramientas necesarias, estas se encuentran en condiciones adecuadas para su manipulación y en la cantidad requerida; dichas herramientas son fáciles de emplear lo que facilita el desempeño de estas actividades.



➤ **Materiales**

Los materiales que se emplean para el proceso de reparación deben cumplir con las exigencias de la bomba a reparar, de ello dependerá el buen funcionamiento del equipo reparado; estos en su mayoría son considerados como materia prima y no son transformados durante el proceso entre ellos rodamientos, sellos impulsores, lo que implica que son utilizados tal y como llegan a la empresa. Para garantizar que estos materiales cumplan con las especificaciones correspondientes deben ser inspeccionados antes de su utilización.

Para rectificar un eje que se encuentre dañado se utiliza una bocina (acero inoxidable 1045), y en conjunto son mecanizados de acuerdo a las especificaciones de los ejes. Este proceso de mecanizado produce virutas, las cuales, una vez que se acumulan, deberían venderse a las plantas de fundiciones que lo utilizan como materia prima. Existen ocasiones en las que las bocinas son recortadas produciendo desperdicios que son reutilizados para la reparación de otros ejes.

Además de estos materiales también se deben considerar los materiales indirectos tales como pinturas (esmalte azul), desengrasantes, solventes (tiner), alcohol y tirros; esto son utilizados una vez que el equipo ya está reparado con la finalidad de darle un mejor acabado antes de ser entregada al cliente.

Se debe evaluar la posibilidad de sustituir los materiales que se emplean para reparar las bombas por unos más económicos sin que afecte en ningún momento la calidad de la misma, para esto, se recomienda estudiar constantemente la posibilidad de buscar nuevos proveedores que suministren estos materiales.



➤ **Manejo de materiales**

El manejo del material comienza cuando se recibe la bomba por el área de recepción luego se traslada al área de taller con la utilización de una carretilla, se coloca en la mesa de trabajo donde se realiza la inspección.

La reparación de las bombas se lleva a cabo en el taller donde los traslados de una zona a otra son relativamente cortos. Las bombas estudiadas son de fácil manejo ya que son pequeñas y de poco peso, por lo que pueden ser manipuladas por una sola persona. En los recorridos más largos el operario opta por usar una carretilla que le facilite el traslado. Además de no usar las carretillas dentro del taller por ser las distancias muy cortas, otra razón es porque los espacios son muy reducidos, en algunos casos debido al congestionamiento de las bombas reparadas. Por tal motivo, se recomienda reorganizar el área del taller para facilitar el paso de la carretilla.

El área de almacén consta de dos pisos. Cuando el operario requiere de una pieza que se encuentra en el segundo piso, la solicita al almacenista, el cual la busca y la hace descender hasta el operario a través de un elevador, disminuyendo primeramente las demoras y luego los traslados tanto del operario como del material.

➤ **Preparación y herramental**

La preparación y herramental inicia cuando el técnico llega al taller, recibe las instrucciones, las herramientas, el material y la planificación del día, a manera de que no se pierda tiempo por este concepto y por lo tanto disminuyan los costos.

La empresa cuenta con los manuales de procedimientos los cuales son suministrados a los técnicos a manera de que conozcan los pasos que se deben seguir para llevar a cabo las distintas actividades que se realizan dentro de la misma y así reducir los tiempos de preparación. Queda de parte de los jefes



supervisar que los operarios cumplan con los procedimientos que están establecidos, para lograr un resultado óptimo. Cada mesa de trabajo dentro del taller cuenta con las herramientas necesarias para la reparación de las bombas tales como: martillo de bola, llaves de 1/2, 7/16, 14", alicate de presión; destornilladores de pala, de estría, de ataque; un dado de 15/16 y 13mm, rache de 3/8; destornilladores grandes de pala; extractor de impacto; tenaza), esto evita que se interrumpa el trabajo por la espera de los instrumentos.

Una manera de disminuir el tiempo por preparación y herramental es que al finalizar la jornada de trabajo cada operario organice el área donde realizó sus actividades, limpie y guarde las herramientas en el lugar destinado para ello. En caso tal de quedar alguna reparación por terminar el operario puede dejar por escrito en que parte quedo la reparación y cuáles son las actividades que faltan por realizar, de manera tal que cuando comience la nueva jornada de trabajo no se pierda el tiempo en identificar ni en recordar cuál es la secuencia de las actividades.

➤ Tolerancias y Especificaciones

En el proceso que se está estudiando las tolerancias y especificaciones cumplen un papel muy importante ya que de esto depende en gran medida que la operación se realice de forma exitosa. Dentro del proceso existen actividades de mecanizado que deben cumplir con ciertas tolerancias y especificaciones siempre y cuando no sean demasiado liberales o demasiados restrictivas ya que son primordiales para las modificaciones de las piezas que se deban cambiar al equipo. Otro aspecto a considerar son las pruebas realizadas una vez que el equipo ha sido reparado para verificar su funcionamiento, esta actividad se realiza en un área destinada para ello, llamada banco de prueba donde se evalúa el amperaje, voltaje, presión, y caudal. Los valores obtenidos de cada uno de estos



parámetros son reflejados en graficas que deber estar dentro de un rango de aceptación ya establecido.

Para garantizar que se cumplan con los requerimientos se recomienda realizar un continuo monitoreo de los operarios que realizan las actividades de maquinado para que cumplan con los márgenes o lineamientos establecidos por la empresa, además que estén capacitados y tengan los conocimientos suficientes y necesarios para llevar a cabo las operaciones. De esta manera facilitando que las piezas encajen adecuadamente al momento del ensamble. Y así reducir tiempo y ahorro de costos asociados a reprocesos.

➤ **Proceso de Manufactura**

El proceso que se estudia es la reparación de bombas domésticas, para llevarlo a cabo se deben cumplir cinco etapas fundamentales: recepción, diagnóstico, reparación y armado. Para complementar la reparación se incluyen otras etapas como la prueba final y la pintura que aunque no sean esenciales en el proceso también contribuyen a brinde un servicio completo que atraiga al cliente ofreciendo un poco más de lo necesario.

El proceso inicia cuando llega la bomba a recepción, se envía a taller donde se desarma y revisa cada una de las piezas que la componen para diagnosticar los daños que presenta, luego se elabora el presupuesto, si el cliente no lo acepta se arma la bomba y se entrega; en caso contrario se procede a reparación. Una vez reparada la bomba es armada y llevada a banco de prueba para verificar ciertos parámetros que garanticen la calidad de la reparación.

En la reparación de los equipos los métodos utilizados para la ejecución de las distintas actividades son en su mayoría de tipo manual y en casos particulares se utilizan métodos mecanizados.



En cuanto al método mecanizado la empresa posee las maquinas necesarias y suficientes para llevar a cabo las operaciones, que con frecuencia son fabricación de bocinas y rectificado de los ejes los cuales se fabrican en los torno o rectificadoras. El método manual incluye el resto de las operaciones que son realizadas por los operarios únicamente con la utilización de herramientas y equipos para la manipulación de materiales.

Se recomienda que se realicen inspecciones eventuales para así verificar que los operarios realizan un uso eficiente de las instalaciones mecánicas para su mayor aprovechamiento. Además que estos cumplan con el manual de procedimiento en cuanto al manejo de los equipos.

➤ **Condiciones de Trabajo**

Las condiciones de trabajo están referidas a todas las variables ambientales que afectan de alguna manera el desempeño de las actividades. Entre ellas se incluyen la (ventilación, iluminación, temperatura y ruido).

En la empresa algunas de estas variables están controladas ya que poseen ventiladores en el área de taller que mantienen el ambiente fresco y generan una temperatura adecuada para trabajar, en cuanto a la iluminación, dentro del taller se tienen lámparas adecuadas que permite visualizar con detalle el trabajo a realizar, y en el patio de taller donde se realiza las actividades de pintura se emplean techos rodantes para dar sombra al lugar de trabajo cuando éste lo amerite.

En cuanto al ruido no se tiene un control para ello ya que no se utilizan con frecuencia las maquinas que lo generan. Se recomienda a los operarios al momento de manipular las maquinas utilizar tapa oídos para reducir el ruido y que no perturbe e interrumpa el trabajo que realiza.

Un aspecto que se debe tomar en cuenta en el área de pintura es que los operarios deben utilizar tapa bocas para evitar inhalar los olores fuertes de la pintura y sus componentes.

Todo estas variables deben ser monitoreados constantemente por la empresa ya que éstas influyen directamente en los trabajos realizados. Un factor que se debe tomar en cuenta es la seguridad de los operarios, estos cuentan con algunos implementos tales como (casco, botas, uniforme, guantes, lentes entre otros), necesarios para su protección; sin embargo queda por parte de la empresa realizar inspecciones para que el personal de trabajo cumpla con la utilización de los mismos; además los operarios deben tener conciencia del uso de los equipos de protección. Conjuntamente en el aspecto de seguridad la empresa posee

instrumentos de primeros auxilios en caso de que se presenten emergencias; Se sugiere que se ejecuten los programas establecidos por la organización, para que los trabajadores tengan conocimientos al momento de que esta suceda y tomen acciones inmediatas.

Se debe tomar en cuenta que todas estas apreciaciones de las condiciones de trabajo mencionadas anteriormente fueron realizadas por la observación directa y de manera cualitativa, ya que no se poseen instrumentos de medición adecuados para efectuar las evaluaciones indicadas.

➤ **Distribución de la Planta y Equipo**

La empresa posee una distribución de planta adecuada de acuerdo con la naturaleza de las actividades que allí se desarrollan; entre las áreas destinadas para las actividades se encuentra: un área de taller donde se realizan directamente las reparaciones, un almacén de materias primas donde las piezas



están ubicadas y clasificadas según códigos establecidos por la empresa, lo cual mantiene el almacén ordenado y facilita su ubicación. También un estante donde se almacenan los productos reparados que se encuentra dentro de la misma área de taller, un patio en el cual se distribuyen: el banco de prueba, área de soldadura, de pintura, almacenes de desperdicios, un cuarto de balanceo y almacén de herramientas.

La localización de alguna de las áreas mencionadas anteriormente genera interrupciones en el movimiento del operario, esto a su vez se refleja en las actividades. Entre ellas se pueden mencionar que el almacén de materias primas y de productos reparados se encuentran ubicados en el mismo sitio lo cual es anti-operante y obstaculiza el desempeño del operario en el lugar de trabajo, por esta razón debe ser modificado.

El problema más crítico de almacenaje que se debe considerar es de los equipos reparados mayormente cuando la empresa tiene gran demanda de bombas de este tipo el espacio colapsa y los equipos deben ser colocados en el suelo. Todo esto causa obstrucción tanto para los operarios como el manejo de los materiales y como consecuencia generan demoras en el proceso y en algunos casos accidentes al operario.

Se sugiere modificar el área destinada para este almacenaje, ubicándolo en el patio del taller, en un área más amplia y donde se encuentren resguardadas, con esto se disminuiría el tiempo empleado para transportar el equipo hasta el área de almacén y no interrumpiría la realización de las demás actividades.

En cuanto a los traslados de un área a otra, éstos son en su mayoría cortos, sin embargo existen algunos traslados que son considerados largos, entre ellos del área de taller a banco de prueba y de allí al área de pintura. Como las actividades de prueba, pintura y almacenaje siguen una secuencia deben estar



ubicadas cerca, y de esta manera no emplear tanto tiempo en traslados; para ello deben realizarse cambios en la distribución de las áreas de manera que se pueda cumplir lo mencionado anteriormente.

Otro aspecto que interviene notablemente en la distribución de la planta, son los espacios destinados para virutas y desechos, lo más conveniente para la empresa es que se tenga solo un área destinado para ello. De esta manera se sugiere que se realice una limpieza exhaustiva de todos estos materiales con la finalidad de dejar espacios libres que puedan ser aprovechados de una mejor manera.

Análisis del examen crítico

Un paso fundamental en la aplicación del procedimiento diseñado por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) es el examen crítico, el cual está constituido por la técnica del interrogatorio (preguntas preliminares), preguntas de la OIT y enfoques primarios (análisis operacional).

Estas son herramientas esenciales que permiten conocer el desarrollo de las actividades, las condiciones de trabajo, distribución de la planta, controles de calidad entre otros aspectos dentro de la empresa. La principal utilidad es proporcionar información acerca de lo mencionado anteriormente en conjunto con la observación directa, para verificar si existe concordancia entre lo dicho y lo observado y de esta manera detectar anomalías o incoherencias en la información en busca de la mejora del método de trabajo.

Una vez efectuado el examen crítico se analizó toda la información obtenida y los aspectos más relevantes que se encontraron fueron los siguientes: la empresa cuenta con manuales de procedimientos para llevar a cabo las actividades, y controles de calidad con la finalidad de que éstas sean verificadas.



Posee una cantidad de operarios suficientes que ejecutan las distintas operaciones, y estos están capacitados para desarrollar sus labores, así como también tienen las herramientas y equipos necesarios, para su manipulación y funcionamiento. Las condiciones de trabajo son adecuadas sin embargo es importante que se realicen constantes monitoreos de las variables ambientales y el cumplimiento por parte de los operarios de los implementos de seguridad.

Ahora bien, el problema más crítico que se presenta es la distribución de algunas áreas, en general la planta se encuentra dividida en las áreas necesarias para la realización de las operaciones sin embargo deben ser aprovechadas de la mejor manera posible.

Este exámen crítico se ejecutó con el objetivo principal de orientar el establecimiento una nueva propuesta de trabajo con el fin de mejorar las actividades que lo ameriten.

Descripción del método de trabajo actual

La empresa Hidrobombas C.A se dedica al servicio y reparación de equipos hidroneumáticos siendo las bombas domésticas de 1Hp las que se reparan con mayor frecuencia. Para llevar a cabo el proceso se realizó el seguimiento de las operaciones que se le realizan a la bomba desde que ingresa a la empresa hasta que es retirada de la misma, el cual se desarrolla de la siguiente manera:

La empresa recibe al cliente por el área de recepción donde se da la orden para hacer pasar la bomba hasta el área de taller en una carretilla (24,30m), allí es ubicada sobre la mesa de prueba y se coloca una etiqueta con el número de orden. Después se procede a verificar sus partes comenzando por el condensador; si este está dañado se procede a retirarlo, el operario se traslada a almacén (8,4m) y solicita al almacenista uno nuevo con las mismas especificaciones, se verifica y traslada hasta la mesa de prueba (8,4m) para

cambiar el condensador, en caso de que esté en buen estado se continúa con el procedimiento de la reparación. (Ver figura 1)

Luego se realizan dos pruebas fundamentales para verificar el funcionamiento de la parte eléctrica de la bomba. Primero se procede a megearla con un megger (Ver figura 2) para detectar daños en el embobinado (cuando la aguja está en cero el embobinado no posee humedad y está en buen estado; si la aguja es intermitente, hay presencia de humedad y si ésta se va al infinito el embobinado está dañado). Una vez prendida la bomba se realiza la segunda prueba que consiste en conectar el equipo al tablero de prueba y con una pinza voltiamperímetro (Ver figura 3) observar los valores de voltaje y amperaje y en función de estos verificar el funcionamiento de la misma. Culminadas las pruebas de rigor se traslada el equipo hasta la mesa de trabajo (9,25 m), es montado en la mesa, y se comienza el desarmado de la misma utilizando las siguientes herramientas: (martillo de bola, llaves de 1/2, 7/16, 14", alicate de presión; destornilladores de pala, de estría, de ataque; un dao de 15/16 y 13mm, rache de 3/8; destornilladores grandes de pala; extractor de impacto; tenaza) (Ver figura 4). El desarmado de las partes se realiza en el siguiente orden: se quita la voluta, la tapa del ventilador, el ventilador, la tapa trasera, el embobinado, para continuar con el desarmado se monta en la prensa y allí se quita el impulsor, la cuña, el sello, el plato porta sello, el anillo deflector, tapa delantera, rodamientos (Ver figura 5); realizando verificaciones de las partes a partir del momento en que se retira el embobinado, detectando así los daños presentes. Una vez obtenidos los resultados de la inspección y dependiendo del daño que presente, ya sea en el embobinado, eje, rodamientos, sellos o impulsor se realiza un presupuesto con las especificaciones de la reparación y los costos asociados, éste es enviado al cliente presentándose dos casos: si el cliente acepta el presupuesto se procede a la reparación dependiendo de donde esté situado el daño; en caso de no aceptarlo, la bomba es armada en forma inversa a la que fue desarmada anteriormente (se toma el eje, se colocan rodamientos a presión, tapa delantera,



deflector, plato porta sello, sello, cuña, impulsor, embobinado, tapa trasera, ventilador, tapa del ventilador y voluta; verificando cada una de las operaciones. Culminada esta actividad es enviada a la recepción (24.30m) para ser entregada al cliente.

Si los daños de la bomba se encuentran en el embobinado pueden presentarse dos casos que este quemado o húmedo. En el primero de los casos este es tomado y enviado a embobinar para ello se debe esperar 48 horas, ya que esta actividad no se realiza en las instalaciones de la empresa. En el segundo caso, éste se traslada a la mesa de trabajo (9,25m), para secarlo utilizando un horno improvisado compuesto por un caja de cartón y un bombillo, luego se espera por secado (0,66 hrs).

Es política de la empresa que cuando se presenten cualquiera de los dos casos mencionados anteriormente sean cambiadas otras partes del equipo para garantizar la vida útil del mismo estos son los rodamientos y sellos, por esto mientras se realizan las operaciones correspondientes a embobinado quemado y húmedo, se cambian los rodamientos y sellos. Ambos se encuentran ubicados en el almacén, son solicitados por el técnico al almacenista el cual los busca de acuerdo a las especificaciones prescritas en la hoja de pedido, son entregados al técnico y llevados a la mesa de trabajo. Los rodamientos y sellos viejos se toman y llevan a la basura (1,50m).

Si el problema que se presenta es el eje desgastado, el técnico solicita en almacén una bocina, el almacenista la busca y la envía a torno (20,14m) para darle el acabado según las especificaciones del eje, verificando el resultado; las virutas son almacenadas en una caja situada en el suelo. Terminada la actividad de torneado es trasladada a la mesa de trabajo para unirse con el eje a presión y luego ser enviados en nuevamente al torno (10,51m) para darle el maquinado requerido y que el eje recupere sus medidas iniciales, las virutas se almacenan en



la misma caja mencionada anteriormente, y se verifica el resultado. El eje reparado se traslada a la mesa de trabajo (10,51m).

En este caso donde la reparación se realiza en el eje, los rodamientos también deben ser cambiados ya que problemas en los ejes causan a su vez daños en los rodamientos. Estos se encuentran en almacén, son solicitados, buscados, verificados y enviados a mesa de trabado (9,63m). Finalizada la reparación se procede al armado de la bomba.

Si el daño se encuentra ubicado en el impulsor o sellos, estos solo deben ser cambiados por otros nuevos que cumplan con las mismas características. Las partes dañadas son llevadas a la basura (1,50m), y las partes nuevas son solicitadas, buscados, verificadas, llevadas a mesa (9,36m) y cambiadas.

Luego de terminar la reparación dependiendo el caso se procede a armar la bomba considerando la limpieza de las piezas que lo requieran. Para ello se toma el eje, se traslada al cepillo eléctrico (5m), luego se limpia y se lleva a mesa de trabajo (5m), se monta en la prensa, se montan los rodamientos a presión con un martillo verificando la tolerancias, se toma la tapa delantera se lleva a desengrasante (3m), se limpia y ésta es llevada a la manguera de aire a presión (5.90m) para secar, es secada y llevada a la mesa de trabajo (2.90m). Se procede a lijarla verificando su resultado, luego se monta el plato porta sello, el sello y la cuña realizando verificaciones.

Se toma el impulsor y se lleva al cepillo eléctrico (5m), se limpia, y se lleva a la mesa de trabajo (5m), se monta y se verifica, se toma el embobinado se lija el borde se monta y se verifica. Se toma la tapa del ventilador y se lleva al desengrasante (3m), se limpia y se traslada a manguera de aire a presión (5,90m), se seca y se lleva a mesa de trabajo (2.90m), se lija, y se monta. Luego el ventilador es tomado se lleva a desengrasante (3m) se limpia, se traslada a



manguera de aire presión (5,90m), se seca y se lleva a mesa de trabajo (2.90m) se monta ventilador, se toma tapa trasera se envía a desengrasante (3m), se limpia se traslada a la manguera de aire a presión (5,90m), se seca y se lleva a la mesa de trabajo (2.90m), se monta. Se arma la voluta con el resto de las partes de la bomba para culminar de esta manera la actividad de armado.

Para garantizar el funcionamiento final de la bomba, una vez que esta armada se traslada a la mesa de prueba (9,25m), es probada con el megger y verificada; luego es llevada al banco de prueba (29,5m), se conecta y es probada, verificando caudal y presión, luego se traslada al área de pintura (33.30m), se limpia con manguera de aire a presión y se tapan las etiquetas con tirro, se pinta con esmalte azul, se espera por secado (4hr), se verifica el secado, se quitan las etiquetas y finalmente se traslada al estante de equipos reparados (37,60m) siendo almacenada temporalmente hasta que el cliente la retire.



Diagrama de Proceso Actual

Diagrama: Proceso.

Proceso: Reparación de bombas de 1Hp.

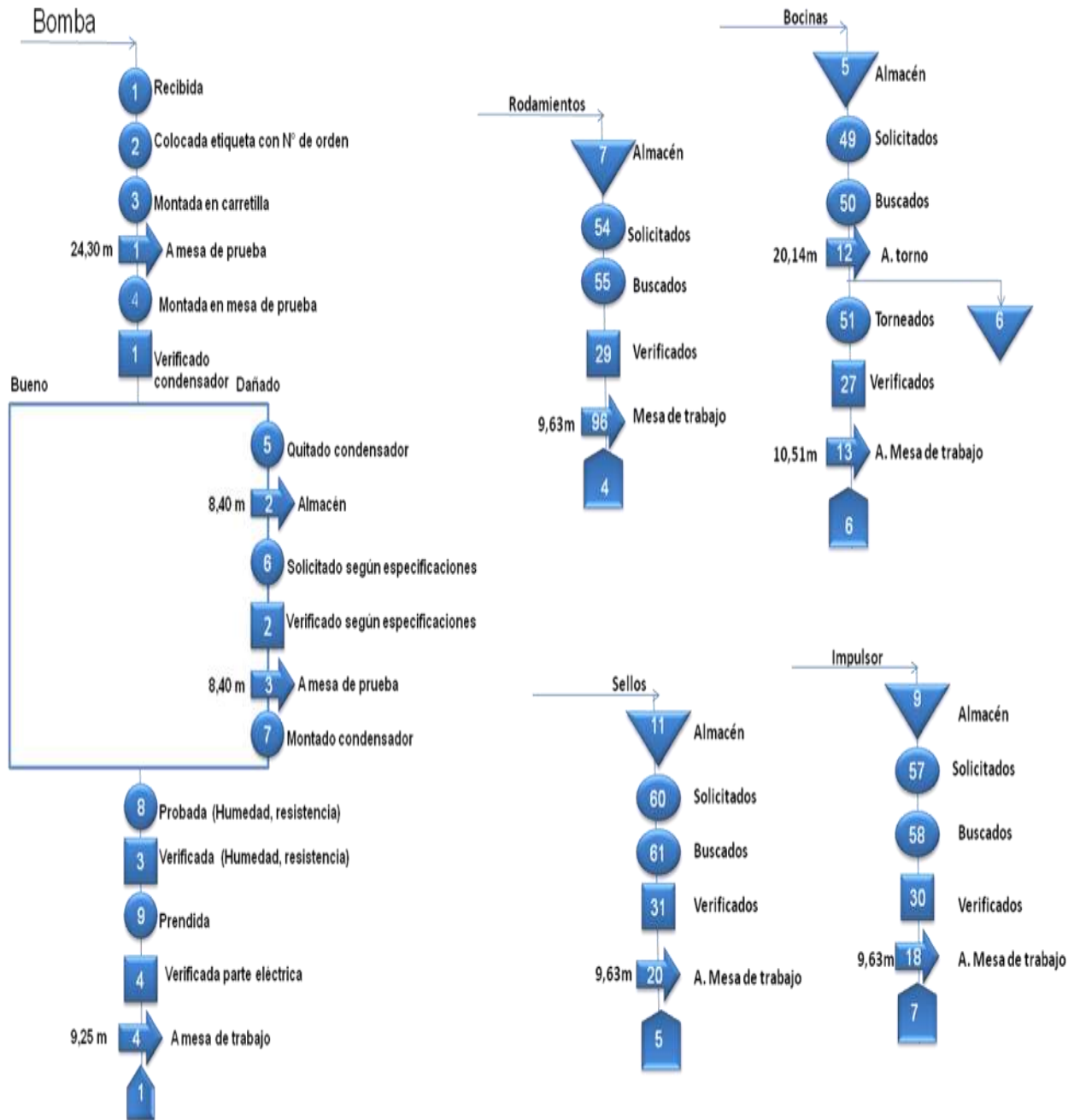
Inicio: La bomba es recibida.

Fin: La bomba es almacenada en temporalmente en el estante de equipos reparados.

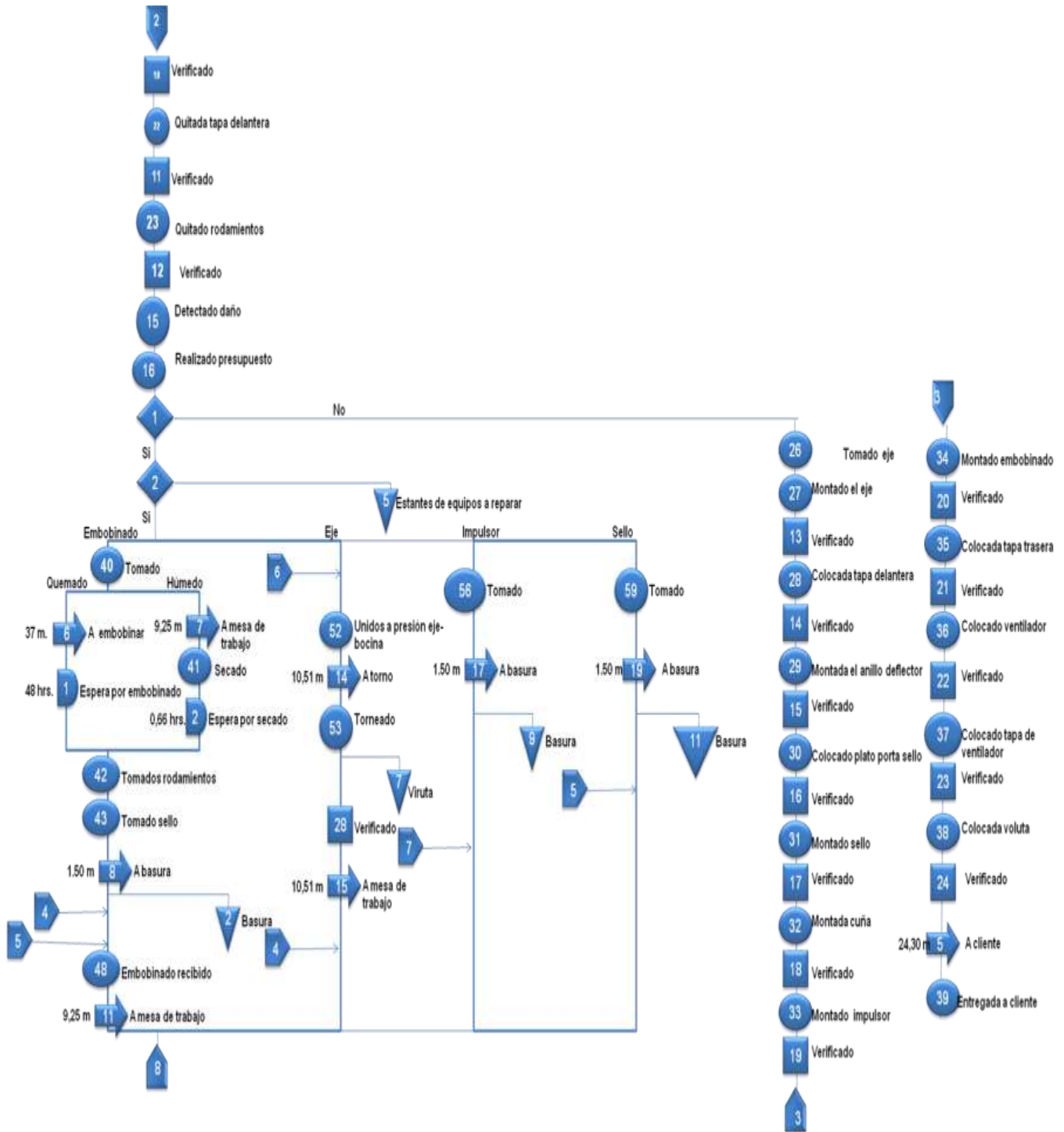
Fecha: 3 de agosto de 2009.

Método: Actual.

Seguimiento: Material.



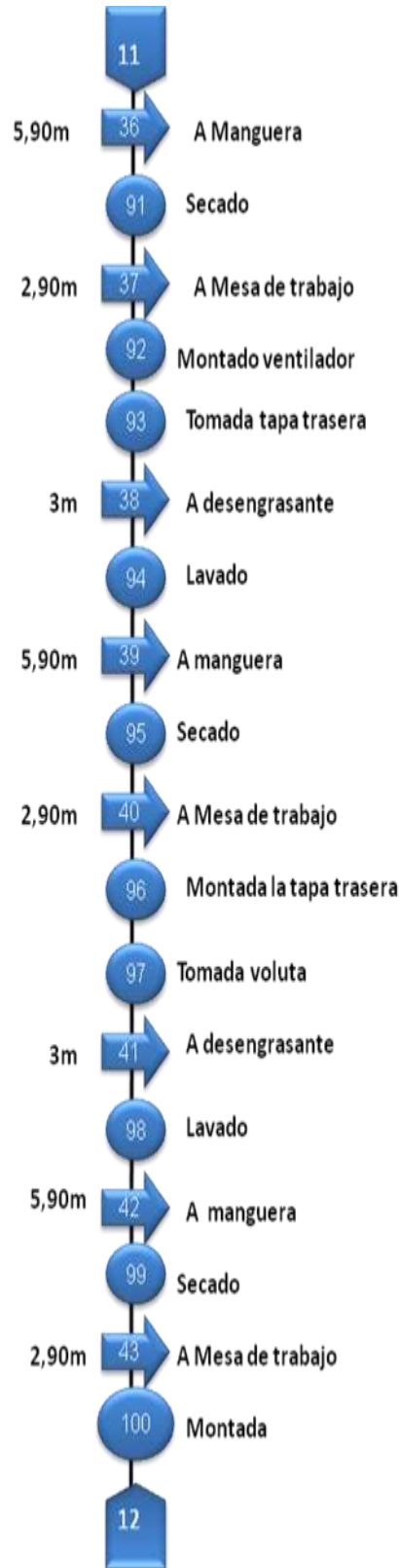

















Resumen:

	→	107
	→	44
	→	47 (402,63) m
	→	3 (52,66) Hrs.
	→	2
	→	13
<hr/>		
Total	→	216

Análisis general del proceso actual

Una vez recopilada toda la información se procedió a la elaboración del diagrama de proceso referente a la reparación de bombas. Se pudo observar que las operaciones que están contempladas en él son las mínimas y necesarias para llevar a cabo esta actividad por lo cual estas no pueden ser reducidas, eliminadas ni sustituidas por otras ya que no se estaría cumpliendo con los procedimientos adecuados al proceso.

En cuanto a los traslados, se puede notar que estos varían con respecto a las diferentes áreas de trabajo, son en su mayoría cortos sin embargo existen algunos que se deben considerar como traslados más largos tales como: a banco de prueba y a pintura, ocasionando fatiga en el operario y demoras en la secuencia de las actividades lo que retrasa el servicio de entrega al cliente.



Otro aspecto relevante es el almacenamiento de productos reparados ya que estos se ubican en un estante dentro del área de taller interrumpiendo las actividades que allí se desarrollan, lo que podría causar eventualidades que afectarían el avance del proceso. Aunque en el diagrama de proceso no se aprecie con claridad este inconveniente se puede visualizar de forma detallada en el diagrama de flujo recorrido.

Es importante considerar que las problemáticas expuestas anteriormente afectan directamente la productividad de la empresa, y se emplearía más tiempo de lo necesario en la ejecución de las actividades, causando retrasos en la entrega de los equipos, por ende los clientes pierden la credibilidad en el servicio de la empresa y ésta su vez adquiere una imagen inadecuada.

CAPITULO VI

SITUACION PROPUESTA

Una vez analizada la situación actual y determinadas las fallas que se presentan durante el proceso de diseño un método de trabajo nuevo que se describe a continuación.

Descripción del método propuesto:

Después de haber analizado el método de trabajo actual se encontraron ciertos detalles que deben ser mejorados, los cuales se describen en el método propuesto.

La empresa Hidrobombas C.A se dedica al servicio y reparación de equipos hidroneumáticos siendo las bombas domésticas de 1Hp las que se reparan con mayor frecuencia. Para llevar a cabo el proceso se realizó el seguimiento de las operaciones que se le realizan a la bomba desde que ingresa a la empresa hasta que es retirada de la misma, el cual se desarrolla de la siguiente manera:

La empresa recibe al cliente por el área de recepción donde se da la orden para hacer pasar la bomba hasta el área de taller en una carretilla (24,30m), allí es ubicada sobre la mesa de prueba y se coloca una etiqueta con el número de orden. Después se procede a verificar sus partes comenzando por el condensador; si este está dañado se procede a retirarlo, el operario se traslada a almacén (8,4m) y solicita al almacenista uno nuevo con las mismas especificaciones, se verifica y traslada hasta la mesa de prueba (8,4m) para cambiar el condensador, en caso de que esté en buen estado se continúa con el procedimiento de la reparación.

Luego se realizan dos pruebas fundamentales para verificar el funcionamiento de la parte eléctrica de la bomba. Primero se procede a megarla



con un megger para detectar daños en el embobinado (cuando la aguja está en cero el embobinado no posee humedad y está en buen estado; si la aguja es intermitente, hay presencia de humedad y si ésta se va al infinito el embobinado está dañado). Una vez prendida la bomba se realiza la segunda prueba que consiste en conectar el equipo al tablero de prueba y con una pinza voltiamperímetro observar los valores de voltaje y amperaje y en función de estos verificar el funcionamiento de la misma. Culminadas las pruebas de rigor se traslada el equipo hasta la mesa de trabajo (9,25 m), es montado en la mesa, y se comienza el desarmado de la misma utilizando las siguientes herramientas: (martillo de bola, llaves de 1/2, 7/16, 14", alicate de presión; destornilladores de pala, de estría, de ataque; un dao de 15/16 y 13mm, rache de 3/8; destornilladores grandes de pala; extractor de impacto; tenaza). El desarmado de las partes se realiza en el siguiente orden: se quita la voluta, la tapa del ventilador, el ventilador, la tapa trasera, el embobinado, para continuar con el desarmado se monta en la prensa y allí se quita el impulsor, la cuña, el sello, el plato porta sello, el anillo deflector, tapa delantera, rodamientos; realizando verificaciones de las partes a partir del momento en que se retira el embobinado, detectando así los daños presentes. Una vez obtenidos los resultados de la inspección y dependiendo del daño que presente, ya sea en el embobinado, eje, rodamientos, sellos o impulsor se realiza un presupuesto con las especificaciones de la reparación y los costos asociados, éste es enviado al cliente presentándose dos casos: si el cliente acepta el presupuesto se procede a la reparación dependiendo de donde esté situado el daño; en caso de no aceptarlo, la bomba es armada en forma inversa a la que fue desarmada anteriormente (se toma el eje, se colocan rodamientos a presión, tapa delantera, deflector, plato portasello, sello, cuña, impulsor, embobinado, tapa trasera, ventilador, tapa del ventilador y voluta; verificando cada una de las operaciones. Culminada esta actividad es enviada a la recepción (24.30m) para ser entregada al cliente.



Si los daños de la bomba se encuentran en el embobinado pueden presentarse dos casos que este quemado o húmedo. En el primero de los casos este es tomado y enviado a embobinar para ello se debe esperar 48 horas, ya que esta actividad no se realiza en las instalaciones de la empresa. En el segundo caso, éste se traslada a la mesa de trabajo (9,25m), para secarlo utilizando un horno improvisado compuesto por una caja de cartón y un bombillo, luego se espera por secado (0,66 hrs).

Es política de la empresa que cuando se presenten cualquiera de los dos casos mencionados anteriormente sean cambiadas otras partes del equipo para garantizar la vida útil del mismo estos son los rodamientos y sellos, por esto mientras se realizan las operaciones correspondientes a embobinado quemado y húmedo, se cambian los rodamientos y sellos. Ambos se encuentran ubicados en el almacén, son solicitados por el técnico al almacenista el cual los busca de acuerdo a las especificaciones prescritas en la hoja de pedido, son entregados al técnico y llevados a la mesa de trabajo. Los rodamientos y sellos viejos se toman y llevan a la basura (1,50m).

Si el problema que se presenta es el eje desgastado, el técnico solicita en almacén una bocina, el almacenista la busca y la envía a torno (20,14m) para darle el acabado según las especificaciones del eje, verificando el resultado; las virutas son almacenadas en una caja situada en el suelo. Terminada la actividad de torneado es trasladada a la mesa de trabajo para unirse con el eje a presión y luego ser enviados en nuevamente al torno (10,51m) para darle el maquinado requerido y que el eje recupere sus medidas iniciales, las virutas se almacenan en la misma caja mencionada anteriormente, y se verifica el resultado. El eje reparado se traslada a la mesa de trabajo (10,51m).

En este caso donde la reparación se realiza en el eje, los rodamientos también deben ser cambiados ya que problemas en los ejes causan a su vez daños en los rodamientos. Estos se encuentran en almacén, son solicitados,



buscados, verificados y enviados a mesa de trabado (9,63m). Finalizada la reparación se procede al armado de la bomba.

Si el daño se encuentra ubicado en el impulsor o sellos, estos solo deben ser cambiados por otros nuevos que cumplan con las mismas características. Las partes dañadas son llevadas a la basura (1,50m), y las partes nuevas son solicitadas, buscados, verificadas, llevadas a mesa (9,36m) y cambiadas.

Luego de terminar la reparación se procede a limpiar las piezas para ello, se coloca el eje, el plato porta sello y el impulsor en la cesta, y se traslada (5m) a cepillo eléctrico, se coloca en mesa, y se ejecutan las siguientes operaciones: se limpia eje se coloca en cesta; se limpia plato porta sello se coloca en cesta; se limpia impulsor, se coloca en cesta luego se traslada (5m), la cesta a la mesa de trabajo donde se saca eje e impulsor. Se coloca tapa delantera en la cesta, tapa de ventilador, ventilador, tapa trasera, y voluta estos son llevadas (2,90m) al área de desengrasante y secado por tanto se lava con desengrasante, se seca con una manguera a presión de aire cada una de las actividades, es decir, se lava se seca y se coloca en cesta sucesivamente. Una vez limpiadas se traslada (2,90m) la cesta a la mesa de trabajo y se procede a armar. Se toma el eje, se montan los rodamientos a presión empleando un martillo, verificando que estos se hallan acoplados en perfectas condiciones, seguidamente se toma la tapa delantera esta es lijada con una lija de 80, se monta y a la vez se inspecciona, monta deflector verifica, de seguida toma el plato porta sello, se monta, simultáneamente verifica, continuamente monta la cuña, verifica; tomando el impulsor, monta, verifica; se toma embobinado se lija el borde, se monta, verifica; se toma tapa de ventilador se monta, se verifica; se toma ventilador se monta, se verifica; así mismo toma la tapa trasera, monta, verifica y por ultimo toma voluta, monta, se verifica ya armada la bomba se traslada (29,5 m) a banco de prueba, conectándola para ser probada, estas verificándose caudal y presión. Prontamente se traslada a pintura



Ingeniería de Métodos



(33,30m) se limpia y se tapa con tirro las etiquetas de la bomba, para que no pierda su identificación, se procede a pintar con esmalte color azul, ocurre una demora de (4 hrs) por el secado de la misma, se verifica secado y a la vez se retira el tirro. Finalmente el equipo ya listo en condiciones adecuadas se translada almacén de equipos reparados (27,51m) y es almacenada.



Diagrama de Proceso Propuesto

Diagrama: Proceso.

Proceso: Reparación de bombas de 1Hp.

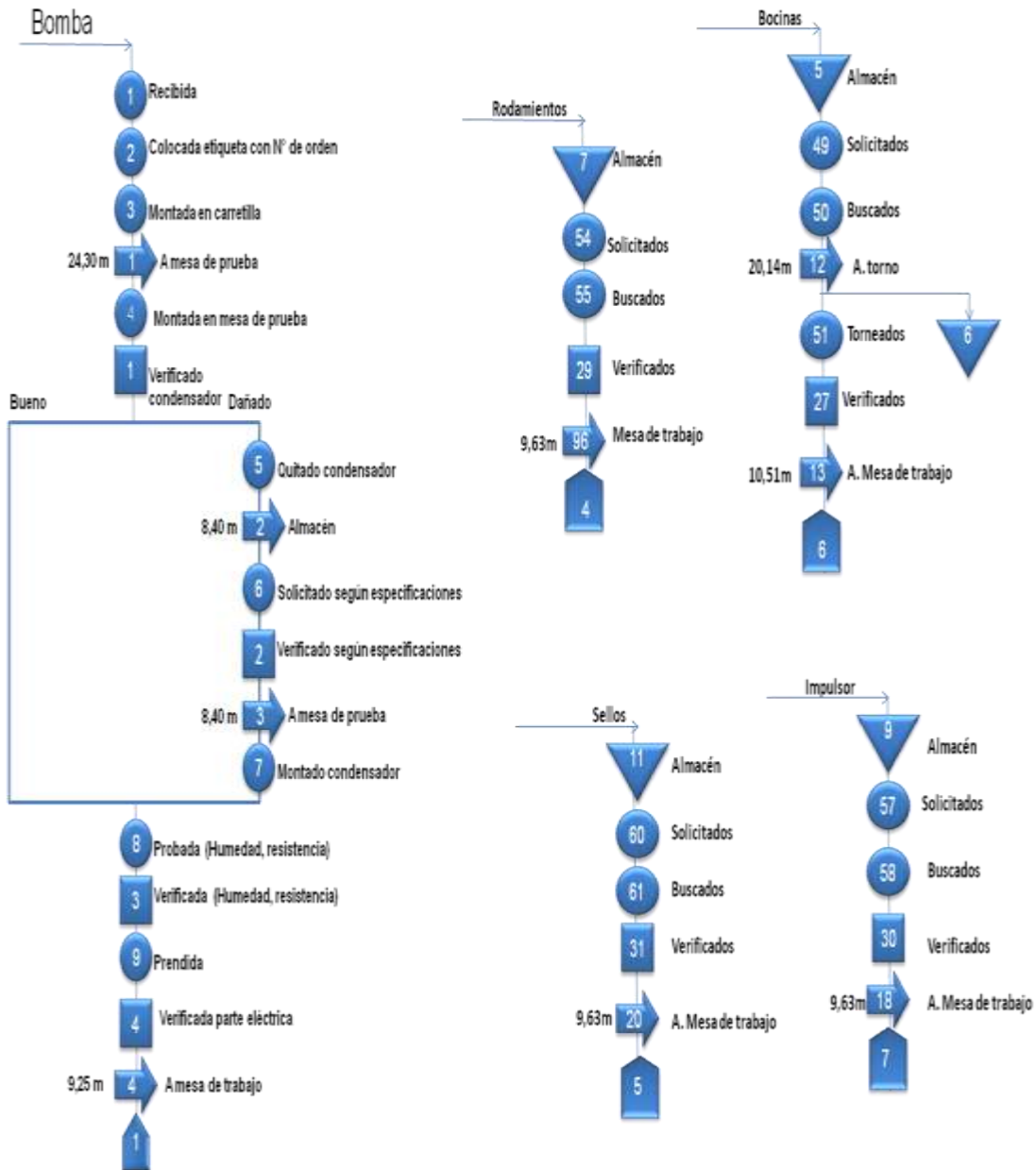
Inicio: La bombas es recibida.

Fin: La bomba es almacenada temporalmente en el sitio destinado para ello.

Fecha: 3 de Agosto de 2009.

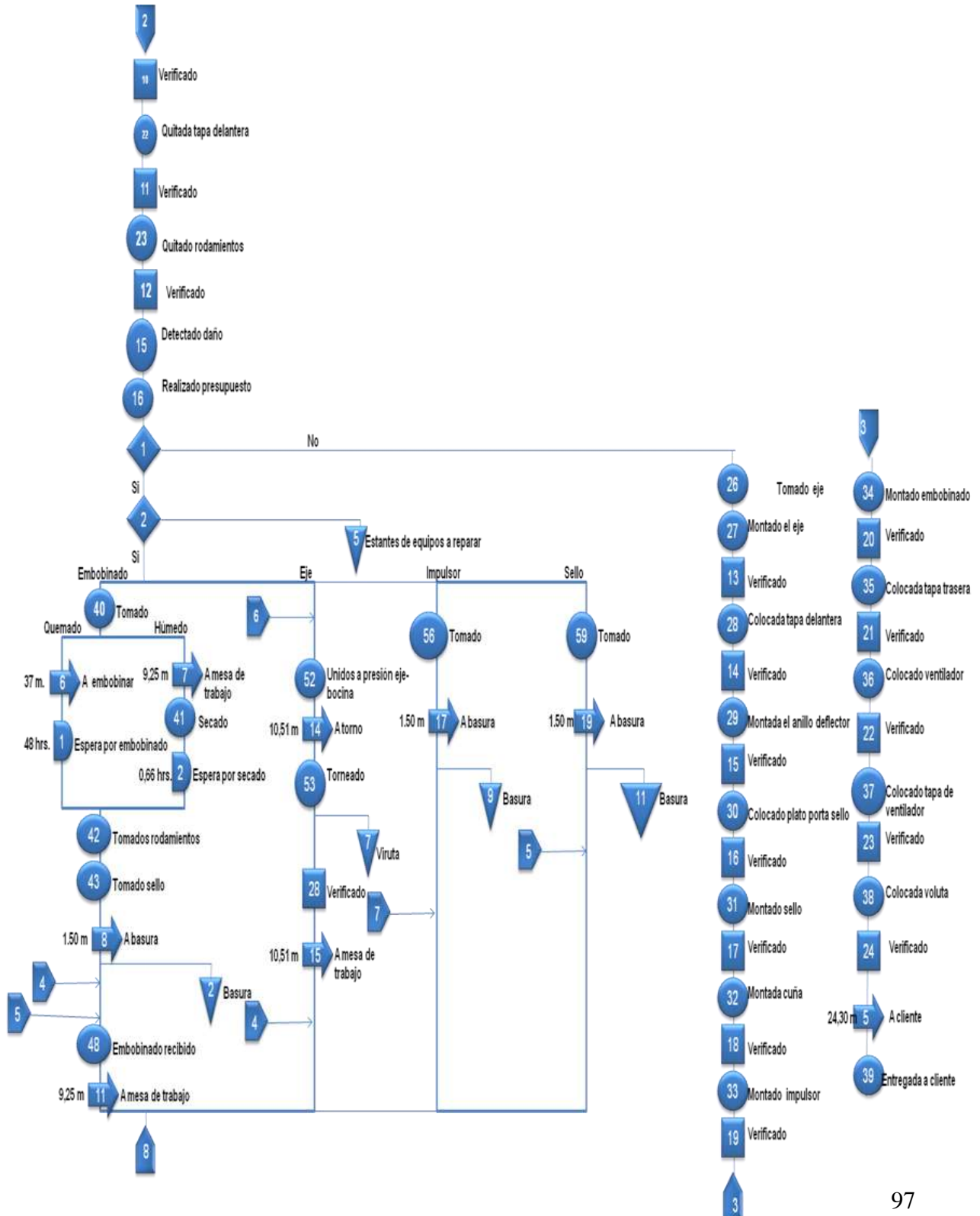
Método: Propuesto.

Seguimiento: Material



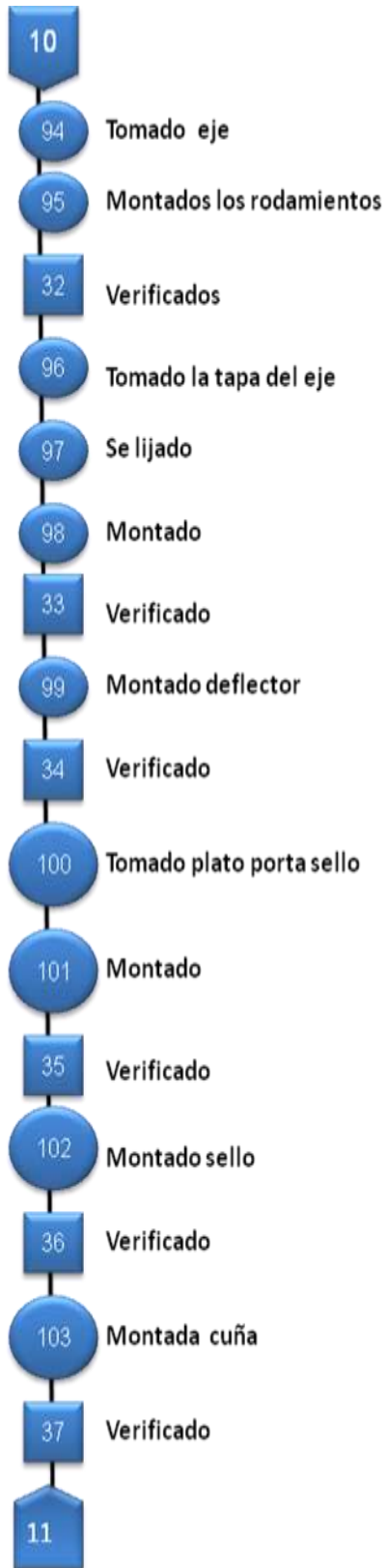
Ingeniería de Métodos

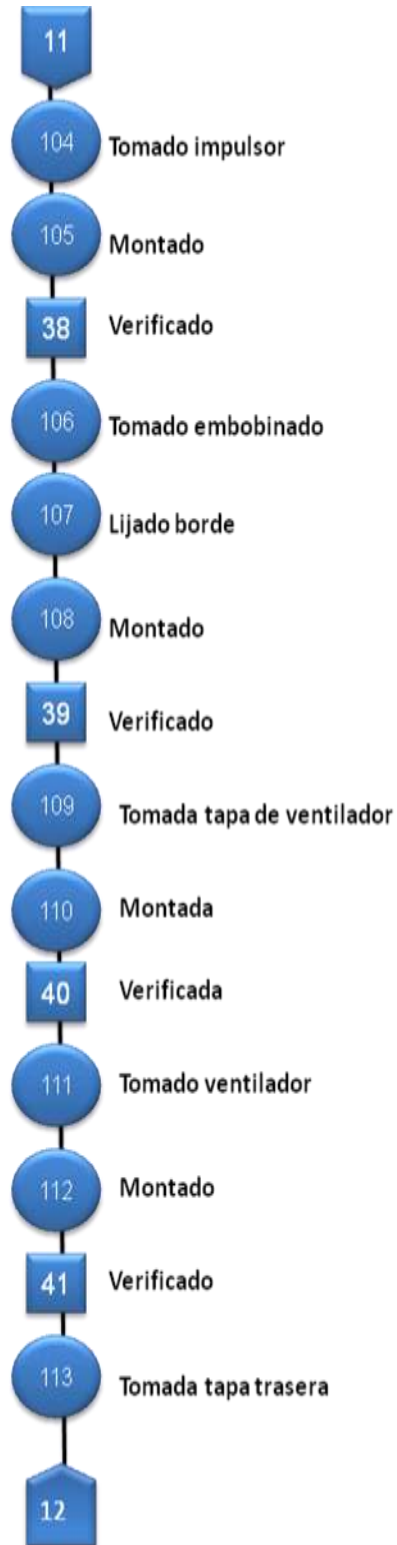




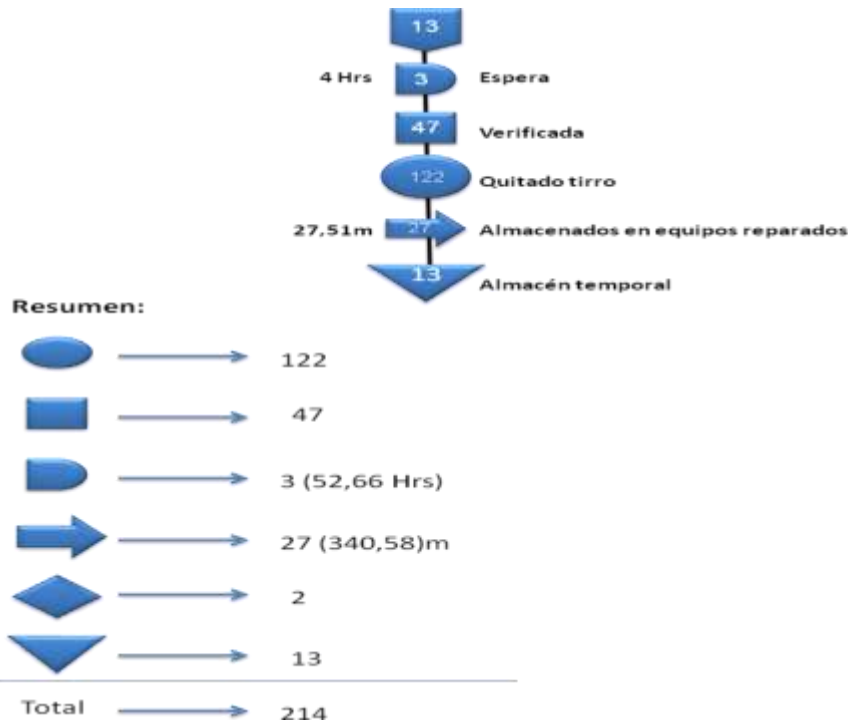












Análisis del método de trabajo propuesto

Para poder proponer un mejor método de trabajo se tomaron como base las herramientas y conocimientos adquiridos en la ingeniería de métodos, lo cual nos facilitó el desarrollo de las mejoras en las actividades realizadas actualmente.

Como en general la empresa desempeña sus labores de forma adecuada, los cambios propuestos que se deben realizar no son tan radicales ni tan notorios en el diagrama de proceso, pero de igual manera traen beneficios para la misma.

Los cambios a efectuar están dirigidos básicamente a la disminución de traslados de 47(402,63m) a 27(340,58m) y reubicación de algunas áreas; es por ello que al igual que en el método de trabajo actual las operaciones permanecieron casi iguales ya que son las mínimas y necesarias para llevar a cabo el proceso de reparación.



Los cambios más significativos se presentaron en los traslados de área de desengrasante que se reubicó al lado de manguera de presión de aire, donde el operario simultáneamente una vez limpiada la pieza la seca, sin tener que trasladarse al lugar antiguo donde se ubicaba el área de desengrasante.

Se implantó la utilización de una cesta donde el operario coloque todas las piezas y facilite el traslado hasta los sitios de limpieza (desengrasante y manguera de presión) no tenga que regresar por cada pieza.

Otras propuesta es que se evalúe la posibilidad de acondicionar un espacio que está cerca del área de pintura para disponer ese sitio de almacén de equipos reparados, para que estos no estén ubicados en el mismo sitio de los equipos por reparar, que no entorpezca los movimiento de los operarios y que la entrega del equipo sea con mayor facilidad y comodidad.

Es una ventaja muy favorable los cambios propuestos, ya que éste ahorra tiempo en estar trasladándose de un lugar a otro y a la vez reduciendo la fatiga por el repetitivo traslado. De esta manera se agiliza el proceso de reparación, garantizando un excelente desarrollo de las actividades y funcionamiento de los equipos.

Para efectuar estos cambios se planteó una redistribución de las áreas antes mencionadas lo que disminuiría las distancias recorridas por los operarios, el cansancio y los movimientos de los mismos serían más cómodos.

La propuesta del cambio de áreas no se puede apreciar en el diagrama de procesos es por ello que como complemento se realizó el diagrama de flujo/recorrido correspondiente donde se visualizan claramente los cambio en materia de distribución de áreas.

CAPÍTULO VII ESTUDIO DE TIEMPOS

TIEMPO ESTÁNDAR

El proceso de reparación de las bombas de 1Hp, está conformado por cinco actividades fundamentales, entre ellas se tienen: la recepción, diagnóstico, desarmado, reparación y armado.

<u>Recepción</u>	<u>Diagnóstico</u>	<u>Desarmado</u>	<u>Reparación</u>	<u>Armado</u>
1er Elemento	2do Elemento	3er Elemento	4to Elemento	5to Elemento

Para efectos del estudio de tiempo se tomó el 3er elemento o desarmado como actividad piloto debido a que ésta es una de las más repetitivas, la cual independientemente del tipo de reparación siempre se realiza de la misma manera y con las mismas herramientas.

Los valores de tiempos obtenidos para ésta actividad por el método de cronometraje vuelta cero fueron los siguientes:

Tiempos de desarmado de las bombas (en min)

<u>Muestras</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>E-3</u>	13,15	13,59	13,43	14,00	14,01	13,38	13,25	14,02	14,35	13,34

Además de estos datos, se tiene que la jornada de trabajo es de 8hr, 30min (7:30 am – 12:00 pm) – (1:30 pm – 5:30pm), 5 días a la semana. El tiempo de preparación inicial y preparación final dispuesto por la empresa es de 10min cada uno y el tiempo destinado para almuerzo es de 1hr, 30min. La empresa no tiene

definido un tiempo exacto para las necesidades personales por ello no serán consideradas para efecto de las tolerancias.

Datos:

Jornada de trabajo (discontinua)

8hr, 30 min= 510 min

5 días /semana

Almuerzo: 1hr, 30 min = 90 min

TPI: 10 min

TPF: 10 min

n=10

Procedimiento para calcular el tiempo estándar de la operación de desarmado:

- Definir el coeficiente de confianza

$$C = 95 \%$$

- Definir el intervalo de confianza.

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc \cdot S}{\sqrt{n}} \quad \text{Ecuación (I)}$$

Para determinar este intervalo se deben calcular previamente tc , \bar{X} , S :

$$C = 1 - \alpha$$

$$\alpha = 1 - C = 1 - 0.95 = 0.05$$

$$v = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

De la tabla de la distribución t Student (Ver figura 6):

$$tc(\alpha, v) = tc(0.05, 9) = 1.8331$$

Con la calculadora se obtienen los valores de \bar{X} , S :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{10} Xi = 13.652$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum t^2 - \frac{(\sum t)^2}{n}}{n-1}} = 0.4096$$

➤ **Cálculo del intervalo de confianza**

Sustituyendo tc, \bar{X} y S en ecuación (I) se tiene:

$$I = 13.625 \pm \frac{1.8331 * 0.4096}{\sqrt{10}} = \left. \begin{array}{l} I1=13.8994min \\ I2= 13.4145min \end{array} \right\}$$

Ahora: $I = I1 - I2 = 13.8994 - 13.4145 = 0.4849min$

➤ **Cálculo del intervalo de la muestra**

$$Im = \frac{2 * tc * S}{\sqrt{n}} = \frac{2 * 1.8331 * 0.4096}{\sqrt{10}} = 0.47487min$$

Comparando Im con I se tiene que:

$$Im < I$$

$$0.4849min < 0.47487min$$

Por lo tanto se acepta el número de muestras tomadas (n=10), no es necesario adicionar otras muestras.

➤ **Cálculo del tiempo estándar de la operación**

$$TE = TN + \sum Tolerancias = TPS * cv + \sum Tolerancias \quad (Ecuación II)$$

De la calculadora se obtiene el valor del *TPS* (tiempo promedio seleccionado):

$$TPS = \frac{\sum lecturas}{n} = 13,652min$$

Este valor corresponde al tiempo promedio que tarda la actividad de desarmado considerando que se tomaron 10muestras.

➤ **Cálculo del *cv* (Coeficiente de velocidad del operario)**

De acuerdo con las observaciones realizadas al operario mientras desempeñaba sus labores y la utilización del método Westinghouse se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (Ver figura 7) y a través de ello determinar la calificación de la velocidad con que trabaja el operario.

$$cv = 1 \pm c \quad (\text{Ecuación III})$$

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	A2	Extrema	+0,13
Esfuerzo	B1	Excelente	+0,10
Condiciones	C	Buena	+0,02
Consistencia	C	Buena	+0,01

$$c = 0,13 + 0,10 + 0,02 + 0,01 = 0,26$$

La habilidad fue considerada extrema debido a que el operario tiene destrezas para realizar las distintas actividades, y manipula con facilidad las herramientas de trabajo, el esfuerzo fue considerado como excelente debido a que el operador demostró gran voluntad para desarrollar su trabajo tratando en lo posible lograr los mejores resultados, las condiciones fueron consideradas buenas ya que en general la temperatura, ventilación, ruido e iluminación están controlados por parte de la empresa para que el trabajo del operador no se vea interrumpido por estos factores; y finalmente la consistencia también fue considerada como buena ya que los resultados de las observaciones realizadas tuvieron cierta grado de repitencia.

Sustituyendo c en ecuación III se tiene que:

$$cv = 1 \pm 0,26 = 1,26$$

Este valor de cv indica que el operario muestra un 26% de efectividad por encima del promedio lo cual es atribuido principalmente a las habilidad, destreza y coordinación que tiene al momento de desempeñar sus labores.

➤ **Cálculo del TN**

$$TN = TPS * cv = 13,652 * 1,26 = 17,20152 \text{ min}$$

Este valor indica que el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar y sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables es de 17.20152min. Ahora bien, después de haber calculado el tiempo normal de la operación, es necesario realizar los cálculos correspondientes para determinar el verdadero tiempo estándar, el cual incluye las tolerancias

➤ **Cálculo de las tolerancias**

Una vez realizadas las observaciones de las condiciones en el área de trabajo, la repetitividad del trabajo, el esfuerzo físico y mental que emplea el operario y posición de trabajo se aplicó el método sistemático (Ver figura 8) para determinar el valor correspondiente a las tolerancias por fatiga, de acuerdo con esto se obtuvo lo siguiente:

Condición	Grado	Puntos
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	2	10
Duración del trabajo	4	80
Repetición del ciclo	1	20
Esfuerzo físico	1	20
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	3	30
Total		260

Conforme al resultado del método sistemático se determinan las concesiones por fatiga de la tabla (ver figura 10), de acuerdo con el intervalo donde está contenido 260 y la jornada de trabajo (510min) cuyo resultado fue:

Clase	D1
Rango	255 – 261
% Concesión	16
min concedidos por fatiga	70

Nota: Esto se puede apreciar mejor en la hoja de concesiones (ver figura 9),

➤ Cálculo de la jornada efectiva de trabajo

$$JET = JT - \sum Tolerancias\ fijas = JT - (TPI + TPF)$$

$$JET = 510\ min - (10min + 10min) = 490min$$

Normalizando tiempo por concepto de fatiga en función del TN se tiene que:

$$\begin{array}{ccc} JET - (fatiga) & \longrightarrow & fatiga \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = \frac{TN * (fatiga)}{JET + (fatiga)} = \frac{17,20152 * (70min)}{490min + (70min)} = 2,15019$$

Ahora bien, sustituyendo TN y la $\sum tolerancias$ en ecuación II se tiene que:

$$TE = 17,20152min + 2,15019min = 19.35171min$$

Finalmente el tiempo estándar que emplea el operario para realizar la actividad de desarmado es de aproximadamente 19.35171min, considerando las tolerancias que se presentan por concepto de fatiga. El tiempo estimado para tolerancias por concepto de necesidades personales no está estipulado por la empresa, sin embargo, en la realidad éste tiene cierto grado de incidencia en los resultados del tiempo empleado para la reparación, es por ello que se recomienda que la empresa tome esto en cuenta y lo establezca para que el resultado del estudio tenga mayor precisión.



Así mismo, el tiempo estándar que tarda la actividad de desarmado tampoco esta estandarizado por la empresa, lo cual dificulta realizar las comparaciones con los cálculos obtenidos, por tanto se recomienda a los encargados medir con los instrumentos necesarios los tiempos de duración de cada actividad y realizar constantes monitoreos del cumplimiento de esos estándares.

Si se comparan los valores de TE con el TN se puede notar que éste se incrementa ligeramente, y esto se debe a la fatiga y a la calificación de la velocidad. Además de ello es importante considerar que algunos de los datos suministrados para realizar los cálculos fueron obtenidos a través de la observación directa donde se intentó en lo posible ser objetivo para poder garantizar un alto nivel de confianza en los resultados.

MUESTREO

Para realizar el estudio de muestreo, se realizarán observaciones de las actividades que desempeñan de un operario en particular, en este caso el encargado del área de taller, el cual puede desempeñar las siguientes actividades: (probar equipo, desarmar, en almacén, reparar y armar).

Las horas en las cuales se realizará el estudio serán obtenidas a través de los números aleatorios conseguidos mediante la calculadora, éste estudio se realizará durante cinco días; se debe tomar en cuenta que las horas de observación serán las mismas para todos los días, aunque no es lo más recomendable la versatilidad del método lo permite.



Se debe tomar en cuenta que estos números deben cumplir con la siguiente condición: que estén contenidos dentro de la Jornada de Trabajo (7:30am a 12:00pm / 1:30pm a 5:30pm), donde el número correspondiente a la centésima representa la hora, y los siguientes representan los minutos.

Números aleatorios

0.335 0.714 0.425 0.783 0.941 0.384 0.833 0.179 0.137 0.168

Selección de números aleatorios. De acuerdo a la condición, el único número que no está dentro de la jornada de trabajo es: 0.714, por ello se debe buscar otro valor.

0.86

Número aleatorio extra

Las horas correspondientes a los números aleatorios son las siguientes:

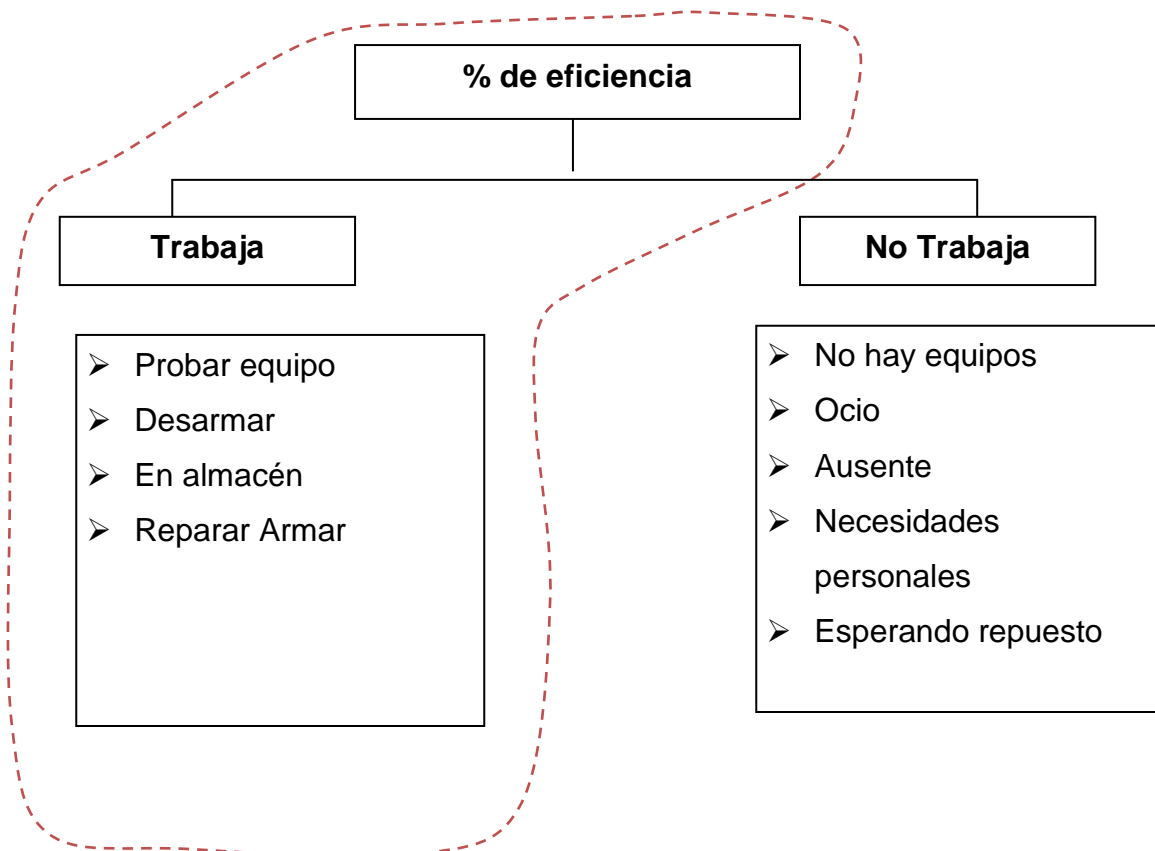
8:23 am	8:33 am	9:07 am	9:41 am	1:37 pm
2:08 pm	2:19 pm	3:35 pm	4:24 pm	4:25 pm

Procedimiento para realizar el muestreo del trabajo

1. Definir objetivo.

Objetivo: Determinar el porcentaje (%) de eficiencia del operario que labora en la empresa HIDROBOMBAS, C.A.

2. Identificar los elementos.



Nivel de Confianza (NC) = 95%

Exactitud (S) = 5%

Tabla:


NC	99.7	99	98	96	95.5	95	90	80	68.3	50
K	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.64	1.28	1.00	0.61


Horas de observación ordenadas.

8:23 am	8:33 am	9:07 am	9:41 am	1:37 pm
2:08 pm	2:19 pm	3:35 pm	4:24 pm	4:25 pm





Ingeniería de Métodos
Formato de muestreo de trabajo
(En la página siguiente)

		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;"> Empresa: Hidrobombas C.A </div>										
Muestreo de trabajo		Descripción del trabajo: Determinar el porcentaje de eficiencia del operario que labora en la empresa.										
		Analistas: Vanessa García , Victoria Patiño , Liseth Rondón , Nathaly García, Lianny Veracierta					Fecha: 27/07/09					
Día	Hora	Trabaja					No trabaja					
		Probar equipo	Desarmar	En almacén	Reparar	Armar	No hay equipos	Ocio	Ausente	Np	Espera repuesto	
1	8:23am	X										
	8:33am	X										
	9:07am		X									
	9:41am			X								
	1:37pm							X				
	2:08pm				X							
	2:19pm				X							
	3:35pm									X		
	4:24pm					X						
	4:25pm					X						
	Total		2	1	1	2	2	0	1	0	1	0
	Total de obs. Trabaja	8					Total de obs. No Trabaja	2				
Observaciones: En las horas de estudio el operario estuvo en su mayoría trabajando, probando equipo, reparando y armando.												

		 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 100px;"> Empresa: Hidrobombas C.A </div>										
Muestreo de trabajo		Descripción del trabajo: Determinar el porcentaje de eficiencia del operario que labora en la empresa.										
		Analistas: Vanessa García , Victoria Patiño , Liseth Rondón , Nathaly García, Lianny Veracierta					Fecha: 28/07/09					
Día	Hora	Trabaja					No trabaja					
		Probar equipo	Desarmar	En almacén	Reparar	Armar	No hay equipos	Ocio	Ausente	Np	Espera repuesto	
2	8:23am						X					
	8:33am						X					
	9:07am	X										
	9:41am			X								
	1:37pm								X			
	2:08pm	X										
	2:19pm	X										
	3:35pm										X	
	4:24pm							X				
	4:25pm											
	Total		3	0	1	0	2	2	0	1	1	0
	Total de obs. Trabaja		6					Total de obs. No Trabaja		4		

Observaciones: Se observa que el operario que el operario trabaja la mayor parte del tiempo, sin embargo tiene momentos en los que no está trabajando.

		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">Empresa: Hidrobombas C.A</h2> </div>									
Muestreo de trabajo		Descripción del trabajo: Determinar el porcentaje de eficiencia del operario que labora en la empresa.									
		Analistas: Vanessa García , Victoria Patiño , Liseth Rondón , Nathaly García, Lianny Veracierta					Fecha:29/07/09				
Día	Hora	Trabaja					No trabaja				
		Probar equipo	Desarmar	En almacén	Reparar	Armar	No hay equipos	Ocio	Ausente	Np	Espera repuesto
3	8:23am		X								
	8:33am		X								
	9:07am	X									
	9:41am			X							
	1:37pm					X					
	2:08pm	X									
	2:19pm										X
	3:35pm				X						
	4:24pm				X						
	4:25pm					x					
	Total		2	2	1	2	2	0	0	0	0
Total de obs. Trabaja		9					Total de obs. No Trabaja		1		
Observaciones: El operario está la mayoría del tiempo trabajando, sólo estuvo sin realizar sus labores por espera de un repuesto.											

 <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <h2 style="margin: 0;">Empresa: Hidrobombas C.A</h2> </div>											
Muestreo de trabajo		Descripción del trabajo: Determinar el porcentaje de eficiencia del operario que labora en la empresa.									
		Analistas: Vanessa García , Victoria Patiño , Liseth Rondón , Nathaly García, Lianny Veracierta						Fecha:30/07/09			
Día 4	Hora	Trabaja					No trabaja				
		Probar equipo	Desarmar	En almacén	Reparar	Armar	No hay equipos	Ocio	Ausente	Np	Espera repuesto
	8:23am					X					
	8:33am	X									
	9:07am						X				
	9:41am						X				
	1:37pm		X	X							
	2:08pm			X							
	2:19pm										
	3:35pm				X						
	4:24pm				X						
	4:25pm									X	
	Total	1	1	2	2	1	2	0	0	1	0
Total de obs. Trabaja		7					Total de obs. No Trabaja		3		
<p>Observaciones: El operario se encontraba realizando las distintas actividades, pero también tomó tiempo para NP y espera por equipos por reparar.</p>											



Empresa: Hidrobombas C.A

Muestreo de trabajo		Descripción del trabajo: Determinar el porcentaje de eficiencia del operario que labora en la empresa.									
		Analistas: Vanessa García , Victoria Patiño , Liseth Rondón , Nathaly García, Lianny Veracierta					Fecha:31/07/09				
Día	Hora	Trabaja					No trabaja				
		Probar equipo	Desarmar	En almacén	Reparar	Armar	No hay equipos	Ocio	Ausente	Np	Espera repuesto
5	8:23am					X					
	8:33am					X					
	9:07am	X									
	9:41am									X	
	1:37pm	X									
	2:08pm		X								
	2:19pm		X								
	3:35pm							X			
	4:24pm								X		
	4:25pm								X		
	Total		2	2	0	0	2	0	1	2	1
Total de obs. Trabaja		6					Total de obs. No Trabaja			4	

Observaciones: Se nota que el operario estuvo en varias oportunidades sin trabajar, ya que estaba ausente del área de trabajo.

Día	Trabaja					No Trabaja				
	Prueba equipo	Desarma	En almacén	Repara	Arma	No hay equipos	Ocio	Ausente	NP	Espera repuesto
1	2	1	1	2	2	0	1	0	1	0
2	3	0	1	0	2	2	0	1	1	0
3	2	2	1	2	2	0	0	0	0	1
4	1	1	2	2	1	2	0	0	1	0
5	2	2	0	0	2	0	1	2	1	0
Total	10	6	5	6	9	4	2	3	4	1

Tabla de observaciones totales

De la tabla siguiente se puede observar el comportamiento del operario en los cinco días de estudio, en el cual se observa que se mantiene en su mayoría activo, cumpliendo con sus compromisos laborales, tomando tiempo también para necesidades personales. Se puede destacar que el primer y tercer día estuvo en su mayoría ocupado, y el segundo y quinto día tuvo oportunidades de no trabajar.

4. Datos para el estudio.

Observaciones diarias= 10 obs.

Días de estudio= 5 días

n° de prueba de equipos= 10

n° de desarma=6

n° en almacén= 5

n° de repara=6

n° de arma=9

n° de no hay equipos=4

n° de ocio=2

n° de ausente=3

n° de necesidades personales=4

n° de espera de repuesto=1

Observaciones totales (N=50)

5. Porcentaje (%) de ocurrencia del evento.

$$\bar{p} = \frac{n^{\circ} \text{ de veces que trabaja}}{n^{\circ} \text{ total de observaciones}} = \frac{36}{50} = 0,72 \quad \bar{p}=72\%$$

Este valor nos indica que existe la probabilidad de que el 72% de las veces que se observe al operario este se encuentre realizando sus actividades. Aunque es resultado que representa las observaciones realizadas no es tan aceptable, y mientras mayores observaciones se realicen esta probabilidad verse afectada y disminuir.

Porcentaje de eficiencia del operario.

Porcentaje de ineficiencia del operario.

$$\bar{p} = \frac{n^{\circ} \text{ de veces que trabaja}}{n^{\circ} \text{ total de observaciones}}$$

$$\bar{p} = \frac{n^{\circ} \text{ de veces que no trabaja}}{n^{\circ} \text{ total de observaciones}}$$

Día 1.

$$\bar{p} = \frac{8}{50} = 0,16$$

Día 1

$$\bar{p} = \frac{2}{50} = 0,04$$

Día 2

$$\bar{p} = \frac{6}{50} = 0,12$$

Día 2

$$\bar{p} = \frac{4}{50} = 0,08$$

Día 3

$$\bar{p} = \frac{9}{50} = 0,18$$

Día 3

$$\bar{p} = \frac{1}{50} = 0,02$$

Día 4

$$\bar{p} = \frac{7}{50} = 0,14$$

Día 4

$$\bar{p} = \frac{3}{50} = 0,06$$

Día 5

$$\bar{p} = \frac{6}{50} = 0,12$$

Día 5

$$\bar{p} = \frac{4}{50} = 0,08$$

Tabla porcentaje de eficiencia e ineficiencia:

Día	Observaciones diarias	% De Eficiencia	Observaciones diarias	% De Ineficiencia
1	8	16 %	2	4%
2	6	12%	4	8%
3	9	18%	1	2%
4	7	14%	3	6%
5	6	12%	4	8%

Una vez más en esta tabla se evidencia lo mencionado anteriormente donde los días con mayor porcentaje de eficiencia fueron el 1 y 3, lo cual interesa por ser éste el objeto de estudio.

6. Determinar S' .

$$s' = k \sqrt{\frac{1 - \bar{p}}{\bar{p} * N}} = 1,96 \sqrt{\frac{1 - 0,72}{0,72 * 50}} = 0,17285$$

$$S' = 17,285\%$$

Comparando S' con S se tiene que:

$$S' > S$$

$$17,285 \% > 5\%$$

El criterio de decisión para poder argumentar algo al respecto de la exactitud debe ser $S' < S$, como en este caso no se cumple no es posible concluir nada al respecto hasta que se observe el comportamiento gráfico del estudio. Además de esto se

Debe realizar el recálculo de N para determinar el número de muestras que son necesarias adicionar para satisfacer esta condición.

7. Determinar N' (Recálculo)

$$N' = \frac{k^2(1 - \bar{p})}{S^2 * \bar{p}} = \frac{1,96^2(1 - 0,72)}{0,05^2 * 0,72} = 158,0544 \cong 159 \text{ Obs.}$$

1 día \longrightarrow 10 Observaciones

X \longleftarrow 159 Observaciones

$$X = 159 * 1/10 = 15,9 \text{ días} \approx 16 \text{ días}$$

Esto indica que se deben realizar 159 observaciones adicionales, las cuales son equivalentes a dieciséis (16) días de estudio, para poder tener mayor consistencia en los resultados y el estudio sea más preciso.

8. Cálculo del Lc.

$$Lc = \bar{p} \pm k \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

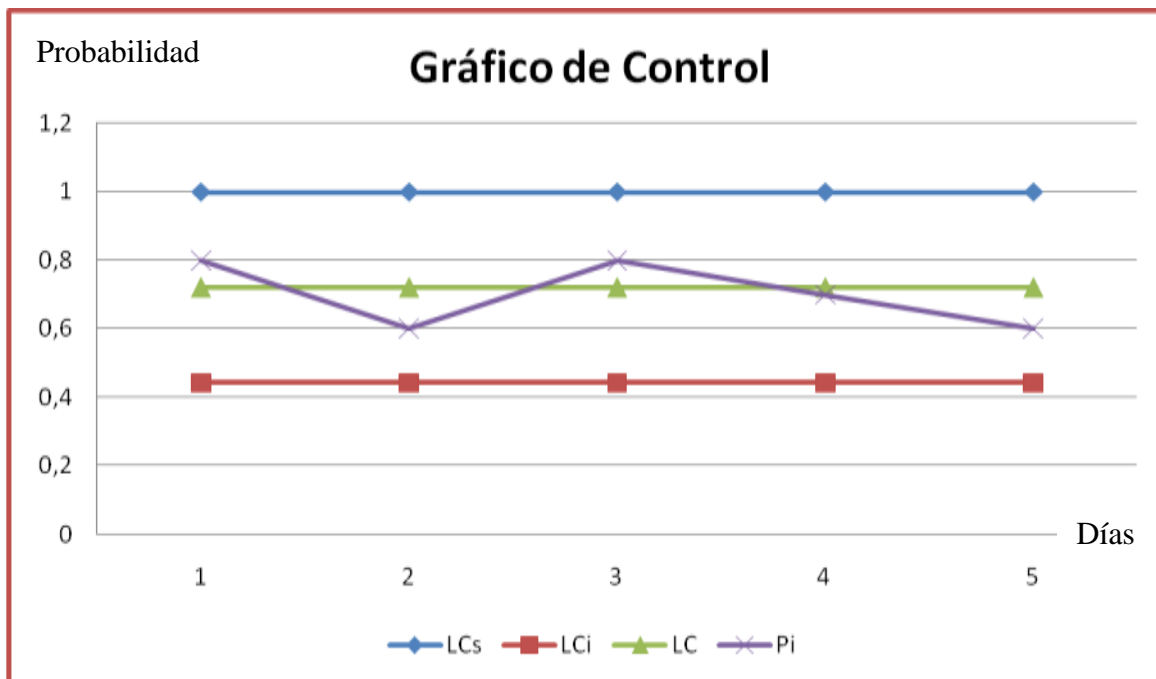
$$Lcs = \bar{p} + k \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0,72 + 1,96 \sqrt{\frac{0,72(1 - 0,72)}{10}} = 0,99829$$

$$Lci = \bar{p} - k \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0,72 - 1,96 \sqrt{\frac{0,72(1 - 0,72)}{10}} = 0,44170$$

Tabla de límites de control y probabilidad

Lc	0.72
Lc_s	0.99829
Lc_i	0.44170
P1	0.8
P2	0.6
P3	0.8
P4	0.7
P5	0.6

Una vez calculados los límites de control y las probabilidades de ocurrencia de los eventos se procede a realizar el gráfico de control correspondiente.



De acuerdo con el gráfico, se observa que éste se encuentra bajo control, ya que todos los puntos están ubicados dentro de los límites superior e inferior, sin embargo se puede notar que en los días 1 y 3 son los de mayor eficiencia por



parte del operario ya que en estos se encuentran los puntos máximos de la gráfica, lo que refleja que existe la mayor probabilidad de encontrar trabajador cumpliendo sus tareas.

Otro aspecto que se puede considerar es que entre los días 3 y 5 la eficiencia de operario estuvo disminuyendo y esto puede atribuirse a que ésta observación se realizó en los últimos días de la semana laboral, y que el operario tomado como muestra estuvo ausente en su puesto de trabajo en las últimas horas del día 5.

Diagrama de Pareto.

Como complemento del estudio se realizó el diagrama de Pareto correspondiente a la situación presentada, para ello es necesario contar con siguientes datos: la ocurrencia de los eventos cada día, y el porcentaje que éste representa del total.

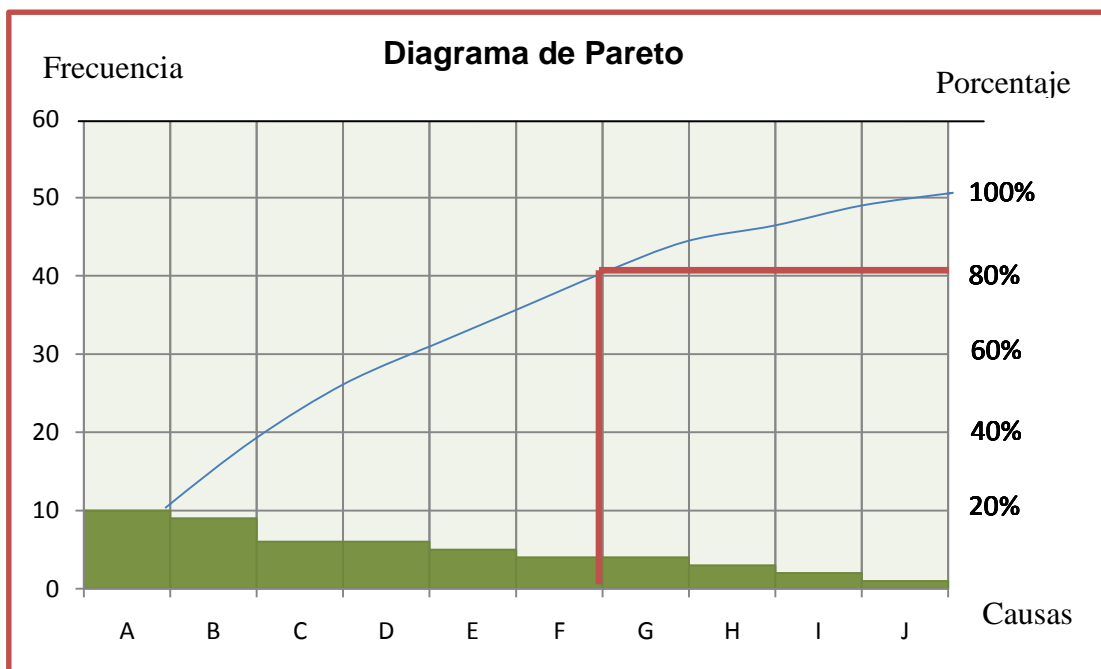
Leyenda utilizada para realizar el diagrama de Pareto

Causas		Causas	
A	Prueba equipo	F	No hay equipo
B	Arma	G	Necesidades personales
C	Desarma	H	Ausente
D	Repara	I	Ocio
E	En almacén	J	Espera repuesto

Tabla de datos para el diagrama de Pareto

Causas	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	% absoluto	% acumulado
A	10	10	20	20
B	9	19	18	38
C	6	25	12	50
D	6	31	12	62
E	5	36	10	72
F	4	40	8	80
G	4	44	8	88
H	3	47	6	94
I	2	49	4	98
J	1	50	2	100
Total	50			

Una vez calculado los porcentajes con relación a la frecuencia de ocurrencia de los eventos se procede a realizar el diagrama de Pareto correspondiente, y de esta manera determinar las causas que tienen mayor incidencia en la eficiencia del operario.





Del diagrama de Pareto anterior se pueden observar el grupo de elementos que son responsables de la mayor parte del efecto. En este caso las causas que generan la mayor eficiencia en el operario, es decir que mantienen al mismo trabajando. En otras palabras el 80% de la eficiencia se debe a que el operario se encuentre realizando las siguientes actividades: (Probando un equipo, desarmándolo, en almacén buscando una pieza, reparando el equipo o armándolo).

Una vez realizados todos los cálculos y gráficos correspondientes al estudio de muestreo, es recomendable que se realice un seguimiento a las causas que generan la ineficiencia del operario, que aunque son pocas deben ser igualmente consideradas para atacarlas y disminuirlas lo más que se pueda.

CONCLUSIÓN

A través del proyecto de ingeniería de métodos se pudieron aplicar todas las herramientas y conocimientos adquiridos durante el curso, lo cual permitió ponerlo en práctica, en este caso en la empresa Hidrobombas C,A. La cual ofrece la oportunidad de desarrollar una tormenta de ideas y explotar la capacidad como futuros ingenieros industriales.

La finalidad de este estudio fue detectar las fallas presentes en el proceso de reparación de bombas de 1Hp, tales como la desorganización al momento de almacenar las bombas y traslados excesivos a ciertas áreas, lo cual genera a su vez otros inconvenientes como demoras e interrupción en las actividades.

La reubicación del área de almacén es el propuesta, está permitirá un buen aprovechamiento del espacio físico aportando ventajas a la empresa. No se puede obviar que se debe invertir, ya que esto implica costos y tiempo para realizar la propuesta planteada ya que se deben colocar mesones para almacenar los equipos y la adquisición de las cestas para colocar las piezas y trasladarlas al área de limpieza, sin embargo no está demás evaluar la posibilidad de realizar este planteamiento. Además la mejora continua de los procesos ofrecerá gran ventaja para las empresas ya que les permitirá ser más competitiva en su mercado y a la vez ser productivas.

Se observo además que se debe realizar una reorganización y limpieza exhaustiva del área de trabajo, esto permitirá a los operarios desempeñar un buen funcionamiento en su trabajo de manera agradable y armónica todo con el fin de conducirlos al éxito.



RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere a la empresa ejecutar la propuesta de reubicación del área de almacén.
- ✓ Realizar una limpieza exhaustiva de aquellos equipos que están almacenados pero no tiene reparación y la chatarra acumulada; para poder habilitar otros espacios y mantener el sitio de trabajo ordenado.
- ✓ Realizar revisiones constantes en las áreas de taller de tal manera que se conserve lo más limpio y organizado posible.
- ✓ Adquirir las cestas para colocar las piezas una vez que van a ser limpiadas, para disminuir los traslados sucesivos.
- ✓ Ejecutar inspecciones para verificar que los operarios cumplen con sus uniformes e implementos. Además inspeccionar que se cumpla con los manuales de procedimientos.
- ✓ Realizar estudio de tiempo más a fondo para establecer el tiempo promedio que tarda la actividad completa de reparación y que pueda quedar como dato de la empresa para estudios posteriores.



BIBLIOGRAFÍA

- ✓ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial. “Métodos, Tiempo y Movimiento”. Profesor Emérito de Ingeniería Industrial de la Universidad del estado de Pensylvania. Editorial Alfaomega, México, 1996.

- ✓ Alexis G. Pérez. Guía de metodología para anteproyectos de investigación. Fondo editorial de la universidad pedagógica experimental libertad 2002.

- ✓ Fidas G. Arias. el proyecto de investigación. introducción a la metodología científica. editorial espíteme 5ta edición. Caracas Venezuela

ANEXOS



Condensador (Figura 1)



Megger (Figura 2)



Pinza Voltiamperímetro (Figura 3)

Herramientas de trabajo(Figura 4)



Piezas de la Bomba (figura 5)



Tapa de Ventilador

Ventilador



Tapa de Trasera

Embobinado

Impulsor



Cuña



Sello



Plato Porta Sello



Anillo Deflector



Tapa Delantera



Rodamientos

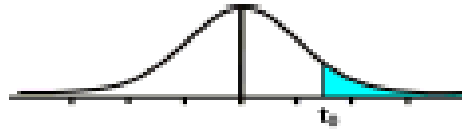


Eje e inducido



APENDICES

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8858	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.8337	2.9534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.7532	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5708	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4308	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6878	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3088	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

CALIFICACION DE VELOCIDAD (figura 7)

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

TABLAS DEL METODO SISTEMATICO (figura 8)

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO		
DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA		
A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA, 2) CONDICIONES AMBIENTALES, 3) HUMEDAD, 4) NIVEL DE RUIDO, 5) ILUMINACIÓN		
1. TEMPERATURA	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o manual. 20°C < Temperatura ≤ 24°C.
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 24°C < Temperatura ≤ 26,5°C. b) Para trabajos exteriores: 26,5°C < Temperatura ≤ 32°C.
	<u>GRADO 3</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 26,5°C < Temperatura ≤ 28°C. b) Para trabajos exteriores o con circulación de aire: 32°C < Temperatura ≤ 34,5°C.
	<u>GRADO 4</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: Temperatura ≥ 32°C. b) Ambientes con circulación normal de aire: 35°C < Temperatura ≤ 41,5°C.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.
	<u>GRADO 4</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos en cantidades por extracción de aire.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

2

3. HUMEDAD	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	GRADO 3.	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 60%.
	GRADO 4.	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.
4. NIVEL DE RUIDO	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 80 decibeles, pero de naturaleza constante.
	GRADO 3.	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	GRADO 4.	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales, y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

3

	GRADO 2.	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
	GRADO 3.	(15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.
	GRADO 4.	(20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.
II. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO. 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL. O VISUAL.		
1. DURACIÓN DEL TRABAJO	GRADO 1.	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	GRADO 2.	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos.
	GRADO 3.	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	GRADO 4.	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
2. REPETICIÓN DEL CICLO	GRADO 1.	(20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

4

3. ESFUERZO FÍSICO

- GRADO 2.** (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo, repetible o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones puedan variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4.** (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador.
- GRADO 1.** (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 25% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2.** (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

5

4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- GRADO 4.** (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente desde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completan un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Atención mental y visual continua debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- GRADO 4.** (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por períodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empinarse, o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4.** (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos períodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.

HOJA DE CONCESIONES (figura 9)

HOJA DE CONCESIONES	NÚMERO:	11 - 005
	VIGENCIA:	
	FECHA:	03/09/09

CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONES: <i>Fatiga</i>	FECHA <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA
ÁREA: <i>Taller</i>	GERENCIA O DIVISIÓN: <i>Taller Mecánico</i>	PREPARADO POR: <i>García Nathaly, García Vanessa, Rondon Liseth, Pataro Victoria, Valencia Henry</i>
PROYECTO: <i>Estudio de Tiempos</i>	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: <i>Reparación</i>	REVISADO POR: <i>Prof. Iván Turmeiro</i>
PROCESO: <i>Reparación de Bombas de 1Hp</i>	TÍTULO DEL CARGO: <i>Bachiller</i>	APROBADO POR: <i>Prof. Iván Turmeiro</i>

FACTORES DE FATIGA	PUNTOS POR GRADOS DE FACTORES			
	1er.	2do.	3er.	4to.
-CONDICIONES DEL TRABAJO :				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
-REPETITIVIDAD :				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA VISUAL O MENTAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input checked="" type="checkbox"/>
-POSICIÓN :				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO-ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS		<u>260</u>		
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)		<u>70</u>		
-OTRAS CONCESIONES- (MINUTOS)				
TIEMPO PERSONAL		<u>TPI + TPF + Almorzo (110)</u>		
DEMORAS INEVITABLES		<u>110</u>		
TOTAL CONCESIONES		<u>110</u>		
-CARGA DE TRABAJO ESTÁNDAR :				

NOTA : SEÑALAR CON UNA LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE

TABLA DE CONCESIONES POR FATIGA (figura 10)

CONCESIONES POR FATIGA	MINUTOS CONCEDIDOS=	$\frac{\text{CONCESIÓN\%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$
------------------------	---------------------	---

CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN(%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				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	89	84	78
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



PLANILLA DE SERVICIO POR LLAMADA TELEFONICA (figura 11)

HIDROBOMBAS, C.A.
 COMPAÑIA ANONIMA CAPITAL Bs. 500.000,00
 Especialistas en: Instalación de Sistemas Hidroneumáticos - Anti incendio presión constante, bombas, fabricación de tableros de control y reparación de bombas
 RIF: J - 09501713 - 3

FECHA: _____

SERVICIO POR ORDEN DE LLAMADA DEL CLIENTE Nº _____

NOMBRE DE LA PERSONA QUE LLAMO: _____

DIRECCION: _____

HORA DE LA LLAMADA: _____ CONTRATO DE MANTENIMIENTO SI _____

NO _____ PROBLEMA QUE PRESENTA EL EQUIPO INFORMADO POR EL CLIENTE: _____

Estimado Cliente: Toda visita tendra un costo

• En la zona Bs. _____ • Fuera de la zona Bs. _____

 NOMBRE DE LA PERSONA QUE RECIBIO LA LLAMADA FIRMA DEL TECNICO QUE REALIZO EL TRABAJO FIRMA DEL CLIENTE

IMPORTANTE

SI LA BOMBA, PIEZA O ACCESORIO DEBE SER TRASLADADO AL TALLER, EL CLIENTE DEBERA FIRMAR EL FORMULARIO DE ORDEN DE SERVICIO QUE EL TECNICO LLENARA

Calle Ventuari, Zona Ind. Unare I, Telfs.: (0286) 951.24.02 - 951.32.95 - 951.60.22 - 951.76.80 - Fax: 951.18.95
 Aptdo. 148 - Puerto Ordaz - Edo. Bolívar / e-mail: hidrobom@cantv.net / web page: www.hidrobombas.8m.com



CONTROL DE PIEZAS MECANIZADAS (figura 12)

		CONTROL DE PIEZAS MECANIZADAS		CÓDIGO: PMAL08 VIGENCIA: 15-05-2005 ULT. REV.: 12-05-2006 N° REV.: - FORMA N°: _____ (1)	
CONTROL DE MATERIAL TALLER					
(2) CLIENTE:				(3) FECHA:	
(4) DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:					
5) O/S N°:		CANTIDAD DE MATERIAL (KG, MTS o CMS)			
		(6) ENTREGADO:		(7) UTILIZADO:	
				(8) DEVUELTO:	
(9) ELABORADO POR:				(10) TIEMPO (HR):	
(11) OBSERVACIONES:					
CONTROL DE MATERIAL EN ALMACÉN					
SALIDA (MATERIAL ENTREGADO) (12)					
CANT (12)	CÓDIGO (12)	DESCRIPCIÓN (12)	COSTO (14)	PRECIO UNIT (14)	
ENTRADA (PRODUCTO O PIEZA) (13)					
CANT (13)	CÓDIGO (13)	DESCRIPCIÓN (13)	COSTO (14)	PRECIO UNIT (14)	
Por Almacén (15): Firma: Fecha:			Por Compras (16): Firma: Fecha:		

FORMULARIO DE ORDEN DE SERVICIO (figura 13)

HIDROBOMBAS, C.A.
 EMPRESA AUTÓNOMA GOBIERNO DE COLOMBIA
 PALMIRA - CALDAS - BOGOTÁ (BOGOTÁ, LEJANO)
 GRUPO EMPRESARIAL - 991.0204 - 991.0202 - FAX: 330.7400
 CALLES 100 Y 101, 148
 PALMIRA - BOGOTÁ - BOGOTÁ
 TEL: 330.7400

FORMA N°: FMS008
 VIGENCIA: 28-06-99
 ULT. REV.: 19-10-2007
 N° REV.: 03

ORDEN DE SERVICIO N°: _____

Fecha de Emisión: _____

Fecha de Entrega: _____

Nueva Instalación
 Reparar
 Garantía

Valor: 470 320 440

DESCRIPCIÓN DE REPUESTOS UTILIZADOS				
CANT	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL

OBSERVACIONES:

NOTAS

- 1- TODO MANTENIMIENTO REALIZADO, EN EL CUAL EL CLIENTE NO ACEPTA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, TENDRÁ UN COSTO DEL 50% DE LA MANO DE OBRA.
- 2- PARA EFECTOS DE LA GARANTÍA DE LOS ARTÍCULOS AMENJADOS EN ESTA, ES IMPRESCINDIBLE LA PRESENTACIÓN DEL ORIGINAL.
- 3- LA FECHA DE DEVOLUCIÓN DE LOS OBJETOS EN REPARACIÓN, PODRÁ VARIAR, DEPENDIENDO DE LA RESPONSABILIDAD Y EFECTIVIDAD DE REPUESTOS EN ALMACÉN DEPOSITOS.
- 4- TRANSCURRIDOS VEINTA (20) DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE LA REPARACIÓN CONCLUIDA, NO SERÁ RESPONSABILIDAD POR OBJETOS O SERVICIOS NO RETORNADOS.

RECIBIDO POR _____

EL CLIENTE _____

