



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN
GENERAL DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL**

Aldo Rodolfo Herrera Herrera
Asesorado por el Ing. José Luis Antonio Valdeavellano Ardón

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN
GENERAL DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALDO RODOLFO HERRERA HERRERA

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ LUIS ANTONIO VALDEAVELLANO ARDON

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alba Maritza Guerrero de López
EXAMINADOR	Ing. Jenny Virginia Gaitán Rivera
EXAMINADOR	Ing. Julio Sebastián Granja Pérez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Polanco Aguilar

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industria, el 2 de agosto de 2004.

Aldo Rodolfo Herrera Herrera

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser luz en mi camino, y el padre que nunca me abandona en el trayecto de mi vida.
- MIS PADRES** Rudy Salvador Herrera López (Q.E.P.D), e Irma Judith Herrera Ríos, por ser mi ejemplo en rectitud, bondad, valentía, esfuerzo, amor, y mi guía en todo momento, además de su apoyo incondicional.
- MI ESPOSA** Laura Geraldina García Alvarez de Herrera, por estar conmigo aun en los momentos más difíciles de mi vida; por su comprensión y amor infinito, un millón de gracias.
- MI HIJA** María Fernanda Herrera García, fuente de mi inspiración y por quien me esfuerzo día con día para brindarle lo mejor de mí.
- MI HERMANA** Gabriela Ivonn Herrera, por sus palabras de aliento y comprensión en todo momento.
- MI ABUELITA** Lidia Eluvia Ríos Vda. de Herrera (Q.E.P.D), por su amor incondicional.
- MI FAMILIA** Por su apoyo incondicional.

MIS AMIGOS

Por todos los momentos compartidos en este largo caminar.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por contar con docentes dedicados y entregados a la enseñanza.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

El Ing. José Luis Valdeavellano, por sus consejos y amistad.

El Dr. Jaime Emilio Carredano, por su amistad.

Refrigeradores de Guatemala, por brindarme la oportunidad de superarme y cumplir mis metas dentro de sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES	
1.1. Descripción del Taller de Servicio	2
1.1.1. Identificación	2
1.1.2. Tipo de servicios	3
1.1.3. Tipo de organización	4
1.1.4. Organigrama y descripción de puestos	4
1.2. Planeación estratégica	12
1.2.1. Visión	12
1.2.2. Misión	13
1.2.3. Objetivos	13
1.3. Usos y especificaciones de equipos de refrigeración	13
1.3.1. Uso del producto	14
1.3.2. Materias primas necesarias	14
1.3.3. Durabilidad	19

2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO

2.1. Diagnóstico de la situación actual	21
2.1.1. Clasificación de equipos de refrigeración	21
2.1.1.1. Equipos comerciales	21
2.1.1.2. Equipos domésticos	22
2.1.2. Análisis del espacio físico	23
2.2. Equipos comerciales	23
2.2.1. Descripción del proceso	23
2.2.1.1. Análisis de operaciones en las estaciones de trabajo	27
2.2.1.2. Identificación y justificación de operaciones críticas	31
2.3. Diagrama de procesos	31
2.3.1. Diagrama de Operaciones de Proceso	31
2.3.1.1. General	32
2.3.1.2. Por estación de trabajo	35
2.3.2. Diagrama de Flujo de Proceso	54
2.3.2.1. General	55
2.3.2.2. Por estación de trabajo	58
2.4. Estudio de tiempos	76
2.4.1. Toma de tiempos	77
2.4.2. Determinación de factores de calificación del operario	80
2.4.3. Determinación tiempo normal	83
2.4.4. Determinación tiempo estándar	85
2.4.5. Determinación de inicio y fin de cada elemento que conforma las operaciones en el proceso de reparación de equipos	87
2.5. Balance de Líneas	89
2.5.1. Eficiencia actual	89
2.5.2. Problemas ocasionados por la eficiencia actual	90
2.5.3. Jornada de trabajo y jornada efectiva de trabajo	90

2.5.4. Número de estaciones y operarios por estación	91
2.5.5. Ritmo de producción	92
2.5.6. Análisis de costos	96
3. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS	
3.1. Diagrama de Procesos mejorado	99
3.1.1. Diagrama de operaciones de proceso mejorado	99
3.1.1.1. General mejorado	103
3.1.1.2. Por estación de trabajo mejorado	106
3.1.2. Diagrama de Flujo de Proceso mejorado	125
3.1.2.1. General mejorado	127
3.1.2.2. Por estación de trabajo mejorado	130
3.2. Balance de Líneas mejorado	148
3.2.1. Número de estaciones y operarios por estación	149
3.2.2. Eficiencia mejorada	150
3.2.3. Solución a problemas ocasionados por la eficiencia actual	151
3.2.4. Ritmo de producción mejorado	151
4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS	
4.1. Plan de acción	153
4.2. Poner en práctica las soluciones, supervisando la ejecución de las acciones contempladas dentro del plan de acción	155
4.3. Evaluación de resultados	156
4.4. Análisis de costos	157

5. CONTROL Y EVALUACIÓN PARA EL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS

5.1. Análisis de resultados	162
5.2. Beneficio/Costo de la propuesta	167
5.3. Tiempo de Retorno de la Inversión	169
5.4. Evaluación de la productividad	170

CONCLUSIONES	173
---------------------	------------

RECOMENDACIONES	175
------------------------	------------

REFERENCIAS	177
--------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	179
---------------------	------------

ANEXOS	181
---------------	------------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del taller de servicios y repuestos	5
2.	Ciclo de funcionamiento de unidad condensadora	17
3.	Acabado final de equipo VR-17	30
4.	Toma de tiempos en el área de ensamble	78
5.	Toma de tiempos en el área de puertas	79
6.	Lista parcial de tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo	85
7.	Ritmo de producción	92
8.	Plano de distribución física de la propuesta para el taller de servicio	102
9.	Dimensiones de la fosa	158
10.	Esquema de evaluación financiera	166
11.	Esquema de evaluación económica	167
12.	Símbolos para hacer diagramas de proceso	181
13.	Márgenes o tolerancias según la Oficina Internacional del Trabajo	182

TABLAS

I.	Equivalencia de modelos de compresores de acuerdo a la capacidad en hp-r-134-a	15
II.	Lista de costo de reparación de VR-17	24
III.	Descripción detallada de repuestos de mayor importancia	25
IV.	Determinación de tiempo normal en el área de ensamble	83
V.	Determinación de tiempo normal en el área de puertas	84
VI.	Determinación de tiempo estándar en el área de ensamble	86
VII.	Determinación de tiempo estándar en el área de puertas	86
VIII.	Desglose de la jornada efectiva de trabajo	91
IX.	Número de operarios por estación	91
X.	Tiempo estándar de las operaciones	93
XI.	Número de operarios por operación	94
XII.	Cálculo de tiempo asignado	95
XIII.	Análisis de costos	97
XIV.	Tiempo estándar mejorado de las estaciones	148
XV.	Nuevo número de operarios por operación	149
XVI.	Nuevo cálculo de tiempo asignado	150
XVII.	Costos de protección auditiva	157
XVIII.	Costos por iluminación	158
XIX.	Costos para el mejoramiento ergonómico	159
XX.	Otros datos importantes	160
XXI.	Costos de inversión, mano de obra y terreno de la propuesta	169
XXII.	Resumen de los tiempos de DOP y DFP generales, actuales y propuestos	171
XXIII.	Cálculo de productividad	173

GLOSARIO

Escaparates	Están formados por un conjunto de imágenes y texto sobre los que se puede pulsar. Los escaparates se suelen utilizar en las secciones de compras de los sitios, y son una buena fuente de información sobre las ofertas de ventas.
Hp	La balanza El caballo de fuerza, símbolo, es una unidad de potencia. Se le define como la potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75 kilogramos a la velocidad de 1 m/s.
Microdifusor	La misión del compresor es la de aspirar el gas que proviene del evaporador y transportarlo al condensador aumentando su presión y temperatura.
Psi	Se denomina PSI (del inglés <i>Pounds per Square Inch</i>) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada
Refrigerante	Para refrigeración se utilizan refrigerantes como el R-12, R-22, etc., que tienen puntos de ebullición muy bajos, y por consiguiente son muy volátiles, y se deben conservar en recipientes herméticos sometidos a presión.

Removedor	Líquido de diferente consistencia utilizada para la eliminación de residuos, aditivos, esmaltes, entre otros.
Roldada	Es una rueda de madera o metálica, cuyo perímetro es acanalado y por donde laborean los cabos - hay dos clases - comunes y de patente, estas últimas llevan balines.
Serpentín	Se denomina serpentín o serpentina a un tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín y así precipitarlos en forma líquida. Suele ser de cobre u otro material que conduzca el calor fácilmente.
Switch	Un switch (en castellano "conmutador") es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores/computadoras que opera en la capa dos (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (<i>Open Systems Interconnection</i>). Éste interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de una red a otra, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red.

Thiner

Un líquido que, junto con la carpeta, forma el vehículo de la pintura. El diluyente se evapora después de que se aplique la pintura. El agua es el diluyente usado en pintura del látex, mientras que la trementina, los alcoholes mineral y el alcohol desnaturalizado son diluyentes asociados a diversas capas solvente-basadas; el líquido usado para enrarecer la capa.

Washa

Herramienta circular ligeramente laborado que se utilizada para la fijación de un cuerpo, unidad, a una base regularmente se utiliza en la industria automotriz.

Watt

El vatio o watt (símbolo: W) es la unidad derivada del SI para la potencia. Es el equivalente a 1 julio por segundo (1 J/s), o en unidades eléctricas, 1 voltio-amperio (1 V x A). Es la unidad de potencia de un elemento receptor de energía (por ejemplo una radio, un televisor). Es la energía consumida por un elemento y se obtiene de multiplicar voltaje por corriente.

RESUMEN

En la actualidad, se puede observar dos áreas a través del proceso de reparación general de equipos de refrigeración comercial, la primera es la cantidad de atrasos en la reparación de equipos dentro del taller, y la segunda, es que las condiciones en el área de trabajo no son óptimas. Este proyecto pretende solucionar éstas dos áreas, brindando a la empresa con su implementación, un aumento en el índice de productividad que conlleva a una mayor rentabilidad al reducir al máximo la cantidad posible de costos, para obtener dentro de los resultados un proceso en línea que dé como consecuencia una disminución en los tiempos de las operaciones, y al mismo tiempo, proponer una readecuación en el área física del taller que esté de acuerdo con la cantidad de demanda de reparación actual.

Dentro del capítulo uno, se hará una descripción de aspectos generales que contemplan historia, normas, reglamentos, información general y situación actual.

El segundo capítulo abarcará un análisis y evaluación de procedimientos actuales, datos generales y específicos que se dan dentro del proceso, para determinar los pasos a seguir para observar la secuencia de las operaciones y la distribución del espacio físico. Mientras que en el tercer capítulo se hará la propuesta de nuevos procedimientos para la readecuación del espacio físico, que permita que el desarrollo del proceso sea en línea.

En el cuarto capítulo se desarrollará la implementación del nuevo método de reparación de equipos de refrigeración comercial, a través de un análisis de la nueva capacidad de producción, observando que se estén cumpliendo con los lineamientos de los diagramas de proceso realizados en el estudio de métodos.

Finalmente, el quinto capítulo tendrá comparaciones mensuales de la productividad del taller tomando en cuenta los nuevos procedimientos en las operaciones y el mejor aprovechamiento del espacio físico.

OBJETIVOS

GENERAL

Proponer una alternativa de optimización de recursos existentes, que contribuya a la mejora y calidad de la reparación general de equipos de refrigeración comercial

ESPECÍFICOS

1. Reconocer el orden en que se está dando el proceso de reparación de equipos de refrigeración comercial, para obtener un proceso secuencial en línea.
2. Identificar las fallas de los procedimientos actuales dentro del proceso, para poder eliminarlos y contar con un proceso más fluido.
3. Definir las normas que regularán el nuevo proceso de reparación general de equipos de refrigeración comercial para, obtener un punto de inicio y fin dentro del proceso.
4. Estructurar y definir el nuevo proceso tomando en cuenta la readecuación para el aprovechamiento del espacio físico actual, para obtener la mejor distribución de herramienta.
5. Evaluar los costos en que se incurrirán para la adecuación del nuevo espacio físico, para obtener un punto de equilibrio entre inversión y ganancia.
6. Establecer los procedimientos que permitan determinar las actividades del personal para evitar demoras que consigan un aumento en eficiencia y efectividad para hacer el proceso más productivo.
7. Mejorar la calidad de vida del personal, por medio de la implementación de un mejor método de trabajo.

INTRODUCCIÓN

Al realizar una correcta aplicación y control del proceso de reparación general de equipos de refrigeración comercial, a través de la implementación de un estudio de Ingeniería Industrial, basado en el área de Ingeniería de Métodos, podemos tener la oportunidad de observar en qué momento se está dando una falla en el proceso que pueda comprometer la eficiencia y la eficacia de la empresa, a la hora de responder en un mercado en constante cambio tecnológico, financiero y social, para que así se puedan obtener mejoras en dicho proceso de reparación.

Por tal razón, este proceso es importante debido a que en la actualidad no basta simplemente con la producción de equipos de refrigeración, sino que además las industrias deben ocuparse por el mantenimiento y buen servicio de los mismos.

Será de mucha utilidad al estudiante universitario o profesional, que esté interesado en el mejoramiento del proceso de reparación general de equipos de refrigeración comercial, al consultar el presente trabajo de graduación.

1. GENERALIDADES

Refrigua comenzó la fabricación de congeladores marca Fogel para embotelladoras locales, para luego expandirse a El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. En la actualidad, provee estos aparatos a las multinacionales Pepsi Cola, Coca Cola y otras embotelladoras de 23 países del Caribe, Centroamérica, Europa y Norteamérica, incluyendo Estados Unidos¹.

Refrigua afrontó muchas dificultades, principalmente porque contaba con capital escaso. Era un modesto taller en la zona 4, en una época en que Guatemala también atravesaba por un conflicto armado y las economías del resto de países centroamericanos vivían momentos críticos de recesión.

A partir de ese momento, su crecimiento y desarrollo han sido sorprendentes. Para tener una idea de su importancia, en la región, el Grupo Fogel responde por casi el 80% de los equipos para exhibición², almacenamiento, y venta de productos fríos.

El foco del Grupo Fogel son los equipos para la refrigeración comercial, área en que fue pionero en Latinoamérica. Sus clientes son las industrias de bebidas, aguas, jugos, cervezas, lácteos y helados, quienes utilizan los mostradores y vitrinas refrigerados, congeladores horizontales y verticales, dispensadores de cerveza y enfriadores de botellas para exhibir y vender sus productos fríos y congelados en los puntos de venta.

1.1. Descripción del Taller de Servicio

Ya que la empresa está conformada por varios departamentos de los cuales se desprende el Taller de Servicios y Repuestos, primero se hará una breve descripción de la empresa y de los diferentes departamentos que la conforman, para después enfocarse en el departamento de taller, que es en donde se realizará el presente estudio.

1.1.1. Identificación

La empresa a la cual se refiere el presente estudio es Refrigeradores de Guatemala, S.A. (REFRIGUA S.A.), y está localizada en la 3ra. Avenida 7-79, Zona 3 (Mixco) ó 48 Avenida, 3ª. Calle, Zona 7 (Ciudad) Colonia El Rosario.

Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de equipos innovadores de refrigeración comercial utilizando tecnología moderna, materiales de calidad mundial y personal competitivo.

Cuenta con varios departamentos, entre ellos el departamento de producción, que tiene como objetivo la satisfacción total del cliente. Este departamento tiene las siguientes áreas:

- a. Corte, dobléz y troqueles:** preparación de lamina en diferentes medidas de acuerdo a los planos proporcionados por le departamento de ingeniería.

- b. Ensamblaje:** agrupación secuencial de elementos del producto, estas son Puertas, cobre, soldaduras, circuitos eléctricos, unidades de refrigeración.
- c. Inyección:** inyección del gabinete con una mezcla de reactivos químicos que reaccionan dando como producto una espuma rígida de poliuretano con el fin de lograr un excelente aislamiento térmico.
- d. Refrigeración:** realización de vacío, prueba de carga del sistema con refrigerante de acuerdo al departamento de ingeniería.
- e. Prueba:** inspección del 100% de equipo para garantizar que cumple con todos los requerimientos.
- f. Limpieza y empaque:** para tener la presentación y embalaje acordado por el cliente.
- g. Despacho:** coordinación de la distribución de los envíos a los clientes.
- h. Taller de servicios y repuestos:** es el área de la empresa la cual se encarga de brindar el servicio de revisión de fallas y reparación de los productos: cámaras refrigeradas de los modelos fabricados en la empresa.

1.1.2. Tipo de servicios

Los tipos de servicios que presta el taller de servicio y repuestos son preventivo, correctivo y reparación general de equipos.

- a. El servicio preventivo se da en los puntos de venta e incluye los siguientes aspectos: limpieza de acrílico, limpieza de microdifusor, limpieza de condensador, limpieza de bandeja recolectora de agua, revisión de cubremotor, limpieza del empaque de puerta, revisión del equipo exterior y engrase de bisagras.
- b. El servicio correctivo se da en los puntos de venta y éste incluye reparaciones de sistema eléctrico, cambio de puertas y bisagras, sellos de fuga en el sistema de refrigeración y cambio de compresores.
- c. El servicio de reparación general se da dentro del taller e incluye una reconstrucción general del equipo que incluye los dos servicios anteriores, además una pintura general que da como resultado que el equipo salga de taller como un equipo nuevo y funcional que da como resultado que los equipos recuperen su vida útil de funcionamiento como si fuera equipo nuevo.

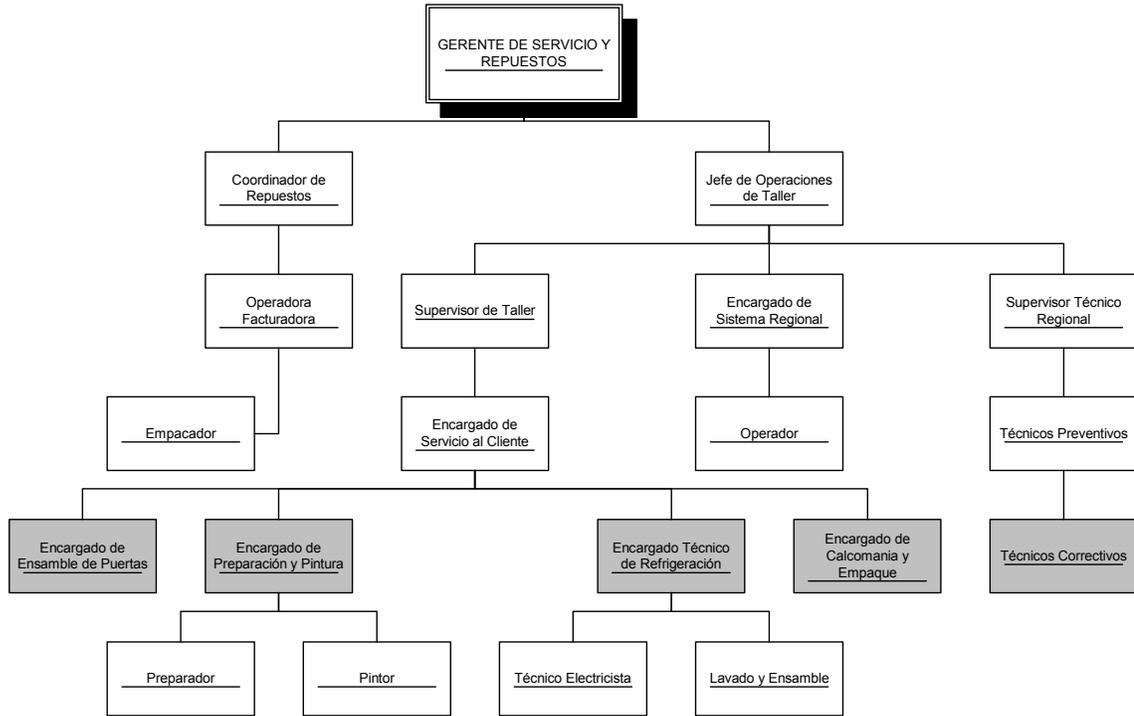
1.1.3. Tipo de organización

El tipo de organización de la empresa es una Sociedad Anónima, y exclusivamente en el taller de servicios se cuenta con 21 empleados.

1.1.4. Organigrama y descripción de puestos

Un organigrama es un diagrama en el que se representa gráficamente las relaciones entre funciones, departamento y puestos de una organización. Para el taller de servicio y repuestos el organigrama es como se muestra en el figura 1.

Figura 1. Organigrama del taller de servicio y repuestos.



Fuente. Elaboración Propia.

A continuación se tiene la descripción de los puestos que se muestran en el organigrama del taller.

- a. **Gerente de servicio y repuestos:** debe ser una persona con liderazgo, rapidez, habilidad numérica, decisión y control. Esta persona supervisa las actividades de las dos divisiones del departamento de: venta de repuestos y servicio (punto de venta y piso). Para optar a este puesto es necesario tener una licenciatura especialmente en Mercadotecnia, tener una experiencia mínima de 5 años, capacitación en técnicas de manufactura, perfeccionamiento ejecutivo, inglés avanzado.

- b. **Coordinador de repuestos:** esta persona debe poseer conocimientos de control de inventarios, habilidades y capacitación sobre las herramientas de manufacturas utilizadas para la elaboración del proceso, esta persona es la encargada de velar por que la materia prima se encuentre en el momento preciso y en buen estado. Esta persona controla, dirige, supervisa. Debe estar en el octavo semestre de Ingeniería Industrial y/o Administración de empresas; debe manejar un nivel de inglés intermedio y tener conocimientos de exportación.
- c. **Operadora facturadora:** el encargado del puesto facturador deberá ser una persona quien deberá reportarse ante el Gerente de Reparación y Servicios así como ante el Supervisor de repuestos. Debe ser una persona con habilidades específicas para ésta tarea pues debe llevar control de los pedidos, es necesario que tenga conocimiento de inglés (medio), contabilidad y estudios universitarios de un año ya sea en Auditoria o en Administración de Empresas, experiencia mínima de un año. Debe tener estudios de nivel medio y experiencia de un año.
- d. **Empacador:** este puesto va relacionado con el operador facturador pues debe coordinar todo los empaques de los lotes finales. Debe ser una persona cuidadosa y ágil para esta labor. Debe de tener como mínimo 6to. Primaria y debe ser una persona con iniciativa y de buenas relaciones personales.

- e. **Jefe de operaciones de taller:** esta persona es la encargada de mantener un ambiente óptimo de producción general del Taller, pues debe velar porque todas las operaciones se estén realizando como se ha planificado. Esta persona, delega, conoce el proceso, dirige. Debe ser Ingeniero Industrial o Mecánico Industrial, tener conocimientos de inglés avanzados y experiencia mínima de 3 años en un puesto similar.

- f. **Encargado de sistema regional:** para este puesto se demanda una persona con habilidad numérica, rapidez, motricidad fina, entre sus cualidades personales, habilidades para recibir instrucciones, proactivo, paciente. En manejo de equipo se requiere, computación básica, impresora, fax y teléfono. La función principal de este puesto consiste en administrar y operar el sistema SAE, controlar activos en el sistema, manejar base de datos del sistema. Para este puesto se requiere un bachiller o técnico en refrigeración con dos años de experiencia dentro de la empresa.

- g. **Operador:** la función principal de este puesto es realizar cambio de placas de enfriamiento y cambio de rieles. De forma más específica podemos mencionar actividades como reparar equipo maltratado, lavado de equipos, hacer fondos de tina para enfriadores varios, entre otras. El puesto requiere que en ocasiones el trabajo se realice parado y empujando objetos.

- h. **Supervisor técnico regional (centro-centro; centro-norte):** la persona que realiza este puesto debe regirse u orientarse a todo lo referente con los aspectos técnicos por lo que debe tener conocimientos y experiencia en ello. Debe estar capacitado sobre todas las actividades y operaciones relacionadas con la producción. Se enfocará a un área geográfica específica y establecerá una relación estrecha de comunicación con los supervisores técnicos de la región. Esta persona tendrá esfuerzos mentales y físicos y manejará cierto estado de estrés.
- i. **Técnicos preventivos:** los puestos de técnicos preventivos serán para los técnicos con conocimientos en mantenimiento preventivo pues deberán aplicar técnicas de revisión y mantenimiento que permiten prevenir averías tipo bombero. Deberán reportarse ante el supervisor de sistema regional si pertenecen a la clasificación (centro), si por el contrario están dentro de la clasificación (Norte), entonces deberán reportarse ante el supervisor técnico (norte). Se requieren conocimientos básicos de refrigeración, electricidad, un año de experiencia.
- j. **Técnicos correctivos:** las personas encargadas de éstos puestos deberán ser técnicos en refrigeración capacitados en mantenimiento correctivo ya que deberán reparar las averías en el menor tiempo posible, para no afectar el trabajo del proceso de producción. Deberán reportarse ante el supervisor de sistema regional si pertenecen a la clasificación (centro), si por el contrario están dentro de la clasificación (Norte), entonces deberán reportarse ante el supervisor técnico (norte). Necesario, diploma de nivel medio y un año mínimo de experiencia.

- k. **Supervisor de taller:** en este puesto se debe de vigilar, controlar, dirigir y supervisar todas las actividades específicas del taller o proyectos que se realicen. Esta persona requiere manejar un esfuerzo mental y manejo adecuado de estrés, tener conocimientos en dirección de personal, dirección y control, buenas relaciones interpersonales y proactivo. Debe tener como mínimo pensum cerrado en Ingeniería Industrial, con dos años de experiencia en puesto similar, y conocimientos básicos de inglés.

- l. **Encargado de servicio al cliente:** esta persona debe poseer ciertas competencias tales como: liderazgo, comunicación, creatividad, innovación pues es la persona que tendrá un contacto con los clientes. El encargado de este puesto debe conocer cuales son las necesidades, gustos y preferencias del cliente y en base a esto trabajar con los otros departamentos y áreas para mejorar la calidad del producto y por ende las utilidades. Debe poseer muy buenas relaciones humanas.

- m. **Encargado de ensamble de puertas:** la persona encargada de puertas en el área de Reparación y servicio es quien debe reportar el problema para luego repararlas, generalmente debe cambiar empaque colocar el panel de vidrio dependiendo del tipo de puerta y verificar que el trabajo final se encuentre en perfectas condiciones, listo para ensamblar la puerta con el resto del producto.

- n. **Encargado de preparación y pintura:** aquí se generan los dos puestos del encargo y preparación de pintura y el pintor, pues la persona encargada del primer puesto deberá supervisar que la materia prima siempre se encuentre disponible y ésta sea de buena calidad, El encargado se reportará ante el supervisor de Taller. El pintor deberá realizar su trabajo de pintura después de realizada la operación de preparación. Estos puestos suelen realizarse por la misma persona. Para este puesto, se requiere un nivel de estudios correspondiente a 6to. Primaria, así como un año de experiencia.
- o. **Pintor:** persona encargada de revisar el acabado fino a los equipos reparados ya que de esto depende la buena imagen del equipo reconstruido. El nivel académico para el puesto es de 3ro. Básico y debe tener conocimiento en enderezado y pintura, esta persona también deberá velar por el buen trabajo que realicen sus subordinados.
- p. **Preparador:** debe verificar el debido tratamiento de limpieza y enmasillado que tenga que aplicarle al equipo que se va a reparar para que al darle el acabado de pintura los golpes arreglados no se noten. Su escolaridad de ser 3ro. Básico y debe contar con buenas relaciones interpersonales.

- q. **Encargado técnico de refrigeración:** en ésta área encontramos los puestos de: Encargado de Refrigeración y Técnico en Refrigeración. El primer puesto debe ser para una persona con experiencia y conocimiento en la materia pues éste es el encargado del área total de refrigeración, esta persona delega y supervisa el trabajo de sus técnicos. El encargado de refrigeración se reportará ante el supervisor de Taller y proyectos. Los técnicos deben poseer constancia o diploma que los acredite como técnico del área, los técnicos realizan todas las tareas referentes a refrigeración y se reportarán ante el encargado de su área. Se requiere para este puesto estudios de nivel medio y un año de experiencia como mínimo.
- r. **Técnico electricista:** este puesto es para una persona con experiencia en la materia y que posea constancia que le acredite como Técnico Electricista, por lo que la responsabilidad de éste será realizar las tareas referentes al cambio y reparación del sistema eléctrico del producto. Es necesario un año de experiencia como mínimo.
- s. **Ensamble y lavado:** esta persona será la encargada de que los equipos entren limpios y libres de toda suciedad y grasa para que comience el proceso, además será el encargado de colocar todos los repuestos de la unidad condensadora en el equipo, debe cumplir como mínimo con 3ro.básico y tener conocimientos básicos de electricidad y contar con buenas relaciones interpersonales.

t. **Encargado de calcomanía y empaque:** dentro de estas áreas encontramos los puestos para personas con habilidades psicomotoras y concentración en lo que realicen, deben poseer nivel académico de 6to. Primaria, no es requerida una alta experiencia pero deben conocer el trabajo. Estas personas se les delegarán tareas tales como colocar la calcomanía a los productos que pasaron satisfactoriamente el proceso de prueba, también existirán puestos en los cuales se deberá aplicar el empaque de los productos terminados.

1.2. Planeación estratégica

La planeación estratégica es el proceso organizacional de desarrollo y análisis de la misión y la visión, de metas y tácticas generales y de asignación de recursos. Su propósito es enfrentar eficazmente las oportunidades y amenazas del entorno a partir de las fortalezas y debilidades de la organización.

1.2.1. Visión

“Seremos el mejor proveedor de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente, para puntos de ventas al detalle de productos fríos en América Latina. Lograremos esto por medio de innovación permanente, calidad bajo consumo energético de nuestros productos, servicio personalizado, soporte técnico y precio competitivo.”

1.2.2. Misión

“Somos una empresa que provee equipos de refrigeración comercial, confiables, duraderos y adaptados a los requerimientos del cliente, para la exhibición, almacenamiento y venta de productos fríos en el continente americano. Utilizando tecnología de punta y materiales de calidad mundial y capacitamos a nuestro recursos humano para desempeñarnos profesional y éticamente con permanente sentido de urgencia. Brindamos a nuestros clientes entregas a tiempo, asistencia y capacitación técnica mediante un servicio personalizado. Siempre buscando la satisfacción de nuestros clientes, la rentabilidad de los accionistas y bienestar de nuestros colaboradores y la comunidad.”

1.2.3. Objetivos

Entre los objetivos de la empresa se encuentran los del taller, los cuales son los siguientes:

- I. Incrementar la reparación de equipos FOGEL, tomando en cuenta el eficiente uso de los recursos humanos y técnicos. La medición se hará mensualmente y al final del periodo se medirán los resultados.

- II. Incrementar la facturación del departamento de taller de servicios en un 25%. La medición se hará mensualmente y al final del periodo se medirán los resultados.

1.3. Usos y especificaciones de equipos de refrigeración

En este apartado se describirá el uso y especificaciones de los equipos de refrigeración a los que el taller presta servicio.

1.3.1. Uso del producto

El producto reparado con mayor incidencia en taller es VR-17, su uso se orienta hacia las industrias de productos que necesitan de equipos de refrigeración comercial para la conservación de los mismos, por ejemplo Industrias de Refrescos, jugos, etc.

1.3.2. Materias primas necesarias

Los componentes y materias primas para el sistema de refrigeración son los que seguidamente se enumeran.

a. Compresor: el compresor es una unidad herméticamente sellada localizada debajo (afuera) del compartimiento de enfriamiento. El compresor es una bomba accionada por un motor, que extrae vapor de baja presión (refrigerante) del serpentín del evaporador, lo comprime y lo fuerza dentro del condensador a alta presión. Véase la tabla 1 para conocer la equivalencia de modelos de compresores de acuerdo a su capacidad en hp.

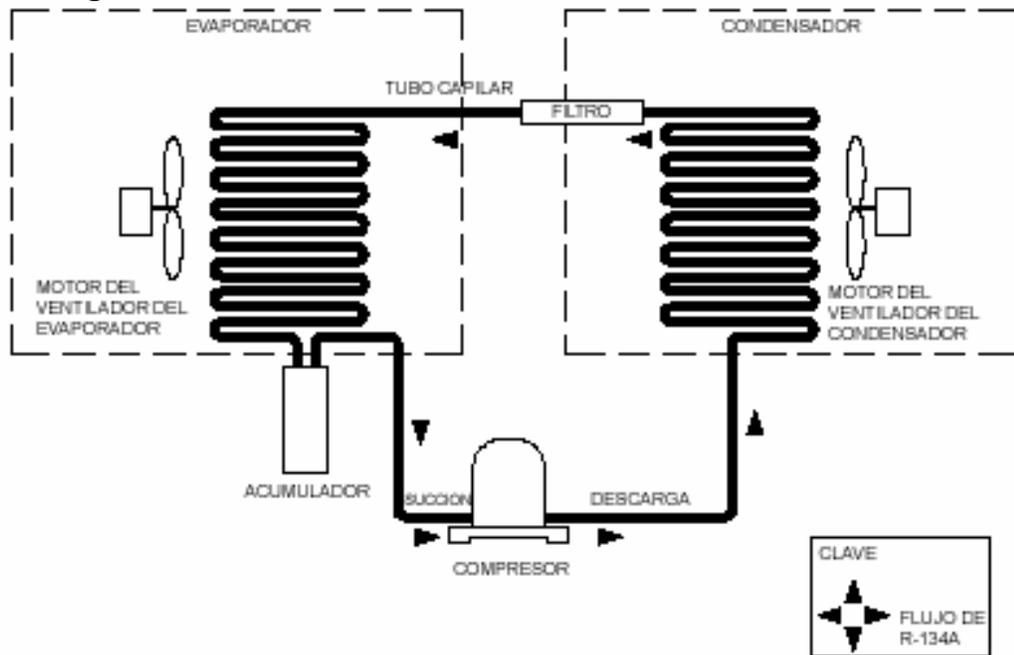
Tabla I. Equivalencia de modelos de compresores de acuerdo a la capacidad en hp. r-134-a.

CAPACIDAD EN HP	EMBRACO	TECUMSEH	DANFOSS	OBSERVACIONES
1/8 HP	EM45HNR	AZ0387YS	TFS4.5FT	
1/6 HP	N/A	N/A	N/A	
1/5 HP	FFV6HAK	TPH1370YDS	NF5.5FX	
1/4 HP	FFU80HAK	TPH1380YDS	NF7FX NF9FX	Estos tres modelos de Danfoss pueden sustituir a Embraco y Tecumseh
1/4 HP Pesado	N/A	N/A	NF10FX	
1/3 HP	FFU130HAX	TPH1413YLS	N/A	
1/2 HP	T6217Z	AK4476Y	N/A	
3/4 HP	J6220Z	AJ4492Y	N/A	

b. Relay de arranque: el relé de arranque está montado en el costado de la caja del compresor. El motor del compresor tiene dos devanados, un devanado de arranque y un devanado de marcha. Para poder darle al motor fuerza torsional adicional cuando primero arranca, el relé de arranque conecta el devanado de arranque adicional. Después que el motor llega a la velocidad correcta el relay abre el devanado de arranque y el motor continua con el devanado de marcha.

- c. Protector térmico:** el protector térmico es un dispositivo termosensible montado en el costado de la caja del compresor. Si el motor del compresor se pone demasiado caliente o toma una cantidad excesiva de corriente, el protector térmico se abrirá, rompiendo los circuitos de arranque y de marcha del motor. Después que el compresor se enfríe a una temperatura operacional segura, el protector térmico cerrará permitiendo que el motor del compresor vuelva a arrancar.
- d. Condensador:** el serpentín del condensador está localizado debajo (afuera) del compartimiento de enfriamiento al frente del compresor. El condensador desplaza calor del vapor de alta presión que se desprende del compresor y lo condensa en líquido a alta presión.
- e. Evaporador:** el serpentín del evaporador está localizado en el compartimiento de enfriamiento. Según pasa vapor a baja presión a través del serpentín del evaporador, absorbe y desplaza calor del compartimiento. Los serpentines del Condensador y del Evaporador tienen aletas de aluminio para aumentar eficazmente sus superficies de intercambio térmico.

Figura 2. Ciclo de funcionamiento de unidad condensadora.



Fuente. www.fogel-grup.com. Agosto 2005.

- f. Motor del ventilador del evaporador:** el motor del ventilador del evaporador es un dispositivo de ventilación forzada que circula aire a través del compartimiento de enfriamiento y sobre la superficie de intercambio térmico del serpentín del evaporador. El motor del ventilador del evaporador corre continuamente.
- g. Motor del ventilador del condensador:** el motor del ventilador del condensador, localizado debajo del compartimiento de enfriamiento, es un dispositivo de ventilación forzada que usa aire ambiente para enfriar la superficie del serpentín del condensador. El motor del ventilador está en marcha mientras que el compresor está en marcha.

- h. Tubo capilar:** el tubo capilar está localizado en el conducto del refrigerante, entre los serpentines del condensador y del evaporador. Este tubo de diámetro pequeño es usado como dispositivo de medición para controlar el flujo de refrigerante líquido al serpentín del evaporador. Esto crea una baja presión que causa que el refrigerante se vaporice y absorba calor según pasa a través del evaporador.
- i. Filtro:** el filtro está localizado en el conducto del refrigerante entre el tubo capilar y el condensador. Atrapa y desplaza humedad del sistema de refrigeración a la vez que permite que pase aceite y refrigerante a través del sistema.
- j. Acumulador:** el acumulador está localizado en el conducto del refrigerante, entre el serpentín del evaporador y el compresor. El acumulador atrapa cualquier refrigerante líquido que no se vaporizó antes de llegar al compresor.
- k. Control de temperatura (Termostato):** el control ajustable de temperatura es responsable por detectar cambios de temperatura en el compartimiento de enfriamiento y arrancar el motor del compresor cuando la temperatura del compartimiento sube sobre una temperatura preestablecida.

El control de temperatura está compuesto de un interruptor de control que es accionado (abierto y cerrado) por el movimiento mecánico del fuelle. El fuelle está conectado a un bulbo termosensible (localizado en el compartimiento de enfriamiento) por un conducto (tubo) de refrigerante de pequeño diámetro. El fuelle, el bulbo termosensible, y el conducto de refrigerante están llenos de refrigerante que reaccionan a cambios de temperaturas.

Cuando la temperatura del compartimiento de enfriamiento sube, el refrigerante en el bulbo de detección se expande forzando que el fuelle cierre el interruptor de control de temperatura. El interruptor de control de temperatura **ENCIENDE** los motores del compresor y del condensador. Según el ciclo de refrigeración enfría el compartimiento, el refrigerante en el bulbo de detección se contrae permitiendo que el fuelle se relaje, accionando a su posición abierta, **APAGANDO** los motores del compresor y del condensador.

I. Compartimiento de enfriamiento: el compartimiento de enfriamiento es el área del refrigerador donde se mantiene el producto para entrega. Esta área está diseñada para permitir que circule un continuo flujo de aire a través del producto.

m. Lamina: la lámina es llevada en planchas lista para poder cortarse y doblarse según sea la necesidad de la cámara que se va a arreglar. Tiene procedencia taiwanesa o mexicana.

1.3.3. Durabilidad

Con respecto a la durabilidad de los equipos de refrigeración VR-17 podemos estimar una vida útil de 10 a 15 años según su uso y manejo, y un año de garantía dada por el fabricante ya que están elaborados con materias primas de primer nivel, esto garantiza su largo uso en el mercado.

Un equipo y a reparado retorna la vida útil de 10 años y el taller da una garantía de 30 días sobre piezas cambiadas (a excepción de vidrios y golpes que se puedan dar en la lamina durante el transporte para dejarlos donde el cliente los requiera).

2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO

Para llevar a cabo una evaluación de la situación actual primero se debe realizar un diagnóstico y análisis de todas las áreas del taller. Para ello se tiene seguidamente una descripción detallada de estos.

2.1 Diagnóstico de la situación actual

Primeramente se realizará una definición y clasificación de los equipos de refrigeración, después se contará con el análisis del espacio físico, posteriormente se hará la descripción del proceso de refrigeración de los equipos comerciales, y con la cual se analizará por medio de varias herramientas de ingeniería.

2.1.1 Clasificación de equipos de refrigeración

La clasificación de equipos de refrigeración más básica es la de equipos comerciales y domésticos, las cuales se describen en los siguientes apartados.

2.1.1.1 Equipos comerciales

La refrigeración comercial es esencial en la sociedad actual para preservar y proteger los alimentos de las personas en todo el mundo. Actualmente se usa una variedad de sistemas en los supermercados y tiendas minoristas de venta de alimentos.

Estos incluyen sistemas de refrigeración central conectados a escaparates, escaparates autocontenidos y cámaras refrigeradas y congeladores transitables. Se están usando también nuevos diseños, conocidos como sistemas distribuidos, que colocan los compresores de refrigeración y componentes asociados cerca de los escaparates refrigerados. También hay sistemas indirectos en los cuales un sistema de refrigeración primario enfría un fluido secundario, el cual luego circula por un circuito secundario a los escaparates. En cada caso, la opción de refrigeración dependerá de los requisitos específicos de la aplicación.

2.1.1.2 Equipos domésticos

La refrigeración es el proceso de producir frío, en realidad extraer calor. El circuito de refrigeración de un equipo doméstico es normalmente cerrado, por el que discurre el líquido de la refrigeración y que incluye las paredes del motor, el radiador, los manguitos que los conectan y la bomba de agua. Un circuito simple de refrigeración se construye con un evaporador, compresor y condensador.

El trabajo del evaporador es sacar calor de sus alrededores y así producir una refrigeración. El compresor se puede comparar a una bomba que transporta vapor en el circuito del refrigerante. El trabajo del compresor es aspirar el vapor del evaporador y forzarlo a entrar en el condensador. El propósito del condensador es sacar del gas el calor.

2.1.2 Análisis del espacio físico

Actualmente se está haciendo las mejoras para que el proceso quede plenamente en línea. La distribución está de acuerdo al proceso, ya que es un taller, y porque el producto no siempre es el mismo, el flujo de trabajo no es estandarizado para todas las unidades de reparación y porque trabajan bajo pedido especial para cada cliente.

2.2 Equipos comerciales

El taller de servicio y repuestos está dirigido exclusivamente a los equipos comerciales, por lo tanto este estudio es únicamente acerca de los equipos comerciales, y para ser más específico del modelo VR-17.

2.2.1 Descripción del proceso

El proceso de reparación inicia con el diagnóstico de los equipos donde los técnicos observan los problemas en los equipos y todos los repuestos que deberán usarse, seguidamente de esto, el cliente recibe la cotización de reparación, véase un ejemplo de cotización en la tabla II.

Tabla II. Lista de costo de reparación de VR-17

COD	Lista de Reparación	MAT Y MOD US\$	INSUMOS US\$	UTILIDAD US\$	PRECIO DE VTA. US\$
1	Bandeja Recolectora de Agua	\$1.41	\$0.50	\$1.09	\$3.00
2	Bisagra Completa (Inferior)	\$4.76	\$0.48	\$10.36	\$15.60
3	Bisagra Completa (Superior)	\$4.76	\$0.48	\$10.36	\$15.60
4	Cambio de Panel de Vidrio	\$34.60	\$5.52	\$24.88	\$65.00
5	Carga de Gas y cambio de Filtro	\$6.91	\$0.00	\$1.59	\$8.50
6	Cordón Eléctrico	\$1.54	\$0.00	\$0.46	\$2.00
7	Cubre Motor	\$1.77	\$0.62	\$5.31	\$7.70
8	Embalaje	\$1.90	\$0.73	\$2.37	\$5.00
9	Empaque Magnetico	\$3.75	\$0.00	\$5.75	\$9.50
10	Halador	\$2.69	\$0.00	\$3.31	\$6.00
11	Logotipo	\$15.00	\$0.44	\$14.56	\$30.00
12	Manguera Drenaje	\$0.57	\$0.00	\$2.43	\$3.00
13	Motor de Abanico de Condensador	\$7.18	\$1.52	\$8.30	\$17.00
14	Motor de Abanico de Evaporador	\$6.37	\$0.41	\$11.22	\$18.00
15	Marco de Rotulo	\$2.14	\$0.75	\$13.01	\$15.90
16	Pilaster	\$1.66	\$0.58	\$1.76	\$4.00
17	Pintura General	\$1.08	\$19.77	\$74.15	\$95.00
18	Acrilico de Rotulo	\$3.25	\$0.00	\$1.75	\$5.00
19	Set de Parrillas y Clips	\$22.72	\$0.48	\$17.30	\$40.50
20	Sistema de iluminación	\$26.71	\$2.30	\$6.99	\$36.00
21	Termostato	\$4.15	\$0.00	\$6.06	\$10.21
22	Parrilla de Baffle	\$1.03	\$0.36	\$1.61	\$3.00
23	Cambio de Compresor	\$37.71	\$2.73	\$51.86	\$92.30
24	Cambio de Condensador	\$8.88	\$0.56	\$20.56	\$30.00
25	Riel Base	\$2.06	\$0.88	\$7.06	\$10.00
26	Riel de Unidad	\$2.60	\$0.28	\$7.12	\$10.00
27	Cambio de Top	\$1.88	\$0.00	\$8.12	\$10.00
28	Puerta Completa	\$63.93	\$22.38	\$61.67	\$147.98

En la tabla II se describen los repuestos que se utilizan en la reparación, pero existen algunos que comprenden varios repuestos más, a continuación se describen los más importantes:

Tabla III. Descripción detallada de repuestos de mayor importancia.

Código	Repuestos
2, 3	Soporte de bisagra Armadura de bisagra Tapa de bisagra Plato ajuste de bisagra Tornillos para puerta Washa estrellada
5	Filtro Válvula de Alta Válvula de Baja Soldadura de plata Gas Refrigerante
10	Halador Tornillo para Halador Roldana de 5/32 Washa de Presión
13	Motor eléctrico condensador Hélice de Abanico
14	Motor Eléctrico Evaporador Hélice de Abanico Seguros Roldana de 5/32 Washa de Presión Tuerca Acerada
19	Parrilla Organizadora de 12 onz. Parrilla Organizadora familiar Clips de Parrillas

Continúa

20	Balastro de 2*20 Watt. Conector Chico Abrazadera para lámpara Base para lámpara Lámpara de 20 Watt Switch plástico negro Cable No. 16 color negro Cable No. 16 color blanco Cable No. 16 color rojo
23	Compresor de $\frac{1}{4}$ Conjunto Snap-on para compresor Kitt de arranque.

Luego que esta cotización es aprobada comienza el proceso de reparación, lo equipos ingresan al área de lavado donde se lavan y se coloca un quita-grasa químico para limpiar de cualquier tipo de grasas e impurezas que vayan en la unidad condensadora, después pasan al área de preparación donde son desarmados, reparados de golpes y despintados, en este paso de desarmado la gente de puertas retira las puertas que son llevadas para reparación, seguidamente de preparación el equipo es pasado al área de pintura donde se les coloca una aplicación con fondo gris y luego dos aplicaciones de pintura para obtener un acabado final.

Seguidamente es llevado el equipo al área de ensamble donde le colocan todos los dispositivos eléctricos a la unidad condensadora, se cambian rieles de base, de unidad y se retocan los compresores y condensadores (aspecto físico), al mismo tiempo son trabajados por los técnicos en electricidad cambiando balastos, luces, control de temperatura y motor abanico de evaporador, luego de terminados estos procesos los equipos son llevados al área de refrigeración donde se cambian compresores (quemados, desvalvuados, etc.) condensadores picados, se llenan fugas y se le da mantenimiento y limpieza al sistema de refrigeración, terminado esto pasan al área de prueba donde se les da el visto bueno general y se colocan los copetes nuevos, se colocan calcomanías laterales, parrillas y se empacan para ser enviados al cliente.

2.2.1.1 Análisis de operaciones en las estaciones de trabajo

- a. **Área de diagnostico de equipos:** esta es trabajada por los técnicos en refrigeración, que son los encargados, luego de la recepción de equipos, de diagnosticar el equipo en los sistemas de refrigeración, electricidad, y estado físico general del mismo para luego trabajarlos en cotizaciones que el cliente analizará y posteriormente aprobara o rechazará.
- b. **Área de lavado:** se utiliza un químico que tiene como base la soda cáustica desengrasante (con concentración de 1/10 disuelto con agua) 1 min. En ésta área se procede a limpiar condensador y la unidad completa de refrigeración, se hace un lavado a presión de modo que el trabajo salga rápido, además de lavar el equipo en su totalidad para que ingrese sin ningún tipo de suciedad y así facilitar el trabajo de la siguiente área.

- c. **Área de preparación:** en esta área se procede a desarmar los equipos (quitar tapa, marco), en el caso de cámaras se quitan las bisagras, la puerta de vidrio, balastros, cenefas, acrílico, cuando es calcomanía estas son removidas con pistola de calor; si es pintura plástica esta es retirada con removedor; luego se enmasilla y se lijan los desperfectos, por último paso en esta área se empapela y pasa a la cámara de pintura.

- d. **Área de pintura:** se procede a inspeccionar que el equipo este libre de grasa, si este aún está sucio, se limpia con desengrasante y se aplica el fondo, después se procede a lijar el fondo para que quede poroso, se procede a aplicar la pintura, por último se espera un tiempo prudente para el secado lo cual al finalizar pasa al área de refrigeración.

- e. **Área de ensamble:** se procede a limpiar y pintar el compresor y el condensador si se encuentra bien para funcionar, se realiza una revisión de los rieles de unidad y de base, si están dañados se procede a cambiarlos.

- f. **Área de electricidad:** el objetivo de esta área es la revisión de la cámara y desarme y limpieza de las mismas donde se chequea el microdifusor eléctrico y si es necesario se cambia, cuando no se encuentran colocados en la cámara sino que traen una base se procede a realizar el ensamble; y se instala el termostato, balastro, conectores, el cableado y las lámparas.

- g. **Área de refrigeración:** en esta área se realizan los cambios de compresores, de filtros y se busca si existe una posible fuga con nitrógeno, si fuera necesario cambiar el motor se desarma la unidad y se limpia la tubería a presión con nitrógeno a 250 Psi, colocación de la unidad condensadora y el equipo, limpieza de sistema y vació a través de manómetros y se carga con refrigerante posteriormente y pasa al área de ensamble.
- h. **Área de calcomanía:** se coloca acrílicos colocados en la parte superior, Para colocar la calcomanía se le aplica agua con jabón, posteriormente se elimina el agua de las orillas, inspecciona que la calcomanía quede libre de cualquier burbuja y este centrada, se coloca el acrílico (que es una base de aluminio).
- i. **Área de puertas:** desmontan las puertas, la limpian con thinner, se inspecciona el panel de vidrios, ensamblan las bisagras al las orillas, se ensambla el empaque y el jalador y el acabado final se coloca calcomanía de la empresa, se revisa que este limpio el vidrio, para que finalmente sean colocadas en la unidades.
- j. **Área de prueba:** esta pertenece a refrigeración, se hace una prueba de temperatura por medio de un registrador digital, se revisa el sistema eléctrico, inspeccionan que la unidad condensadora este sujeta con sus tornillos, en general una inspección técnica y visual antes de que las unidades pasen al área de empaque. Finalmente se llena una calcomanía de registro donde se especifica cuando se despachó el equipo, en que pedido entro, tiempo de garantía y de donde proviene.

k. **Área de acabado final:** en este se realiza el empaque de parrillas en caso de que sea cámara, se limpia, se le pone tape – pack (strech) -, se inspecciona que todo este correcto, se coloca cubremotores en cámaras y limpiar las cámaras, por último se realiza una limpieza total del equipo con liquido especial con olor a naranja que no permite que se pegue el polvo o la grasa, etc.

Figura 3. Acabado final de equipo VR-17



Fuente. www.fogel-group.com. Marzo 2005.

2.2.1.2 Identificación y justificación de operaciones críticas

A través del estudio realizado se pudo observar que las operaciones críticas en el desarrollo del proceso son las realizadas en:

- a. Área de **ensamble** la cual consiste en limpiar y pintar el compresor y el condensador si se encuentra bien para funcionar, lo crítico de este proceso es que cada unidad se encuentra en diferentes condiciones.
- b. De la misma manera en el área de **puertas** existe un cuello de botella, debido a que el proceso requiere de mucha precisión, atención y cuidado ya que esta área es la más crucial. Además que esto conlleva un largo periodo de tiempo que hace que las demás áreas sufran retrasos que podrían ser evitables, por la mala adecuación de los materiales de trabajo.

2.3 Diagrama de procesos

Los diagramas de procesos son una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

2.3.1 Diagrama de Operaciones de Proceso

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. A continuación se tiene dos diagramas de operaciones, uno general de todo el taller y el otro por áreas.

2.3.1.1 General

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/3
TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL

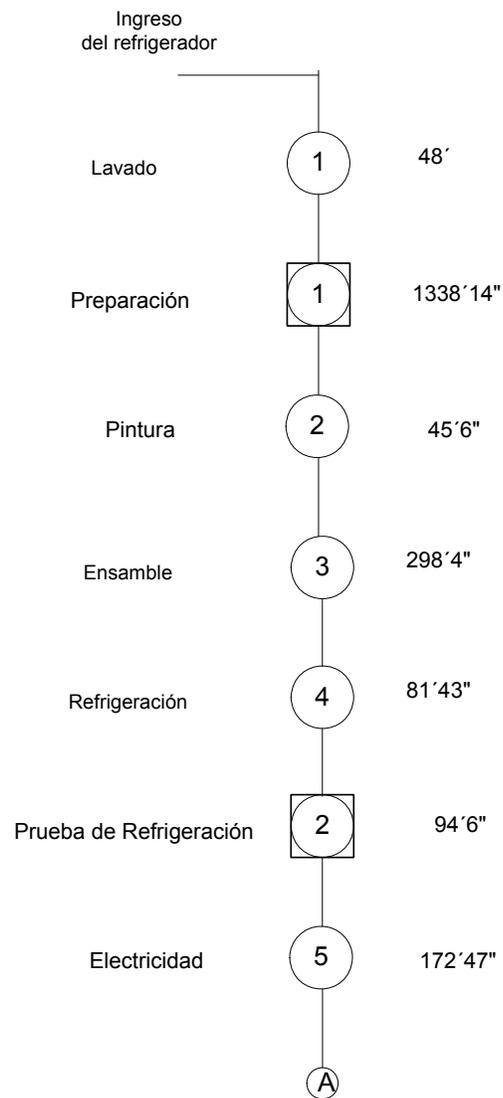


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 2/3

TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

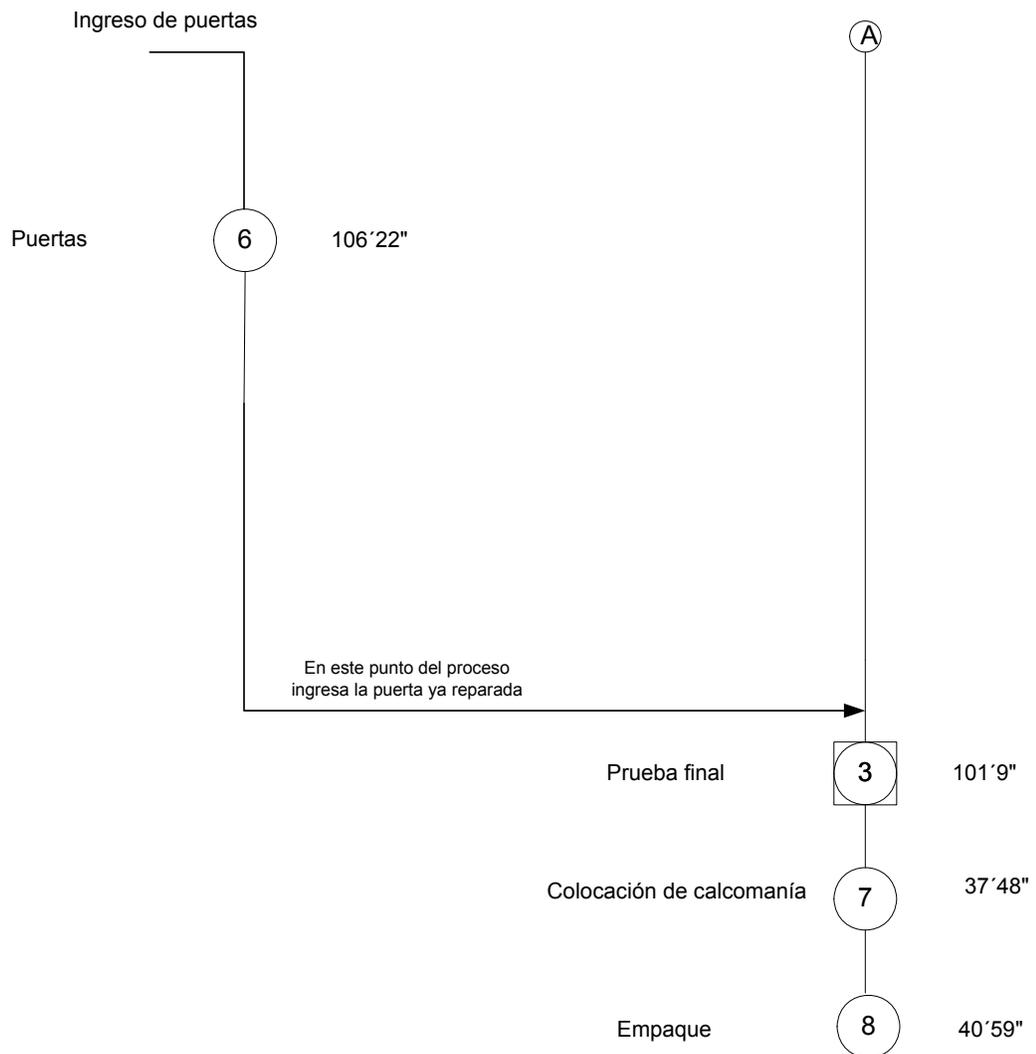


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 3/3

TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

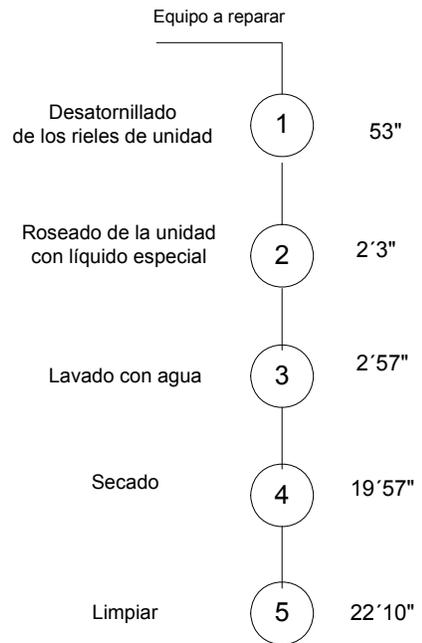
MÉTODO: ACTUAL

Resumen de Diagrama de Operaciones de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	840'25"	8
	1531'26"	3
Total	2371'51"	11

2.3.1.2 Por estación de trabajo

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: LAVADO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	48'	5
□		0
—————		
	48'	5

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 1/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

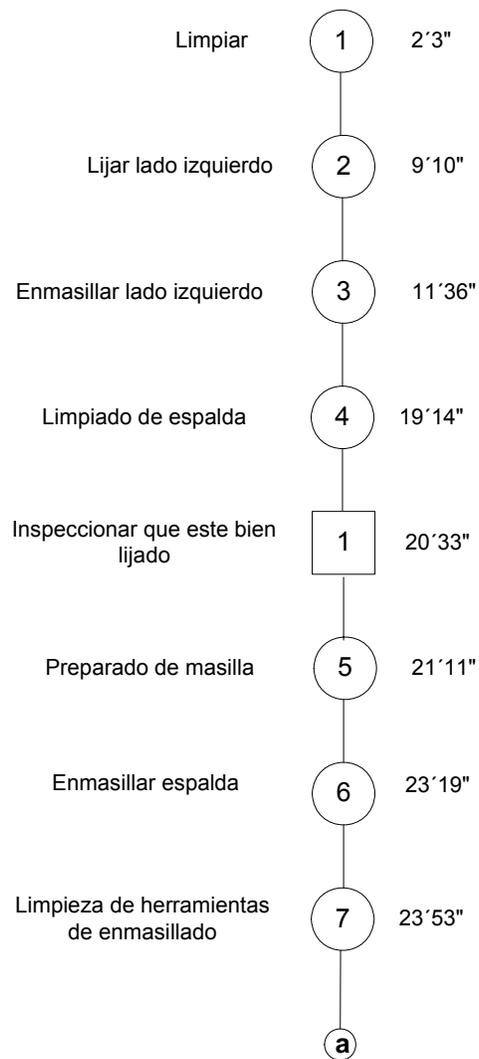


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">EMPRESA: "FOGEL.S.A."</td> <td style="text-align: right;">HOJA:2/4</td> </tr> <tr> <td>DEPTO.: PREPARACIÓN</td> <td style="text-align: right;">FECHA: 15/05/04</td> </tr> <tr> <td>ANALISTA: ALDO HERRERA</td> <td style="text-align: right;">MÉTODO: ACTUAL</td> </tr> </table>	EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA:2/4	DEPTO.: PREPARACIÓN	FECHA: 15/05/04	ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA:2/4					
DEPTO.: PREPARACIÓN	FECHA: 15/05/04					
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL					

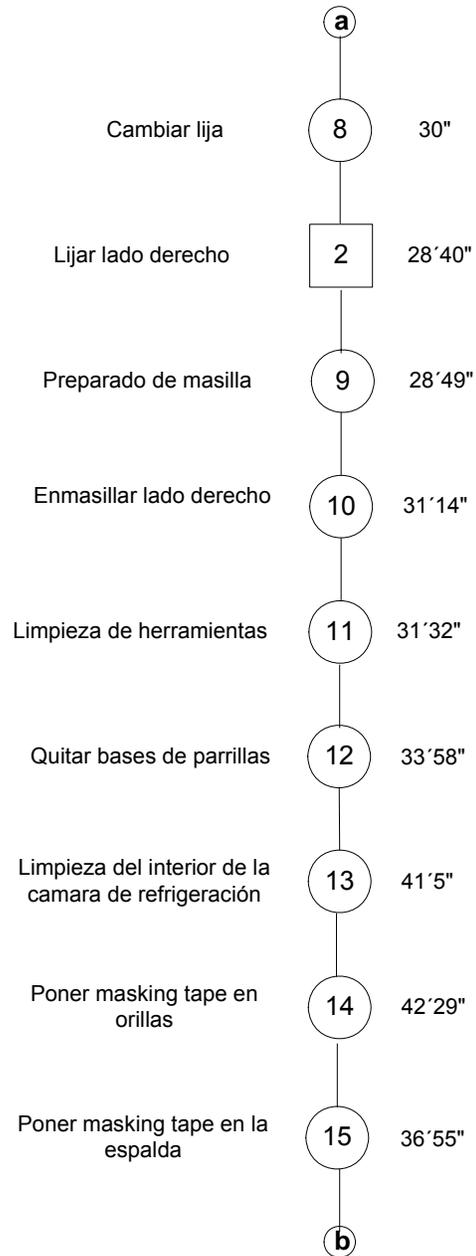


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 3/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

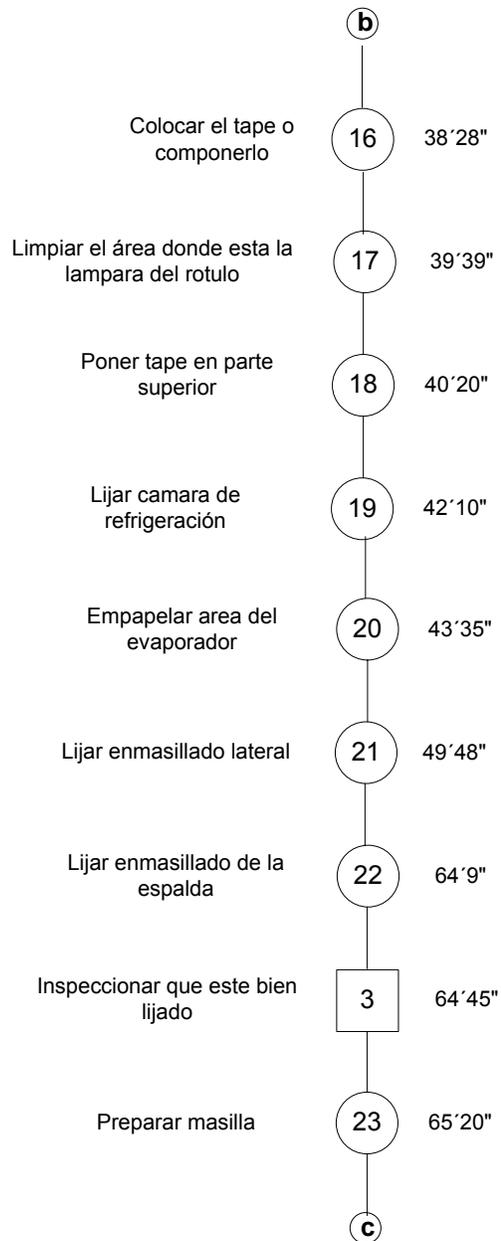


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

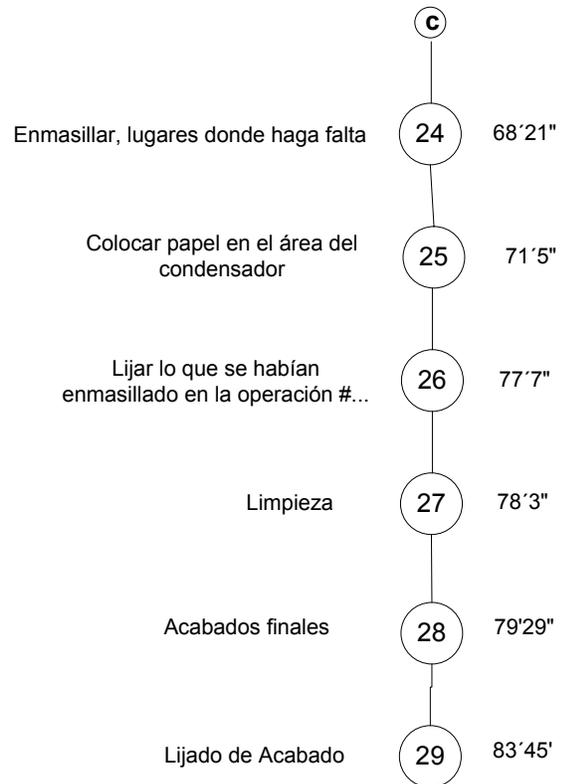
HOJA: 4/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	1198 min 16 seg	29
	113 min 58 seg	3
	1312 min 14 seg	32

= 21.87 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PINTURA	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	45'6"	2
□		0
—————		
	45'6"	2

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

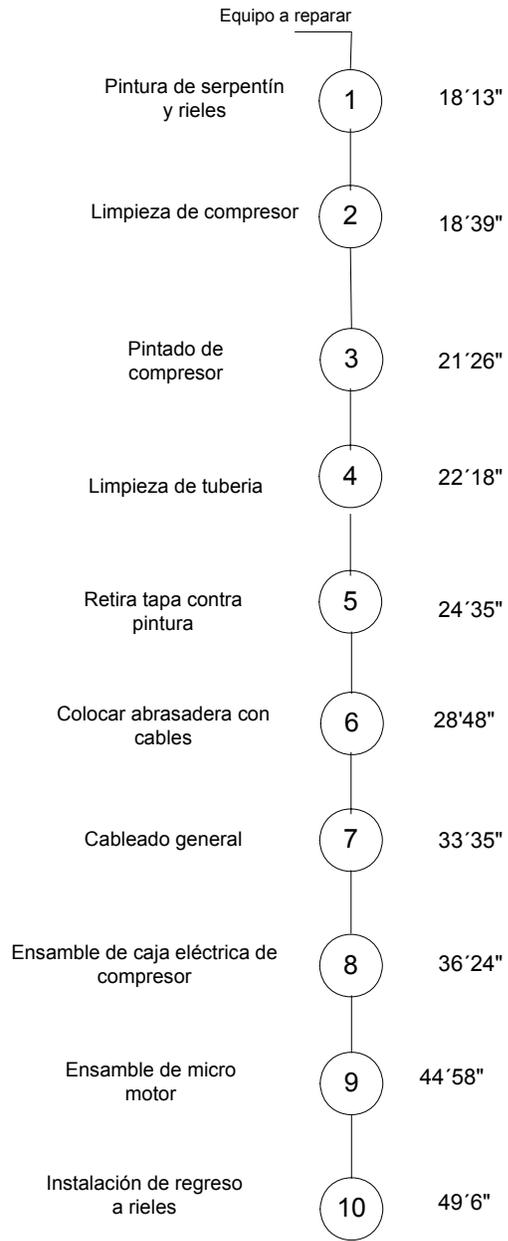


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	298'4.3"	10
	0	0
<hr/>		
	298'4.3"	10

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: REFRIGERACIÓN
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/2
FECHA: 15/05/04
MÉTODO: ACTUAL

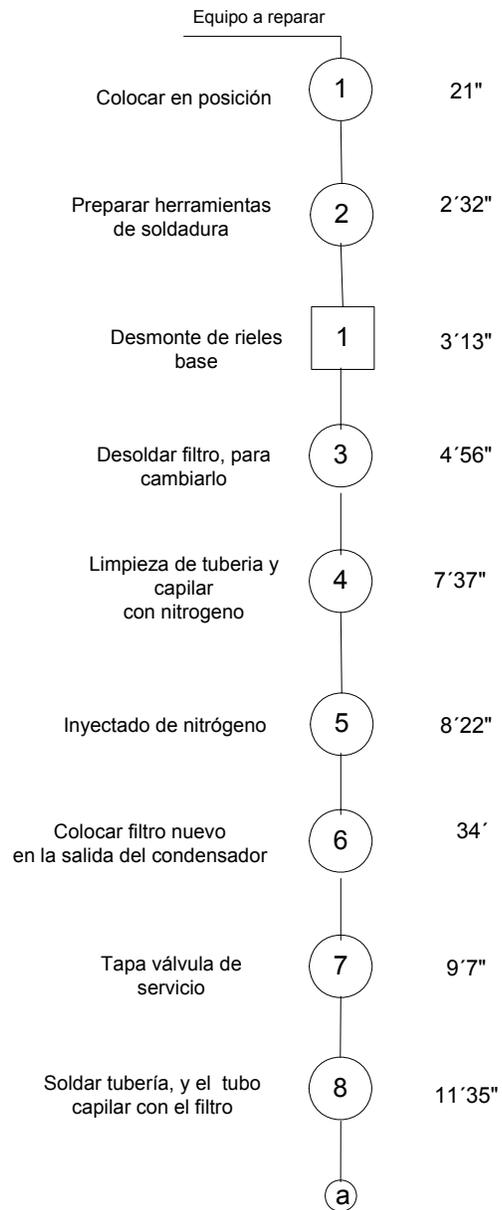


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: REFRIGERACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	78 min 30 seg	8
	3 min 13 seg	1
	<hr/>	
	81 min 43 seg	9

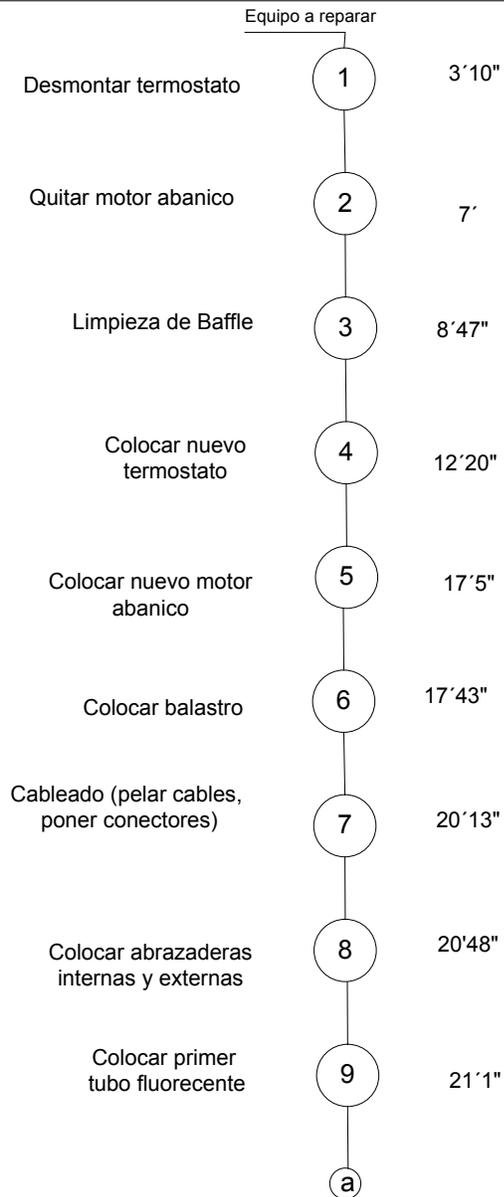
= 1.35 horas

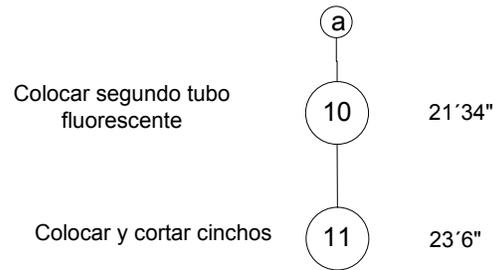
DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PRUEBA DE REFRIGERACIÓN	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	94 min 6 seg	5
□	0	0
94 min 6 seg		5
= 1.6 horas		

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA .S.A."	HOJA: 1/2
DEPTO.: ELECTRICIDAD	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL





Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	172'47"	11
	0	0
<hr/>		
	172'47"	11

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

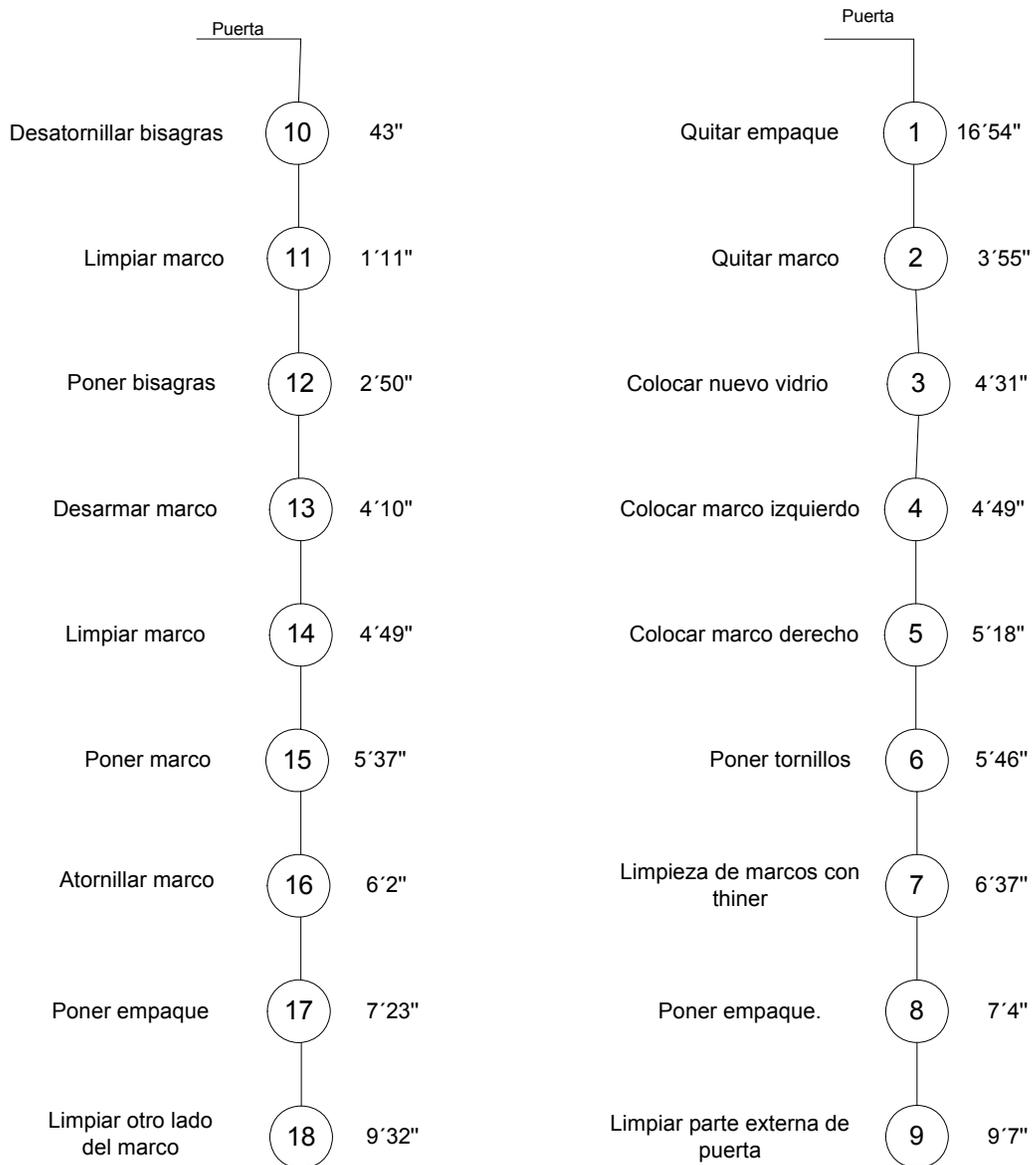


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

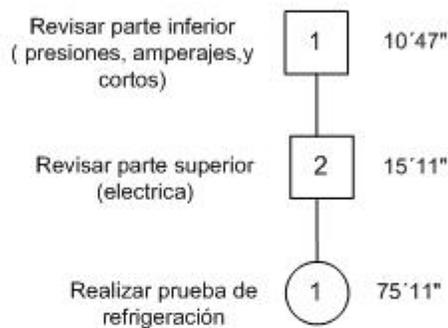
MÉTODO: ACTUAL

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	106 min 22 seg	18
	0	0
	<hr/>	
	106 min 22 seg	18

= 1.77 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA.S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PRUEBA	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	75'11"	1
□	25'58"	2
—————		3
101'9"		3

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

DEPTO.: CALCOMANÍA

ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/2

FECHA: 15/05/04

MÉTODO: ACTUAL

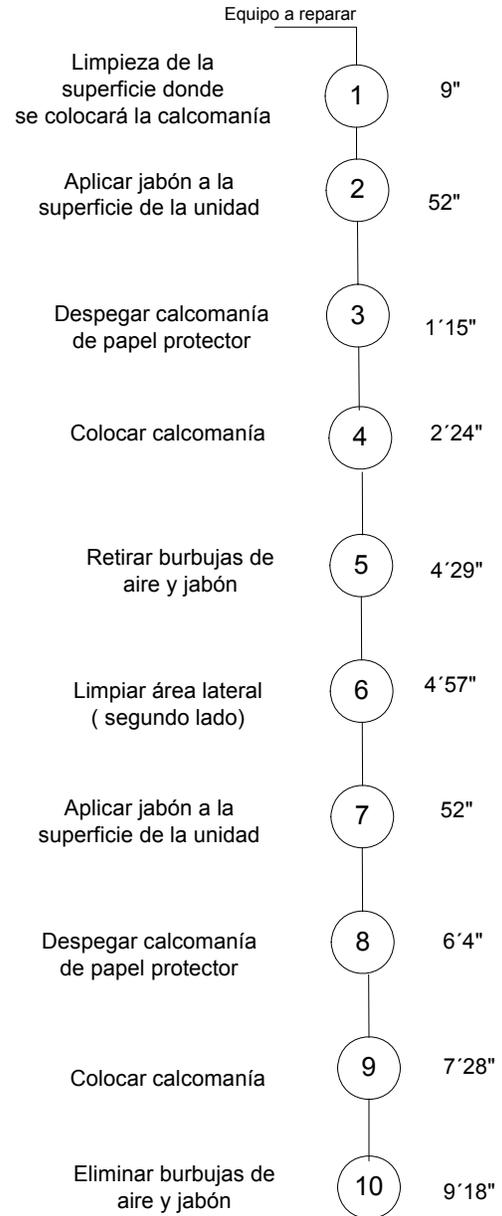


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: CALCOMANÍA

FECHA: 15/05/04

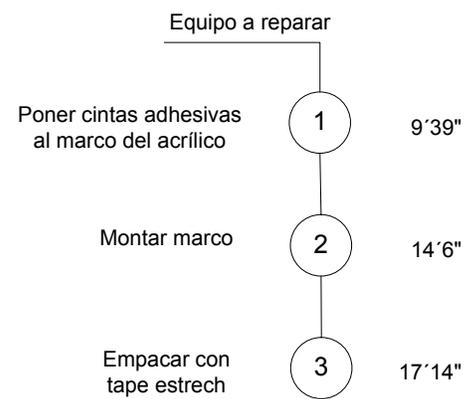
ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	37'48"	10
	0	0
<hr/>		
	37'48"	10

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: EMPAQUE	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	40 min 59 seg	3
□		0
<hr/> 40 min 59 seg		= 0.68 horas

2.3.2 Diagrama de Flujo de Proceso

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 el actual proceso.

Su objetivo es 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.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo.

También para este diagrama se tiene un general y por estaciones de trabajo del taller.

2.3.2.1 General

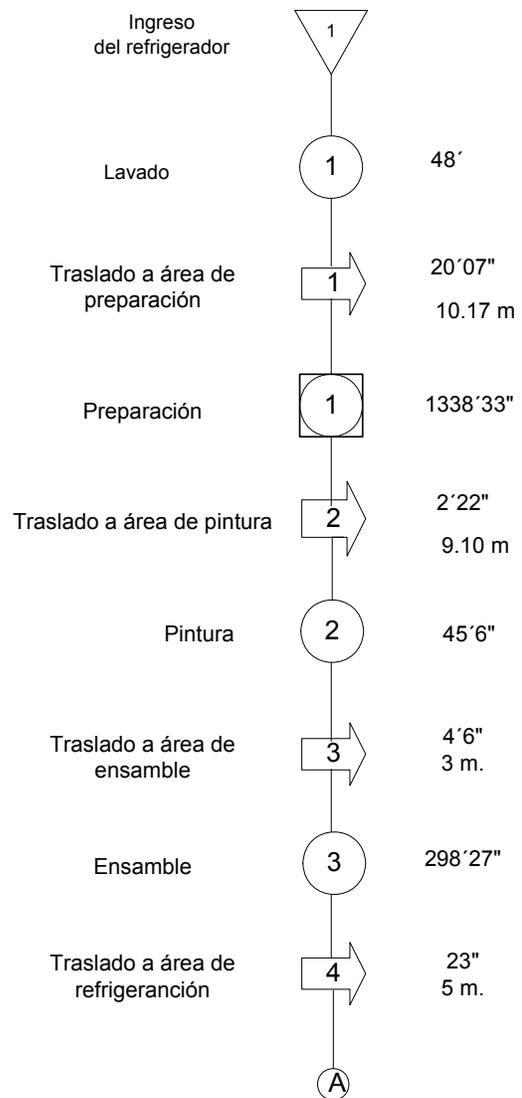


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 2/3

TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

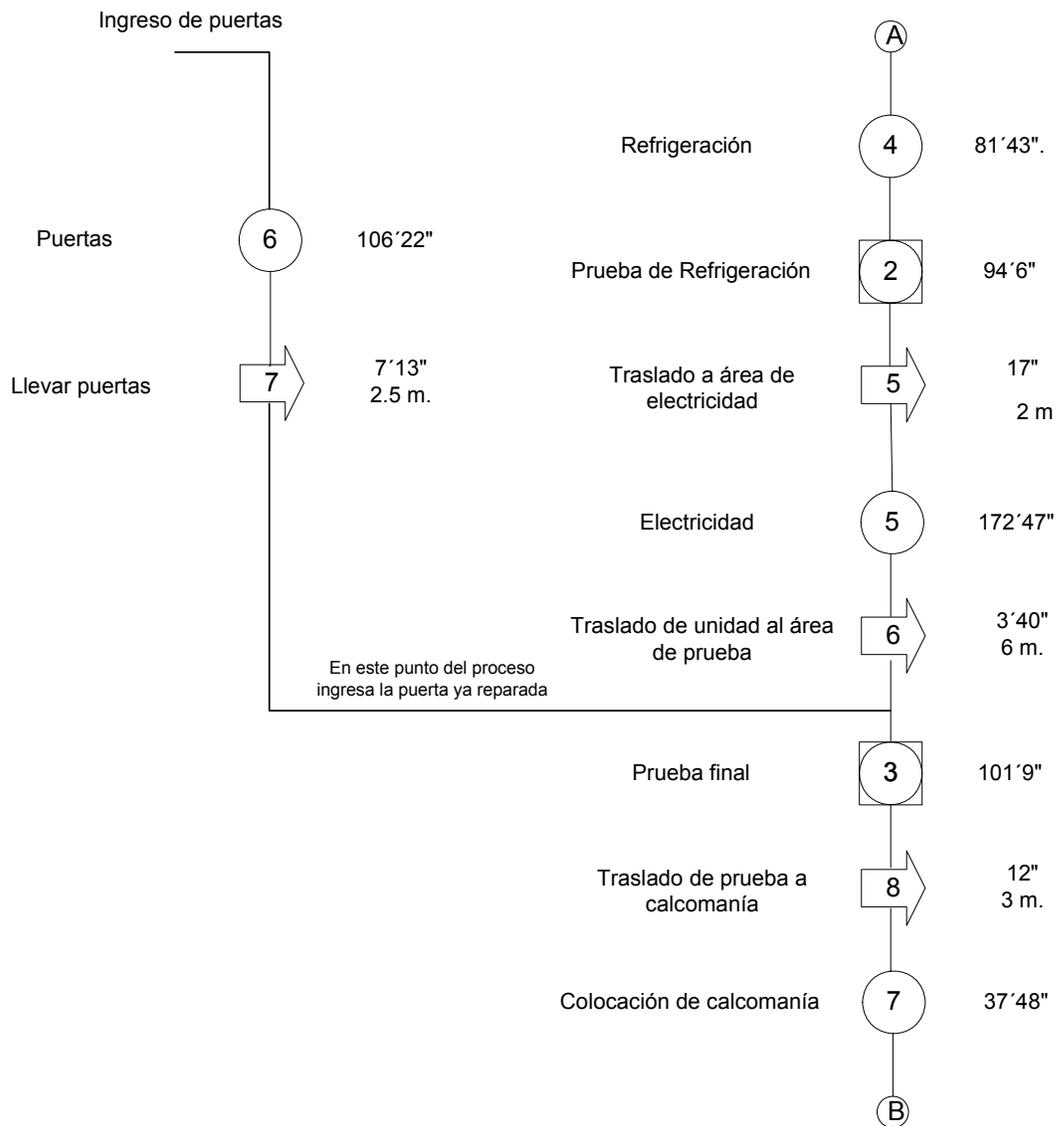
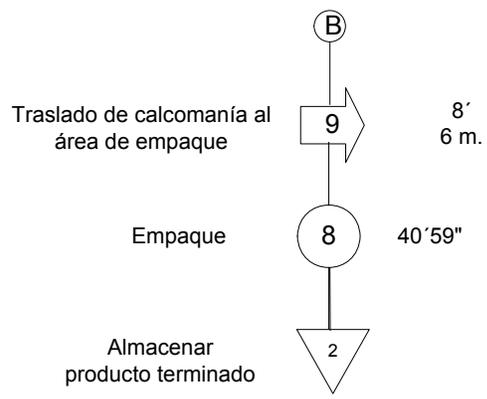


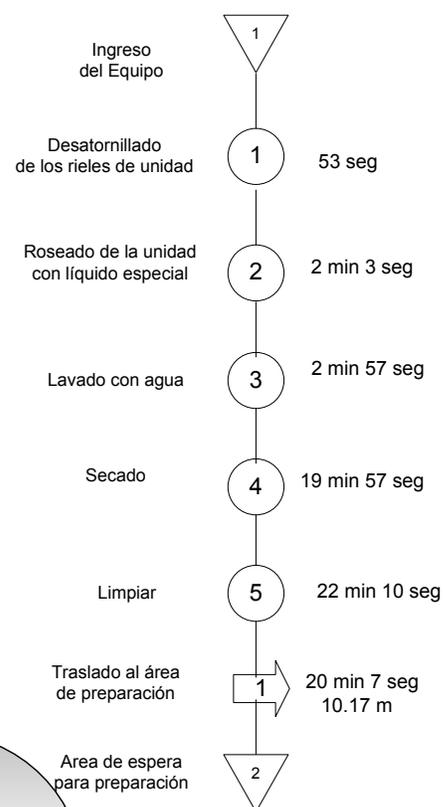
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 3/3
TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	748'11"	8	
	1531'26"	3	
	46'20"	9	46.77
	0	2	
Total	2325'57"	22	46.77

2.3.2.2 Por estación de trabajo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: LAVADO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	48 min	5	
◻		0	
➡	20 min 7 seg	1	10.17
▽	0	2	
Total	68 min 7 seg	8	10.17

= 1.145 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: PREPARACIÓN
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/4
FECHA: 15/05/04
MÉTODO: ACTUAL

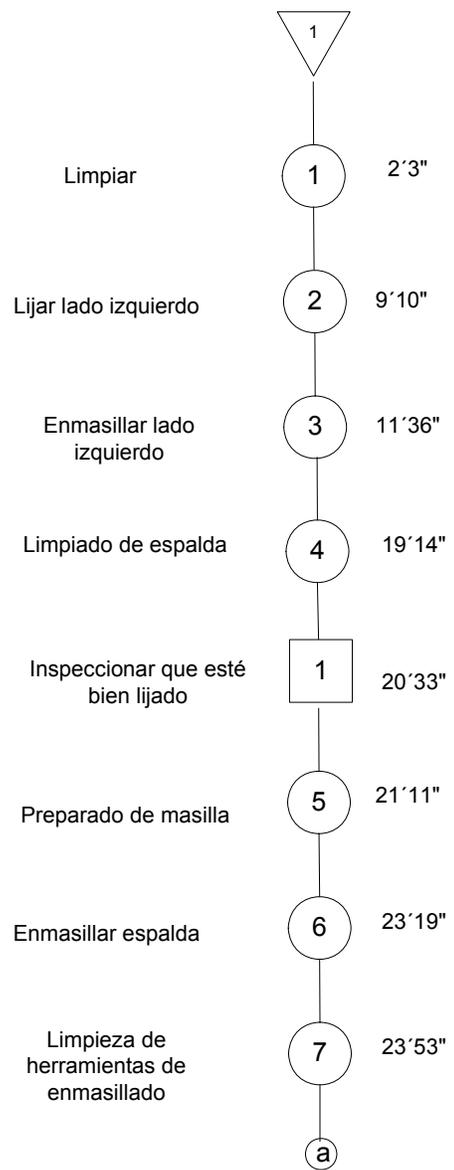


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

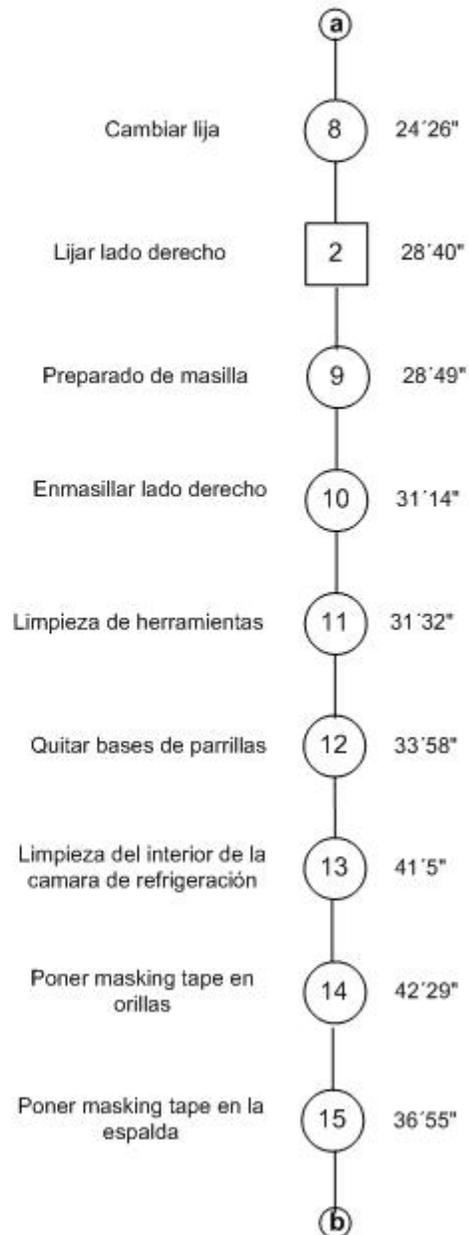


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: PREPARACIÓN
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 3/4
FECHA: 15/05/04
MÉTODO: ACTUAL

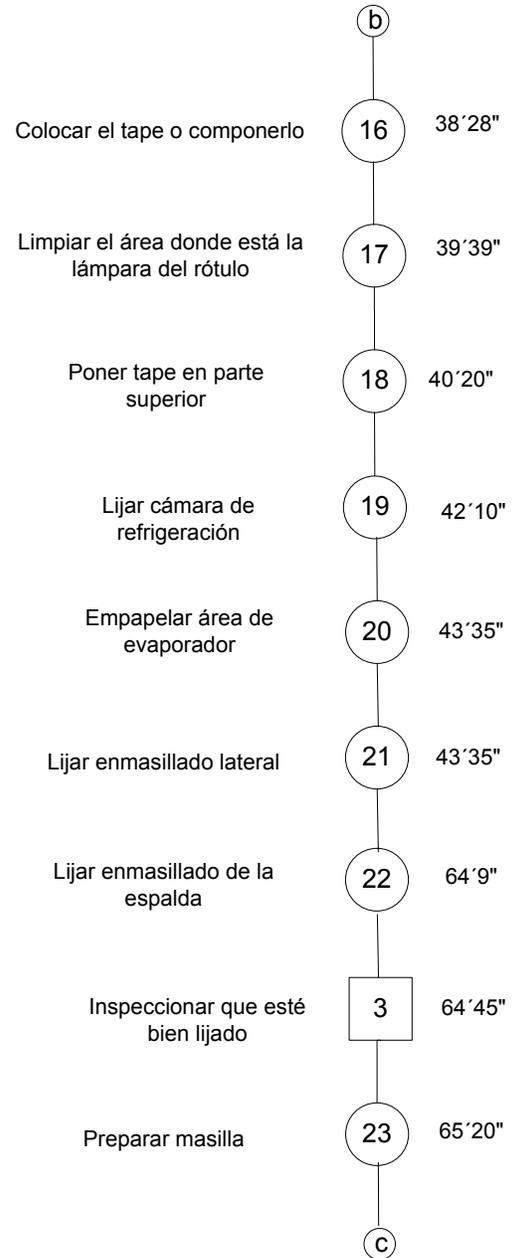


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

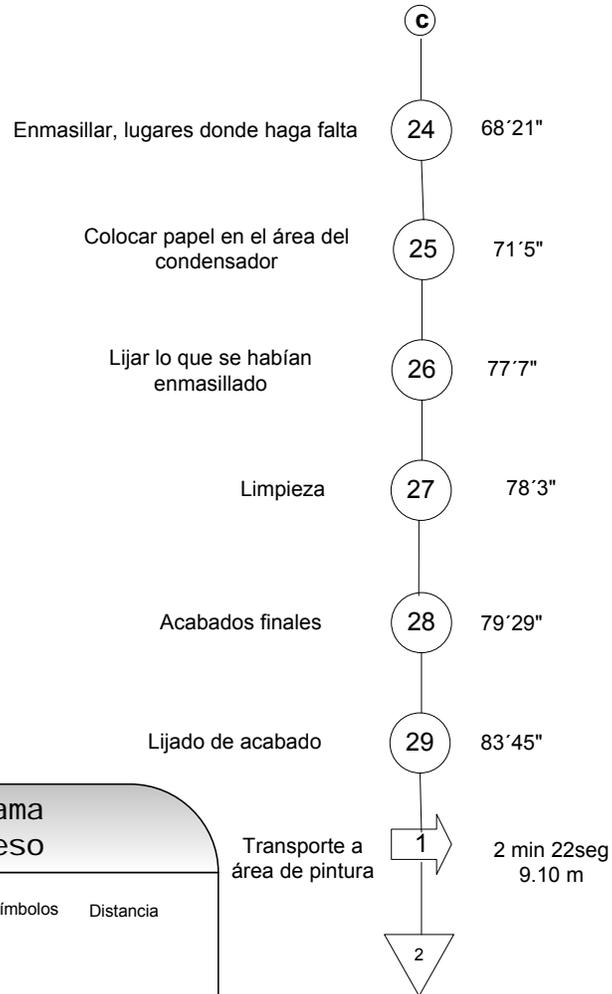
HOJA: 4/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

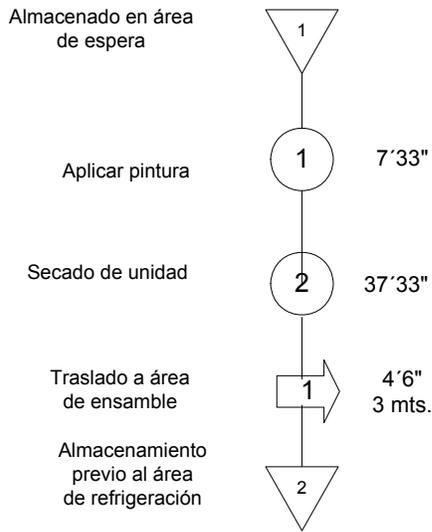


Resumen del Diagrama de Flujo del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia
	1222 min 13 seg	29	
	113 min 58 seg	3	
	2 min 22 seg	1	9.10
	0	2	
<hr/>			
	1338 min 33 seg	35	9.10

= 22.3 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PINTURA	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	45'6"	2	
	4'6"	2	3
	0	2	
Total	49'12"	6	3

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

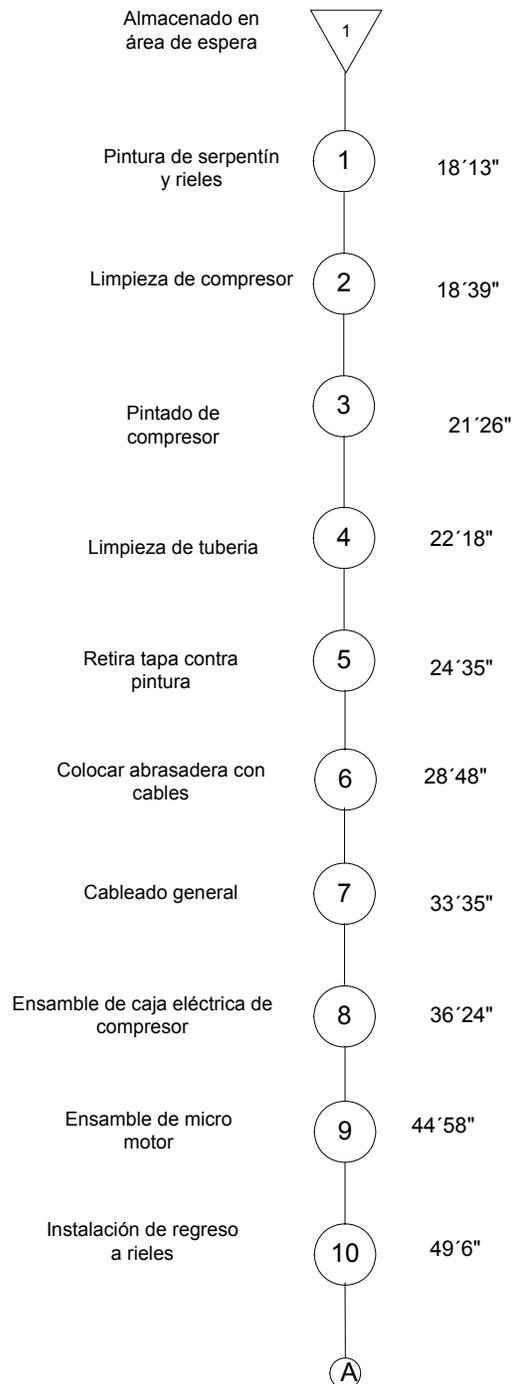
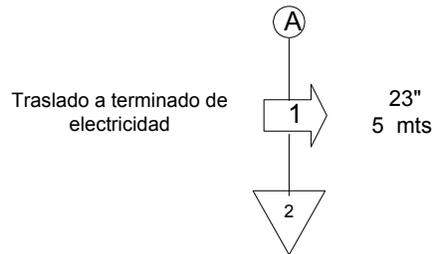


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
 DEPTO.: ENSAMBLE
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 2/2
 FECHA: 15/05/04
 MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	298'4"	10	
			
	23"	1	5
	0	2	
Total	298'27"	13	5

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

DEPTO.: REFRIGERACIÓN

ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1

FECHA: 15/05/04

MÉTODO: ACTUAL

Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	78'30"	8	
□	3'13"	1	
➡			
▽	0	2	
Total	81'43"	11	

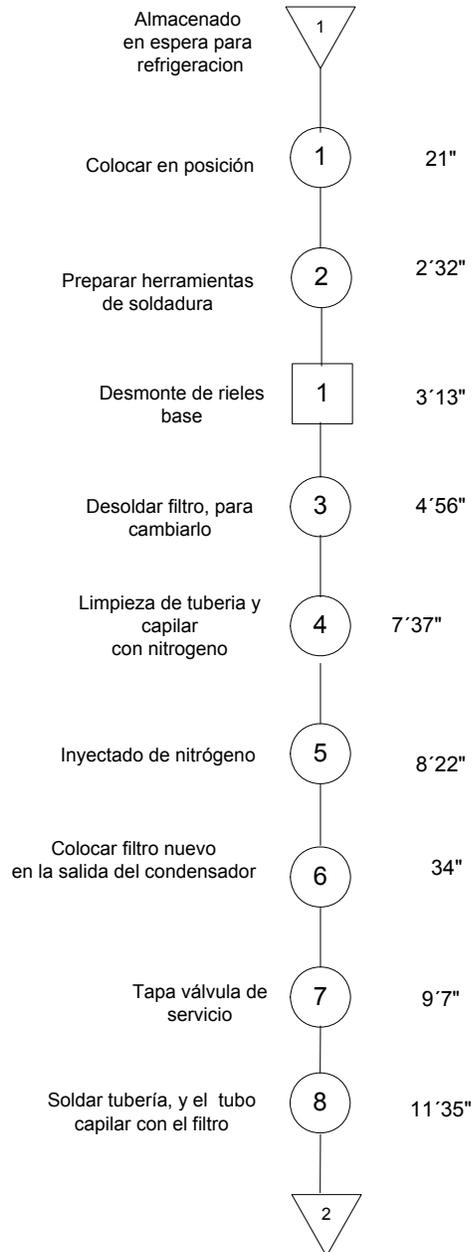
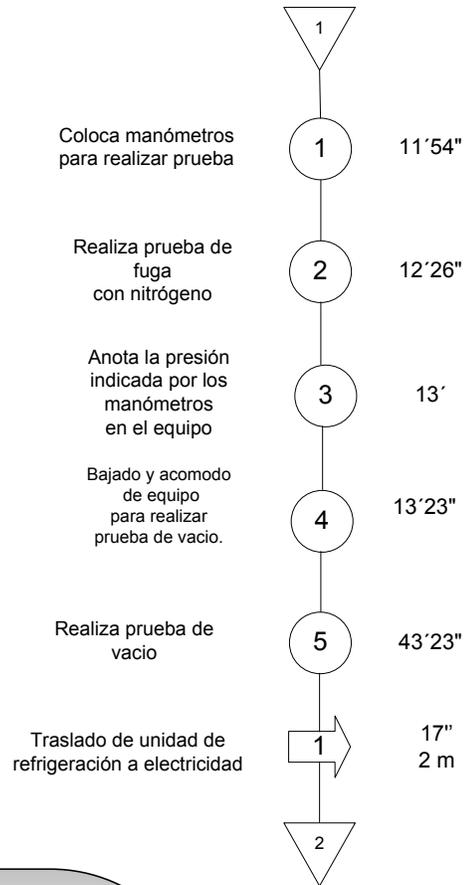


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: PRUEBA DE REFRIGERACIÓN
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1
 FECHA: 15/05/04
 MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)	
○	94 min 6 seg	5		
□	0	0		
→	17 min	1	2	
▽	0	2		
Total	94 min 23 seg	8	2	= 1.56 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ELECTRICIDAD

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL

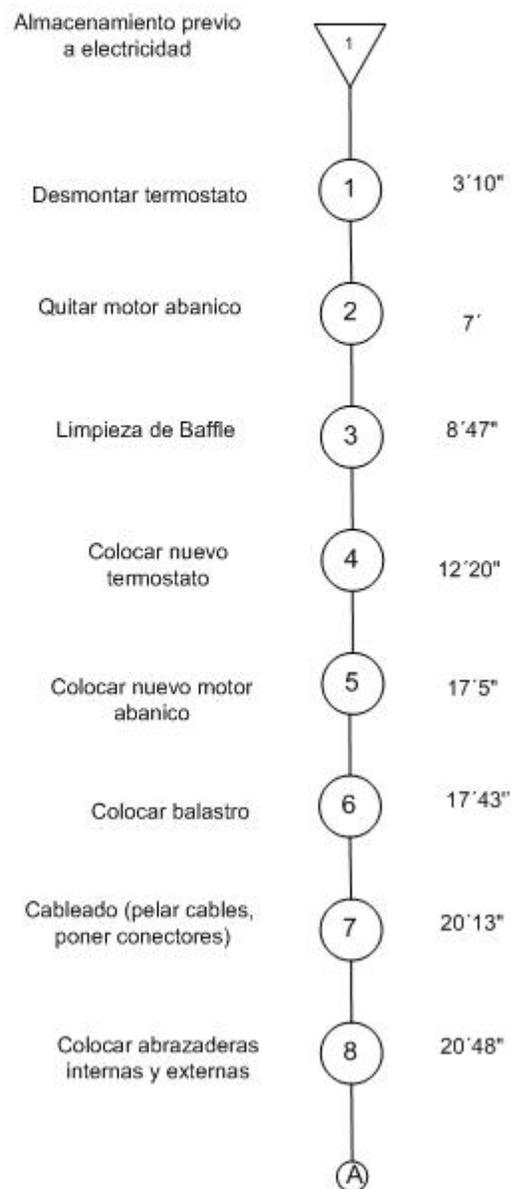
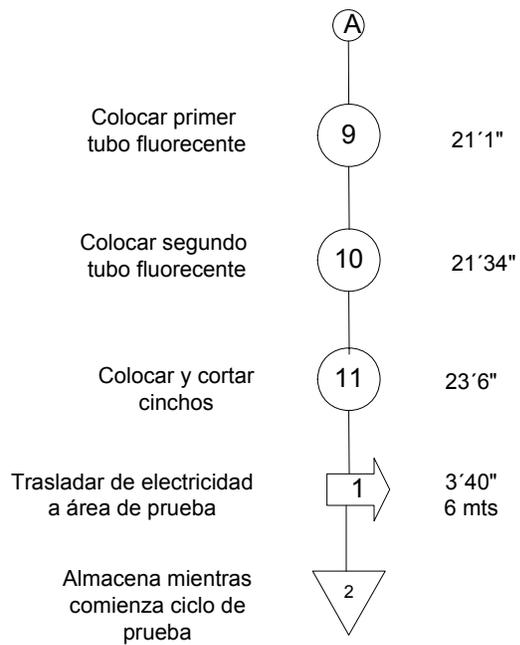


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 2/2
DEPTO.: ELECTRICIDAD	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	172'47"	11	
□			
➡	3'40"	1	6
▽	0	2	
Total	176'27"	14	6

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

DEPTO.: PUERTAS

ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/2

FECHA: 15/05/04

MÉTODO: ACTUAL

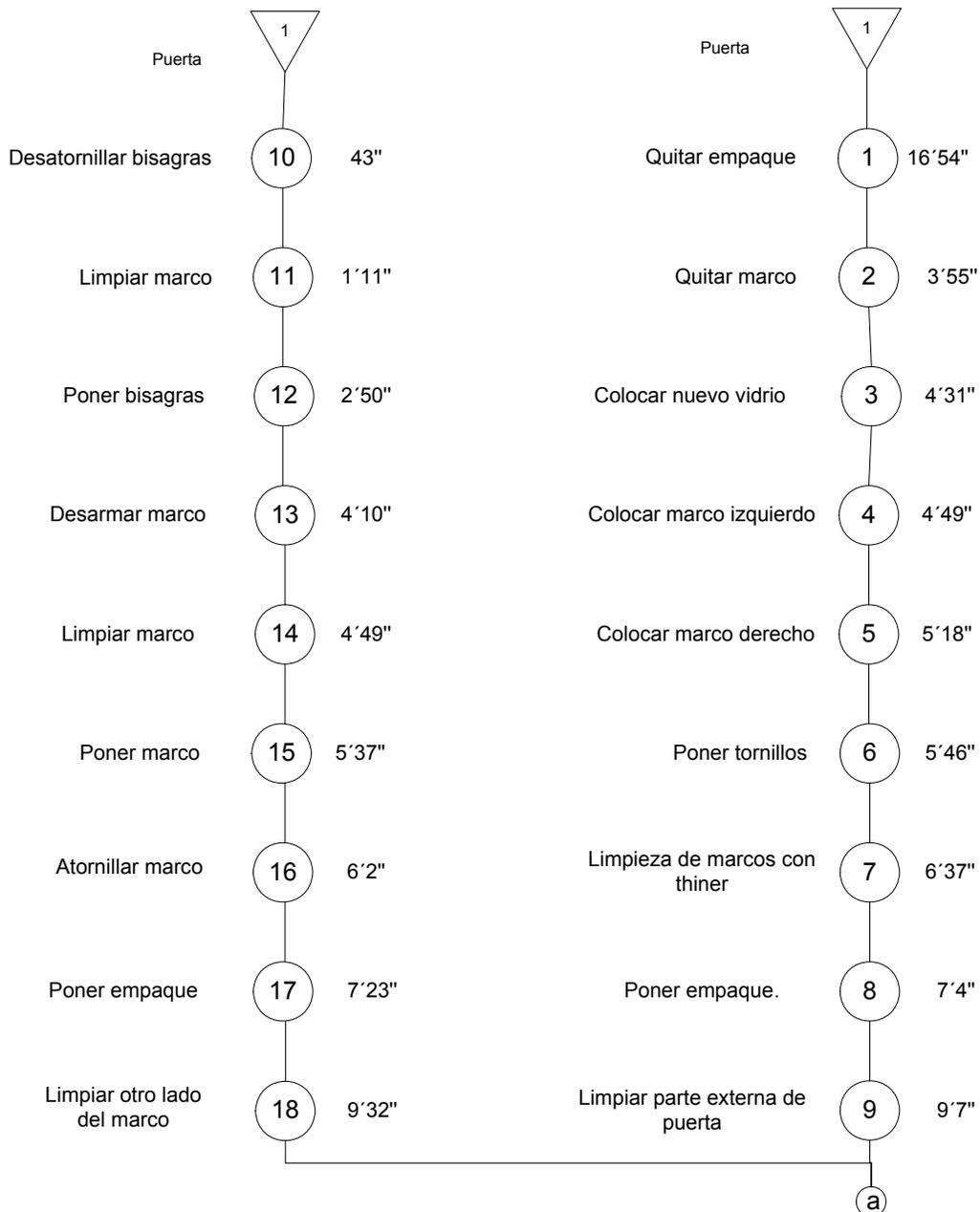
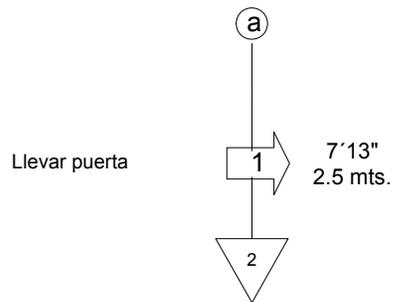


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
 DEPTO.: PUERTAS
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 2/2
 FECHA: 15/05/04
 MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	106'22"	18	
			
	7'13"	1	2.5
	0	2	
Total	113'35"	21	2.5

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

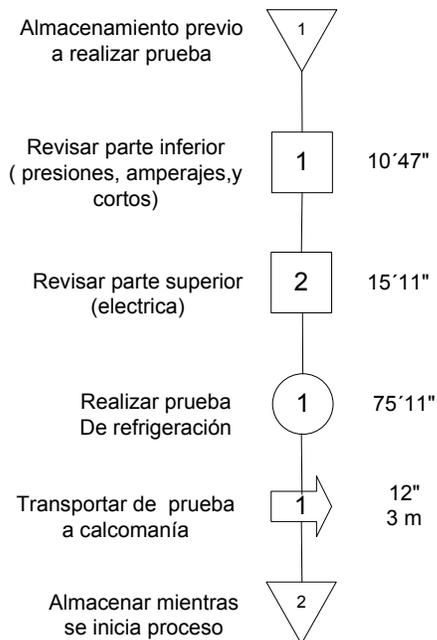
HOJA: 1/1

DEPTO.: PRUEBA FINAL

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	75 min 11 seg	1	
	25 min 58 seg	2	
	12 seg	1	3
	0	2	
Total	101 min 21 seg	6	3

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: CALCOMANÍA
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/2
FECHA: 15/05/04
MÉTODO: ACTUAL

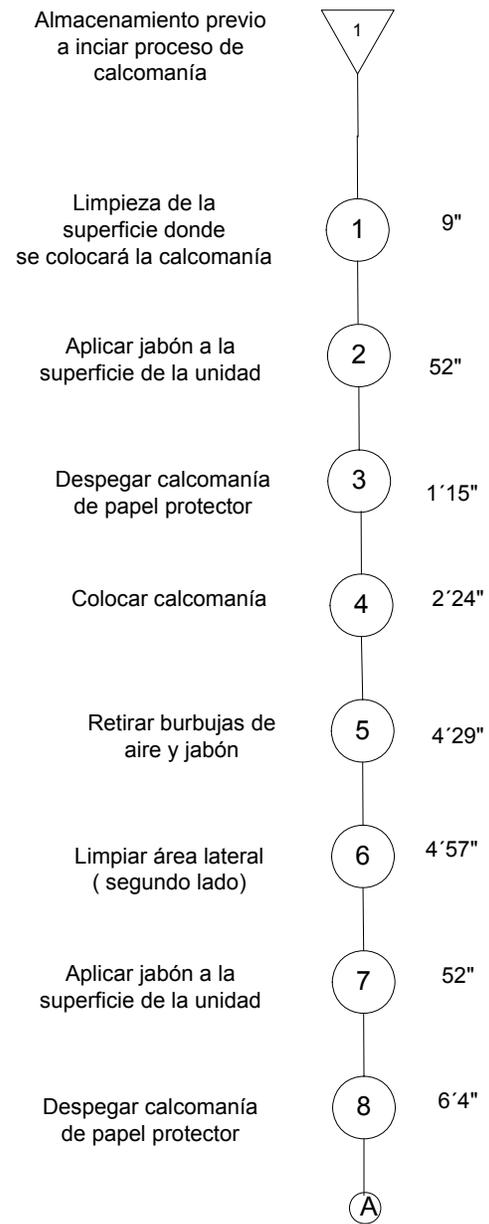


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

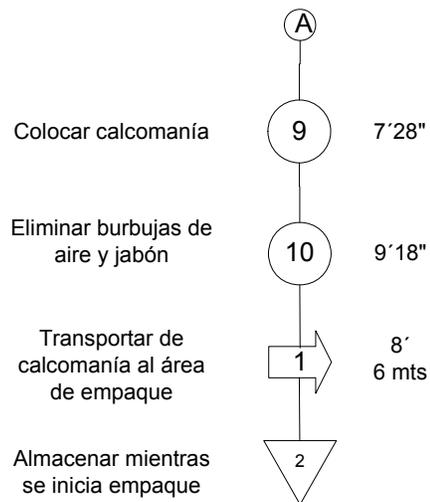
HOJA: 2/2

DEPTO.: CALCOMANÍA

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: ACTUAL



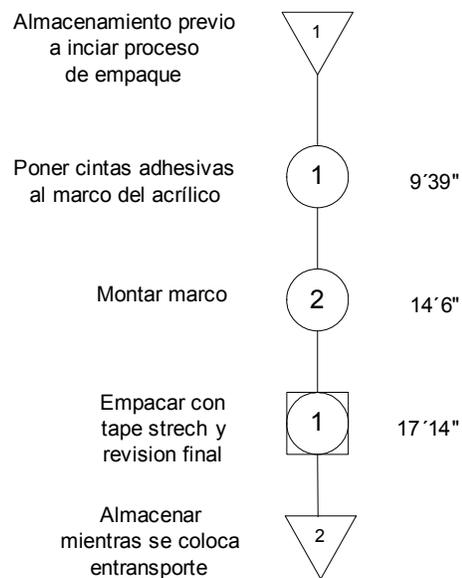
Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	37'48"	10	
□			
→	8'	1	6
▽	0	2	
Total	45'48"	13	6

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: EMPAQUE
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1
 ECHA: 15/05/04
 METODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	23 min 45 seg	2	
◻	17 min 14 seg	1	
→	0	0	0
▽	0	2	
Total	40 min 59 seg	5	0

2.4 Estudio de tiempos

Las estimaciones como medio para establecer estándares se usaron más en años anteriores que ahora. Debido a la creciente competencia con fabricantes extranjeros, se ha desarrollado un esfuerzo mayor para establecer estándares basados más en hechos que en criterios o juicios. La experiencia ha demostrado que no es posible establecer estándares de producción consistentes y justos con el simple expediente de dar un vistazo a un trabajo y luego apreciar el tiempo requerido para efectuarlo. Los estándares quedarán en un 25%, en promedio. Los errores compensatorios reducirán a veces esta cifra, pero por experiencia se sabe que en un cierto lapso los valores estimados se apartan considerablemente de los obtenidos por medición. Tanto el método de registro histórico como el de medición del trabajo, dan valores mucho más exactos que el de las estimaciones basadas en meros juicios o apreciación personal.

En el método de los registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajos semejantes realizados con anterioridad. En la práctica común, el trabajador marca una tarjeta en un reloj marcador cada vez que inicia un trabajo y repite la operación al terminarlo. Esto registra el tiempo que el trabajador empleó en ejecutar ese trabajo, pero no en qué tiempo debía haberlo efectuado. Como los operarios desean justificar toda su jornada, en algunos trabajos quedan incluidos los retrasos personales, los retrasos inevitables y los, retrasos evitables en mayor grado de lo debido, mientras que en otros no se tiene la proporción adecuada del tiempo de retrasos. El autor ha visto registros históricos con desviación consistente hasta de un 50% en la misma operación del mismo trabajo.

Sin embargo, es mejor usar tales registros que no utilizar ninguno como base para determinar estándares para mano de obra. Este método de resultados más fidedignos que el de las estimaciones, pero no aporta resultados suficientemente validos para asegurar que haya valores equitativos y competitivos de costos de mano de obra.

A medida que se disponga de los datos del sistema de medición de Trabajo deberán utilizarse éstos. Unos buenos estándares tienen muchas aplicaciones que pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una actividad. Deben ser utilizados con fines de planeamiento, y para la comparación de métodos en alternativa, una eficaz distribución de equipo en planta, determinar capacidades, compra de equipo nuevo, equilibrar la fuerza de trabajo con el trabajo disponible, control de producción, implantación de incentivos, control de costos estándares y de presupuesto, etc.

Una definición de estudio de tiempos es que es una técnica para establecer un estándar de tiempo asignado para ejecutar una tarea determinada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo en el método prescrito, con la debida consideración a la fatiga ya los retrasos personales e inevitables.

2.4.1 Toma de tiempos

Se trato la manera de elegir las áreas más uniformes del proceso de reparación y restauración de las unidades VR-17 como lo son el área de puertas y ensamble ya que es en estas donde se posee una uniformidad relativa, además de esto se analizo que se podría mejorar disminuyendo los tiempos de trabajo y por consiguiente aumentar el nivel de producción.

Para la selección del operario en el área de puertas se analizo al único operario que se encuentra aquí debido a que se observo que este trabajaba a un ritmo promedio, de igual manera se realizo en el área de ensamble ya que se eligieron operarios promedio.

Figura 4. Toma de tiempos en el área de ensamble.

EMPRESA: REFRIGUA
 PROCESO: Área de Ensamble
 MÉTODO: Actual
 ANALISTA: Aldo Herrera
 FECHA: 02/06/2004

No. DE OPERARIOS: 1
 TÉCNICA: Vuelta a Cero
 HOJA: 1 de 1

Elemento Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tc									
1	841	869	996	1030	1130	1333	1547	1688	2078	2279
2	845	866	991	1038	1138	1337	1554	1685	2082	2271
3	843	854	989	1028	1143	1326	1561	1679	2080	2263
Totales	2529	2589	2976	3096	3411	3996	4662	5052	6240	6813
No. Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T. Prom.	843	863	992	1032	1137	1332	1554	1684	2080	2271

Los elementos que aparecen en la figura 4 son operaciones propias del área de ensamble, las cuales están también en el diagrama de operaciones de proceso, y se enumeran a continuación:

1. Pintura de condensador y rieles
2. Limpieza de compresor
3. Pintura de compresor
4. Limpieza de tubería
5. Retira tapa contra pintura
6. Colocar abrasadera con cables
7. Cableado general
8. Ensamble de caja eléctrica de compresor

9. Ensamble de micromotor

10. Instalación de regreso a rieles.

Figura 5. Toma de tiempos en el área de puertas.

EMPRESA: REFRIGUA
 PROCESO: Área de Puertas
 MÉTODO: Actual
 ANALISTA: Aldo Herrera
 FECHA: 02/06/2004

No. DE OPERARIOS: 1
 TÉCNICA: Vuelta a Cero
 HOJA: 1 de 1
 Unidad de Medida en Segundos

Ciclo Elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	No. Obs.	T. Prom.
1	Tc	782	781	788	769	786	787	781	782	6256	8	782
2	Tc	159	182	168	193	195	182	181	196	1456	8	182
3	Tc	203	209	209	212	216	222	200	201	1672	8	209
4	Tc	221	222	219	223	228	229	220	221	1783	8	223
5	Tc	240	239	236	255	245	252	247	246	1960	8	245
6	Tc	268	277	278	254	257	267	269	266	2136	8	267
7	Tc	303	302	304	311	306	305	309	308	2448	8	306
8	Tc	327	329	325	328	324	329	327	327	2616	8	327
9	Tc	422	423	415	429	426	422	421	418	3376	8	422
10	Tc	37	35	32	28	33	31	36	32	264	8	33
11	Tc	51	50	56	59	60	55	54	55	440	8	55
12	Tc	130	132	134	131	128	128	134	131	1048	8	131
13	Tc	192	191	193	194	191	195	193	195	1544	8	193
14	Tc	225	221	223	225	224	223	221	222	1784	8	223
15	Tc	261	262	259	258	261	260	259	260	2080	8	260
16	Tc	280	278	279	279	280	279	278	279	2232	8	279
17	Tc	342	343	342	340	342	342	343	342	2736	8	342
18	Tc	443	441	441	442	441	442	443	443	3536	8	442

Los elementos de la figura anterior se describen a continuación, tal y como están en el diagrama de operaciones de proceso del área de puertas.

1. Quitar empaque
2. Quitar marco
3. Colocar nuevo vidrio
4. Colocar marco izquierdo
5. Colocar marco derecho
6. Poner tornillos

7. Limpieza de marcos con thinner
8. Poner empaque
9. Limpiar parte externa de puerta
10. Desatornillar bisagras
11. Limpiar marcos
12. Poner marcos
13. Poner bisagras
14. Desarmar marco
15. Limpiar marco
16. Poner marco
17. Atornillar marco
18. Poner empaque
19. Limpiar otro lado del marco

2.4.2 Determinación de factores de calificación del operario

Antes de que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo repetitivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal.

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. Toda la práctica del mundo no podrá nunca llegar a hacer de todo un gran número de atletas, lanzadores "estrellas" de béisbol de liga mayor.

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.

En las dos áreas en donde se tomaron los tiempos la manera en que se calificó al operario y las condiciones bajo las cuales desempeñan su trabajo fueron las siguientes:

- Con relación a las habilidades de los operarios se tiene una habilidad buena del tipo C1 la cual posee +0.06
- En cuanto al esfuerzo que se realiza se tiene que se realiza un esfuerzo del tipo B2 (Trabajo aceptable con +0.08)
- Para el sistema de calificación de las condiciones de trabajo se considera que son excelentes por lo que se le asigno que es de tipo B(+0.04)
- Para el desarrollo del trabajo se tiene una consistencia buena de tipo C (+0.01)

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad.

Habilidad	C2	+0.06
Esfuerzo	E2	+0.08
Condiciones	E	+0.04
Consistencia	E	<u>+0.01</u>
Suma algebraica		0.19
Factor de actuación		1.19

2.4.3 Determinación tiempo normal

Con la calificación se procede a determinar el tiempo normal, que no es más que el tiempo promedio multiplicado con el factor de calificación, el cual se obtuvo en el inciso anterior, y es de 1.19.

$$T_n = \text{Promedio (Calificación)}$$

De los datos de la figura 4, el tiempo promedio en segundos del área de ensamble, se introducen a la fórmula, quedando como sigue:

Tabla IV. Determinación de tiempo normal en el área de ensamble.

Tiempo normal	Tn = promedio (calificación)	Resultado en Segundos
Tn1	Tn1 = 843 (1.19)	1003.19
Tn2	Tn2 = 863 (1.19)	1026.97
Tn3	Tn3 = 992 (1.19)	1180.48
Tn4	Tn4 = 1032 (1.19)	1228.08
Tn5	Tn5 = 1137 (1.19)	1353.03
Tn6	Tn6 = 1332 (1.19)	1585.08
Tn7	Tn7 = 1554 (1.19)	1849.26
Tn8	Tn8 = 1684 (1.19)	2003.96

Continúa

Tn9	Tn9 = 2080 (1.19)	2475.2
Tn10	N10 = 2271 (1.19)	2702.49

De los datos de figura 5, los tiempos cronometrados en segundos, en el área de puertas, se introducen también a la fórmula, quedando como sigue:

Tabla V. Determinación de tiempo normal en el área de puertas.

Tiempo normal	Fórmula Tn = promedio (calificación)	Resultado en Segundos
Tn1	Tn1 = 782 (1.19)	930.58
Tn2	Tn2 = 182 (1.19)	216.58
Tn3	Tn3 = 209 (1.19)	248.71
Tn4	Tn4 = 223 (1.19)	265.37
Tn5	Tn5 = 245 (1.19)	291.55
Tn6	Tn6 = 267 (1.19)	317.73
Tn7	Tn7 = 306 (1.19)	364.14
Tn8	Tn8 = 327 (1.19)	389.13
Tn9	Tn9 = 422 (1.19)	502.18
Tn10	Tn10 = 33 (1.19)	39.27
Tn11	Tn11 = 55 (1.19)	65.45
Tn12	Tn12 = 131 (1.19)	155.89
Tn13	Tn13 = 193 (1.19)	229.67
Tn14	Tn14 = 223 (1.19)	265.37
Tn15	Tn15 = 260 (1.19)	309.4
Tn16	Tn16 = 279 (1.19)	332.01
Tn17	Tn17 = 342 (1.19)	406.98
Tn18	Tn18 = 441 (1.19)	524.79

2.4.4 Determinación tiempo estándar

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. Se determina multiplicando el tiempo normal con un porcentaje de tolerancias.

$$Te = Tn (\text{Porcentaje de tolerancia})$$

La International Labour Office (Oficina Internacional del Trabajo) ha tabulado el efecto de las condiciones laborales para llegar a un factor de tolerancia por retrasos personales y fatiga. Esta información se tiene en la tabla 16-3. Los factores considerados incluyen: posición en pie mientras se trabaja, posiciones requeridas fuera de lo normal, empleo del vigor físico, alumbrado, condiciones atmosféricas, atención necesaria en el trabajo, nivel de ruido, esfuerzo mental, monotonía y tedio.

Figura 6. Lista parcial de tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo.

Tabla 16-3

Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)

	%
A. Tolerancias constantes:	
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga.....	4
B. Tolerancias variables:	
1. Tolerancia por estar de pie.....	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta.....	0
b. Molesta (cuerpo encorvado).....	2
c. Muy molesta (acostado extendido).....	7

Fuente. Condiciones laborales. International Labour Office. Tabla 16-3

De esta tabla se toman las tolerancias **constantes** que es un total de 9%. Para el estudio se tiene entonces que el tiempo normal se deberá multiplicar por 1.09.

Para los datos que se tienen de las tablas IV y V, se procede a hallar el tiempo estándar, ver tabla VI y VII

Tabla VI. Determinación de tiempo estándar del área de ensamble.

Tiempo estándar	Fórmula Te = Tn (% tolerancia)	Resultado en Segundos
Te1	Te1 = 1003.19 (1.09)	1093.45
Te2	Te2 = 1026.97 (1.09)	1119.39
Te3	Te3 = 1180.48 (1.09)	1286.72
Te4	Te4 = 1228.08(1.09)	1338.61
Te5	Te5 = 1353.03 (1.09)	1474.81
Te6	Te6 = 1585.08 (1.09)	1727.73
Te7	Te7 = 1849.26 (1.09)	2015.69
Te8	Te8 = 2003.96 (1.09)	2184.31
Te9	Te9 = 2475.2 (1.09)	2697.96
Te10	Te10 = 2702.49 (1.09)	2945.71
	Total	17884.38

El tiempo total estándar para el área de ensamble es de 17,884.38 segundos, o su equivalente a 4 horas con 58 minutos.

Tabla VII. Determinación de tiempo estándar del área de puertas.

Tiempo estándar	Fórmula Te = Tn (% tolerancia)	Resultado en Segundos
Te1	Te1 =930.58 (1.09)	1014.33
Te2	Te2 = 216.58 (1.09)	236.07
Te3	Te3 = 248.71 (1.09)	271.09
Te4	Te4 = 265.37 (1.09)	289.25

Continúa

Te5	Te5 = 291.55 (1.09)	317.78
Te6	Te6 = 317.73 (1.09)	346.32
Te7	Te7 = 364.14 (1.09)	396.91
Te8	Te8 = 389.13 (1.09)	424.15
Te9	Te9 = 502.18 (1.09)	547.37
Te10	Te10 = 39.27 (1.09)	42.80
Te11	Te11 = 65.45 (1.09)	71.34
Te12	Te12 = 155.89 (1.09)	169.92
Te13	Te13 = 229.67 (1.09)	250.34
Te14	Te14 = 265.37 (1.09)	289.25
Te15	Te15 = 309.4 (1.09)	337.24
Te16	Te16 = 332.01 (1.09)	361.89
Te17	Te17 = 406.98 (1.09)	443.61
Te18	Te18 = 524.79 (1.09)	572.02
	Total	6381.68

El tiempo estándar total para el área de puertas es de 6,381.68 segundos, o su equivalente en horas que es 1 hora con 46 minutos.

2.4.5 Determinación de inicio y fin de cada elemento que conforma las operaciones en el proceso de reparación de equipos

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos conocidos como "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a

dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min. (2.4 seg.) son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min. Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breaking point*). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador.

En este caso el inicio y fin de cada elemento puede ser observado en los diagramas de operaciones, por ejemplo, se quiere saber en donde inicia la estación de lavado y en donde finaliza, para conocerlo se tiene que ver el

diagrama por estaciones de trabajo y buscar el de lavado, y se dará cuenta de que la operación que inicia el lavado es *el desatornillado de los rieles de la unidad*, y finaliza en *limpieza*. Y así sucesivamente se puede ver claramente el inicio y fin de cada estación de trabajo que se estudiará.

2.5 Balance de Líneas

El problema de determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una máquina o instalación de producción, donde se recomendó el uso del diagrama de proceso para grupo. Quizá el caso más elemental de balance de líneas, y uno que se encuentra con frecuencia, es aquel en el que varios operarios, que ejecutan cada uno operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En tal circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá del operario más lento.

2.5.1 Eficiencia actual

La eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada, en resumen se puede decir que la forma en que se utilizan los recursos para lograr los resultados se refiere a la eficiencia.

La eficiencia actual de la línea del área de ensamble y el área de puertas es de 80%, ya que fue un estudio que se realizó con anterioridad en la empresa y reflejó ese resultado. Para los cálculos que se necesiten más adelante se utilizará esta eficiencia dada por la empresa.

2.5.2 Problemas ocasionados por la eficiencia actual

Actualmente se trata de balancear el número de trabajadores por área para permitir cumplir con los pedidos y la producción estándar semanal de equipos. El objetivo de balancear la línea es eliminar los problemas de incurrir en costos evitables de contratar personal (pago de horas extras) que sea innecesario para llegar a lograr la meta de producción.

2.5.3 Jornada de trabajo y jornada efectiva de trabajo

El horario a que estarán sujetos los trabajadores de la empresa, es de la siguiente manera:

- La jornada ordinaria diurna, en un horario de lunes a jueves de las 7:30 a las 16:30 horas y viernes de las 7:30 a las 15:30 horas, con media hora de almuerzo, para el personal de producción; y de lunes a jueves de las 8:00 a las 17:00 horas y viernes de las 8:00 a las 16:00 horas para el personal administrativo.
- La jornada ordinaria nocturna, en un horario de lunes a viernes de las 16:30 a las 22:00 horas, con media hora de cena; y de las 22:30 horas a las 4:30 horas con media hora de desayuno.

Todo trabajo que se ejecute fuera de los límites de la jornada ordinaria prevista anteriormente, constituye jornada extraordinaria. El trabajo en tiempo extra será remunerado por lo menos con 50% de incremento sobre el salario ordinario. Todo trabajo extra deberá ser previamente autorizado por el jefe inmediato superior.

Todos los trabajadores deben observar puntualidad tanto al ingreso como en la salida de sus labores y firmar el control de entradas y salidas a las oficinas de la empresa de conformidad con el reglamento interno.

La jornada efectiva de trabajo se desglosa de la siguiente forma:

Tabla VIII. Desglose de la jornada efectiva de trabajo.

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Horas Trabajadas	9	9	9	9	8	44 Horas

De estas 44 horas se resta la media hora de almuerzo de cada día, dando como resultado 41.5 horas efectivas de trabajo.

2.5.4 Número de estaciones y operarios por estación

Debido a los constantes cambios realizados en el Taller de Reparación y servicio de Refrigua, para poder mantener el ritmo adecuado a la demanda actual del mercado, se encuentra que actualmente las estaciones están operadas por el siguiente número de operarios por estación:

Tabla IX. Número de operarios por estación.

Estación	Número de operarios por estación
Lavado	1 operario
Preparación	1 operario
Pintura	1 operario
Ensamble	2 operarios
Refrigeración	1 operario
Prueba de Refrigeración	1 operario

Continúa	
Electricidad	1 operario
Puertas	1 operario
Prueba Final	1 operario
Calcomanía	1 operario
Empaque	1 operario
TOTAL	10 operarios

2.5.5 Ritmo de producción

El ritmo de producción actual es establecido en base a la demanda actual del mercado que se realiza por lotes de pedidos que equivalen a un promedio semanal de **10 equipos**.

La demanda del mercado varía dependiendo de ciertos factores como: época del año, situación económica actual, situación económica de la empresa.

Figura 7. Ritmo de producción.



Fuente. www.fogel-group.com. Agosto 2005.

Para realizar el balance de líneas se debe calcular lo siguiente:

1. Número de unidades diarias
2. Índice de producción
3. Número total de operarios
4. Número de operarios por operación

5. Tiempo asignado para cada operación
6. Eficiencia real

Estos cálculos se realizan en base a la siguiente tabla, la cual muestra los tiempos del diagrama de operaciones general del inciso 2.3.1.1.

Tabla X. Tiempo estándar de las operaciones.

No.	Operación	Tiempo Estándar (en segundos)
1	Lavado	2880
2	Preparación	78734
3	Pintura	2706
4	Ensamble	17884
5	Refrigeración	4903
6	Prueba de Refrigeración	5646
7	Electricidad	10367
8	Puertas	6382
9	Prueba Final	6069
10	Calcomanía	2268
11	Empaque	2459
	Total	140298

Ahora se debe sacar el número de unidades diarias:

- 10 unidades a la semana por 4 semanas = 40 unidades al mes
- Días trabajados al mes = 24 días trabajados.
- Unidades diarias = 40 unidades al mes / 24 días al mes = 1.66 unidades diarias.
- La jornada promedio es de 8.8 horas al día o 31,680 segundos diarios.

Ahora se saca el índice de producción (IP)

- $IP = \text{Unidades diarias} / \text{tiempo de jornada en segundos}$
- $IP = 1.66 \text{ unidades diarias} / 31,680 \text{ segundos diarios} = 0.0000526$ unidades por segundo.

Ahora procedemos a sacar el número total de operarios (NOT)

- $NOT = ((\Sigma \text{ del tiempo estándar}) (IP)) / \text{Eficiencia}$
- $NOT = ((140,298 \text{ segundos} / \text{unidad}) (0.0000526 \text{ unidades por segundo})) / (0.80)$
- $NOT = 18.08$, se pueden utilizar 18 operarios.

Se calcula el número de operarios por operación (NO), teórico con la siguiente fórmula, al obtener el número se aproxima para tener el número de operarios real, ver los resultados en la tabla XI:

- $NO = (\text{Tiempo estándar de la operación}) ((IP) / (\text{Eficiencia}))$

Tabla XI. Número de operarios por operación

Operación	Fórmula de NO	NO teórico	NO real
1	$NO = 2880 (0.0000526) / (0.80)$	0.189	1
2	$NO = 78734(0.0000526) / (0.80)$	5.17	5
3	$NO = 2706 (0.0000526) / (0.80)$	0.17	1
4	$NO = \mathbf{17884} (0.0000526) / (0.80)$	1.17	1
5	$NO = 4903 (0.0000526) / (0.80)$	0.32	1
6	$NO = 5646 (0.0000526) / (0.80)$	0.37	1
7	$NO = 10367 (0.0000526) / (0.80)$	0.68	1

Continúa

8	NO = 6382 (0.0000526) / (0.80)	0.41	1
9	NO = 6069 (0.0000526) / (0.80)	0.39	1
10	NO = 2268 (0.0000526) / (0.80)	0.15	1
11	NO = 2459 (0.0000526) / (0.80)	0.16	1
	Total de operarios =		15

El siguiente paso es calcular el tiempo asignado para cada operación, también se tiene la siguiente fórmula, ver los resultados en la tabla XII.

- TA = Tiempo estándar de la operación / numero de operarios reales por operación

Tabla XII. Cálculo de tiempo asignado.

Operación	Fórmula de TA	Tiempo Asignado
1	TA = 2880 / 1	5760
2	TA = 78734 / 5	15747
3	TA = 2706 / 1	2706
4	TA = 17884 / 1	17884
5	TA = 4903 / 1	4903
6	TA = 5646 / 1	5646
7	TA = 10367 / 1	10367
8	TA = 6382 / 1	6382
9	TA = 6069 / 1	6069
10	TA = 2268 / 1	2268
11	TA = 2459 / 1	2459

De estos resultados se debe escoger el tiempo asignado más largo, que es en donde se encuentra el cuello de botella, para que ese sea el tiempo estándar asignado de todas las operaciones. El tiempo más largo es el de la operación 4 que es la operación de puertas, y equivale a 17,884 segundos, de aquí que todas las operaciones tendrán este tiempo estándar asignado.

Finalmente se procede a calcular la eficiencia real con la siguiente fórmula:

- Eficiencia Real =
$$\frac{(\text{Tiempo estandar total})}{(\text{No. total de operarios real})(\text{Tiempo estandar asignado})}$$
- Eficiencia Real = $140,298 / (15) (17,884 \text{ seg.}) * 100 \%$
 $= 0.523 * 100\%$
- Eficiencia Real = **52.30%**

La eficiencia real nos refleja un 52.3%, es evidente que puede mejorar la eficiencia, al mejorar el método de trabajo y esto conlleva a que se mejora también el espacio físico con el que actualmente se cuenta.

2.5.6 Análisis de costos

El costeo se refiere al procedimiento de determinar los costos con exactitud antes de la producción. La ventaja de poder predeterminar el costo es obvia. La mayoría de los contratos actuales se firman con base en un "costo firme", que significa que el fabricante debe predeterminar los costos de producción, a fin de establecer un precio firme suficientemente alto para tener una utilidad. Al tener estándares de tiempo en las operaciones de trabajo directo, los fabricantes pueden asignar un precio a los elementos que integran

el costo primario del producto. En general, se piensa que el costo primario es la suma de los costos directos de material y mano de obra.

Los costos son la base de las acciones dentro de una organización. Cuando los costos de procesar una parte se vuelven demasiado altos comparados con los métodos de producción competitiva, debe considerarse hacer algunos cambios. Es invariable que existan distintas alternativas para la manufactura de un diseño funcional, dado que compiten en términos de costos. Por ejemplo, el moldeo compite con la forja, escariar con perforar, moldeo en matriz con moldeo en plástico, el metal pulverizado con destornilladores automáticos, etcétera.

De acuerdo con la tabla II, los datos que se muestran representan el costo de reparación los cuales consisten en materiales, insumos, mano de obra y utilidades para determinar un precio de venta, que dirá que un equipo es reparado la obtener un máximo de \$250.00 y rechazado si pasa del mismo. Cabe mencionar que no todos lo equipos ingresan los mismos ítems para reparar. Un promedio de costo de reparación oscila en los \$150.00, así también el precio de venta es de \$250.00.

Tabla XIII. Análisis de costos.

Método	Unidades Semanales	Costo (Costo Un. * Unidades)	Precio de Venta (PV un. * Unidades)	Utilidad Neta (Venta – Costo)
Actual	10	\$150.00*10 = \$1,500.00	\$250.00*10 = \$2,500.00	\$1,000.00
Mejorado	20	\$150.00* 20 = \$3,000.00	\$250.00*20 = \$5,000.00	\$2,000.00
DIFERENCIA ENTRE MÉTODOS				\$1,000.00

Se puede observar a través del resultado de utilidades entre un método y otro nos refleja que es factible el método mejorado, ya que genera \$1,000.00 de utilidades más que con el método actual.

3. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS

La finalidad de esta propuesta es mejorar las condiciones de trabajo, tanto para los empleados como para la empresa, mejorar el tiempo de respuesta de los servicios que presta el taller y reducir costos. Aunque las mejoras que se proponen tienen un costo de inversión fuera del presupuesto, se mostrará que los ingresos después de la inversión son recuperables.

3.1 Diagrama de procesos

Después de conocer el diagrama actual de procesos se puede observar que existen operaciones que se pueden mejorar ya sea cambiándolas de lugar, cambiando el método de trabajo, comprando nuevo equipo, etc., a continuación se tiene lo que es el diagrama de operaciones de proceso y de flujo de proceso mejorados, los cuales se detallarán y se explicarán cuales son las mejoras realizadas.

3.1.1 Diagrama de operaciones de proceso mejorado

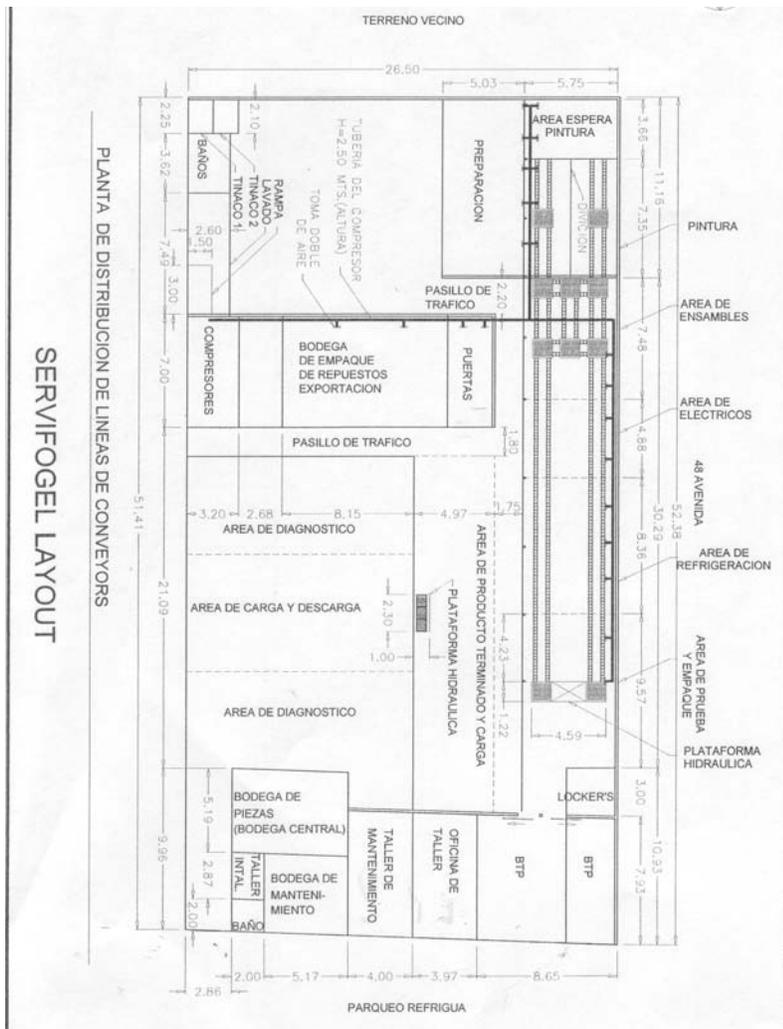
En el diagrama de operaciones de proceso general se ve una reducción en el tiempo de la mayoría de operaciones, la razón por la cual el cambio es evidente es porque se propone comprar herramental adecuado para que el proceso sea más fluctuante. Las mejoras se explican a continuación en las diferentes áreas.

- **Área de lavado:** se unió las operaciones de secado y limpieza en una operación combinada, y se aprovechó mejor el espacio, el tiempo es el mismo.
- **Área de preparación:** la masilla va estar preparada de antemano, solamente a la espera de ser utilizada. Se elimina la operación de limpieza de herramienta porque es un tiempo perdido, esto lo puede hacer el ayudante. Se elimina también cambiar lija, la cual es una operación que no afecta en el proceso. Se redujo el tiempo de quitado de bases de parrillas, pues el operario ahora cuenta con la herramienta adecuada para quitarlas. En las operaciones 13, 14, 15 y 16 del diagrama actual, se encontró una mejor forma de trabajar haciendo de esto una reducción de tiempo.
- **Área de pintura:** la diferencia primordial es que ahora se contará con una cabina de secado que reúne mejores condiciones para la practica de esta operación, ya que actualmente se seca al natural
- **Área de ensamble:** se eliminaron las operaciones de limpieza de tubería, retira tapa contra pintura e instalar de regreso a rieles ya que estas operaciones no se realizan con tanta frecuencia.
- **Área de refrigeración:** se eliminaron las operaciones de colocar en posición y preparar herramientas de soldadura, debido a que se propone una distribución de espacio que permita que todo se encuentre en donde se necesite.

- **Área de prueba de refrigeración:** se propone que se compren nuevos manómetros para que se agilice el tiempo de anotación y verificación de la presión en los equipos.
- **Área de electricidad:** en esta área también se requiere de una mejor distribución del espacio físico y compra de herramienta lo que ayudará a mejorar la forma de trabajar.
- **Área de puertas:** se redujo el tiempo de quitar empaque por la nueva herramienta, y se eliminaron las operaciones de la 10 a la 18 porque son operaciones repetitivas y no tenían razón de ser con una mejor forma dirigida de trabajo.
- **Área de prueba final:** con la compra de nuevos registradores de temperatura se pretende una reducción de tiempo, debido a que estos registradores son más completos para observar el ciclo de prueba de los equipos.
- **Área de calcomanía:** se mejora en la operación de despegar calcomanía ya que en el diagrama actual no se tenía a una persona específica que realizara dicha operación, pero con el cambio de métodos se tiene una persona capacitada para el trabajo de dicha operación, y de la misma manera para colocarla, y eliminar burbujas de aire que dejaba el jabón. De esta manera se logra hacer más productiva el área de calcomanía (por ser operaciones tan repetitivas se estandarizaron).
- **Área de empaque:** en esta área no tiene mejoras, ya que el método que se utiliza es eficiente.

Para dar una mejor idea al lector de cual fue la distribución del espacio físico se muestra a continuación el plano de cómo debería estar distribuido el taller de servicios y repuestos.

Figura 8. Plano de distribución física de la propuesta para el taller de servicio.



3.1.1.1 General mejorado

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/3
TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO

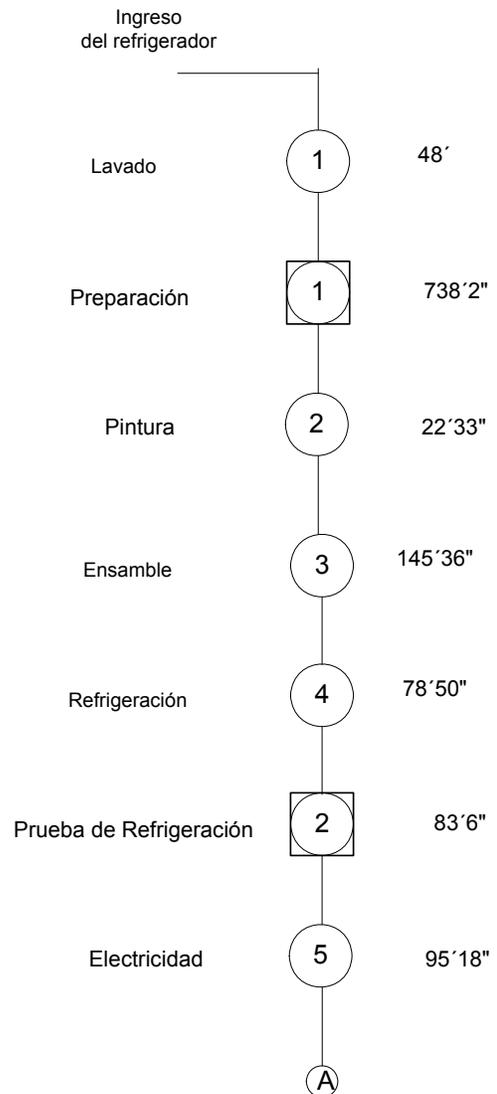


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 2/3
TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO

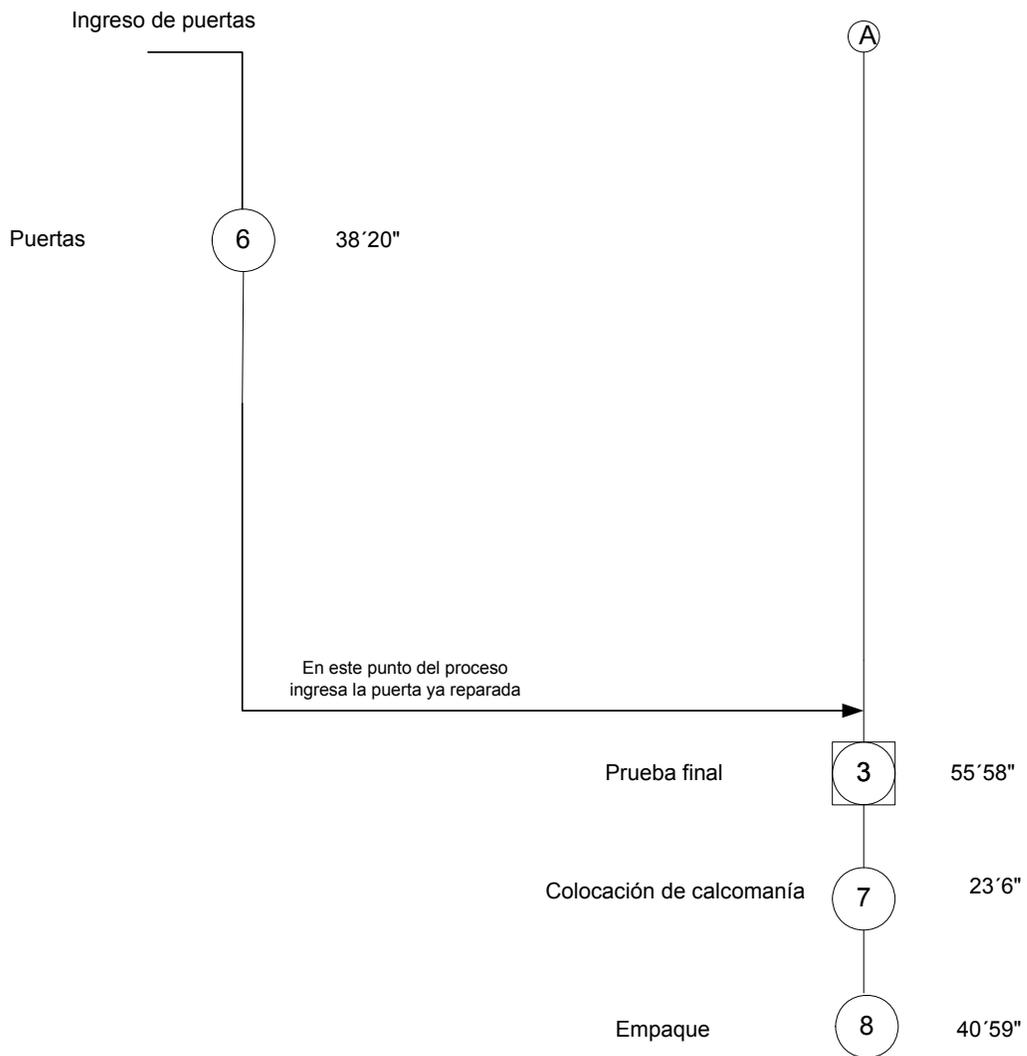


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 3/3

TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

PRODUCTO: CÁMARA VR-17

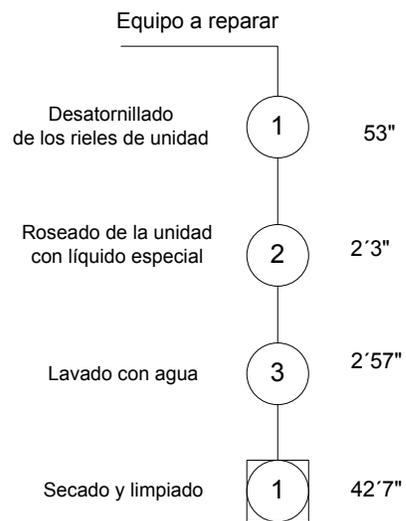
RESUMEN DE DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	492 min 42 seg	8
	876 min 6 seg	3
Total	1368 min 48 seg	11

= 22.8 horas

3.1.1.2 Por estación de trabajo mejorado

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "FOGEL.S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: LAVADO	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	5 min 53 seg	5
◻○	42 min 7 seg	1
<hr/>		
	48 min	5

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

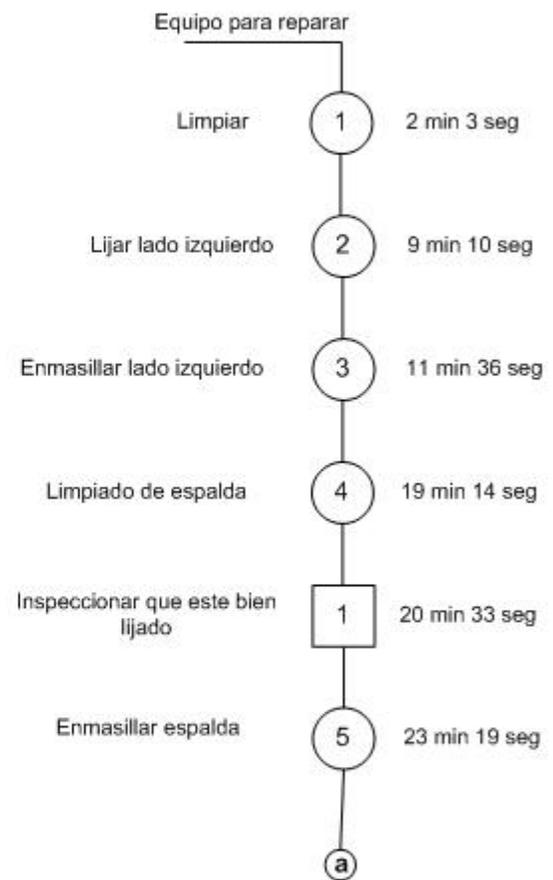


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

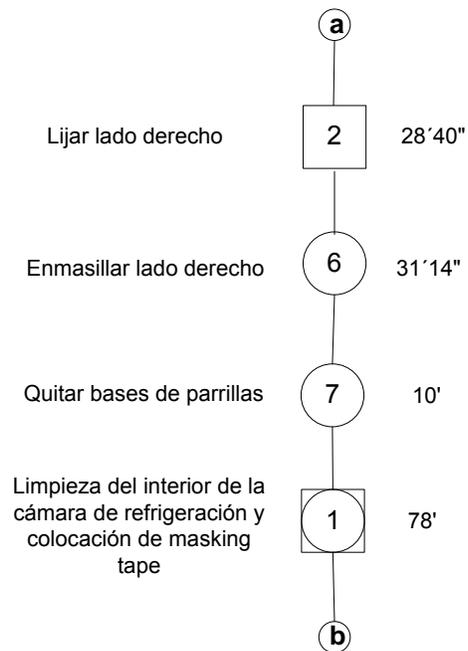


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 3/4

DEPTO.: PREPARACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

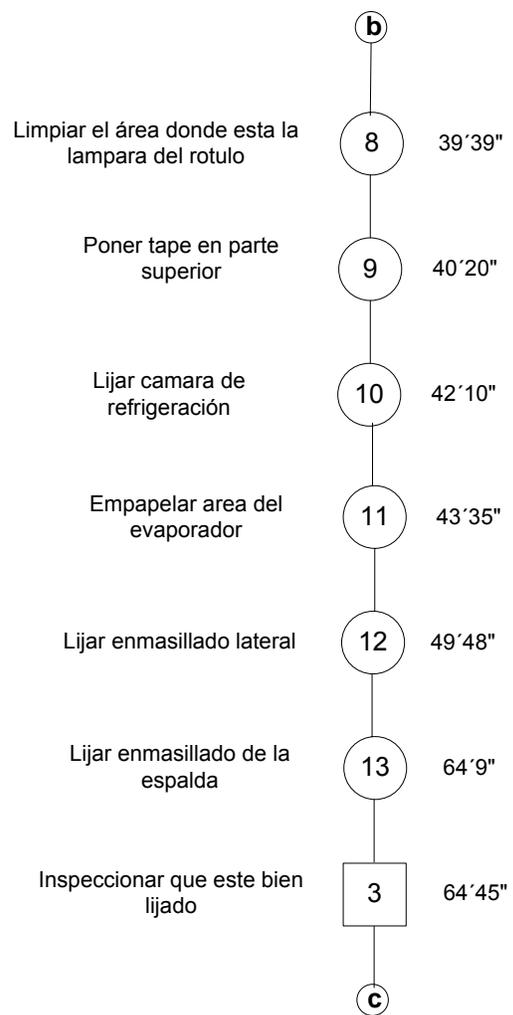
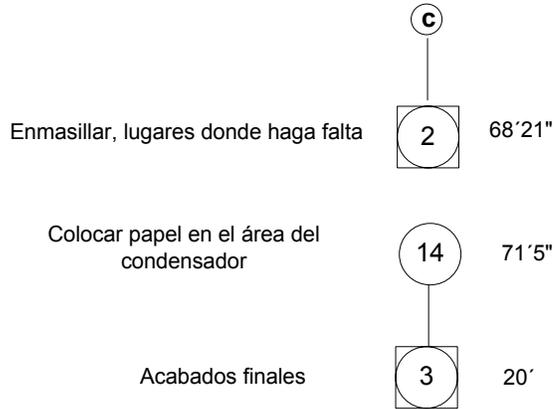


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 4/4
DEPTO.: PREPARACIÓN	FECHA: 15/05/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	457 min 43 seg	14
	113 min 58 seg	3
	166 min 21 seg	3
738 min 2 seg		24

= 12.3 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

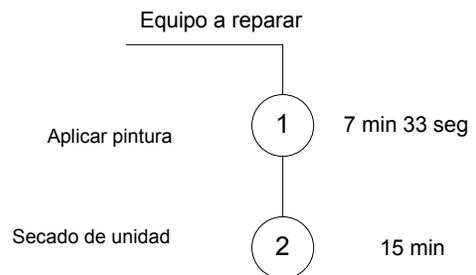
HOJA: 1/1

DEPTO.: PINTURA

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	22 min 33 seg	2
□	_____	0
	22 min 33 seg	2

= 0.37 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

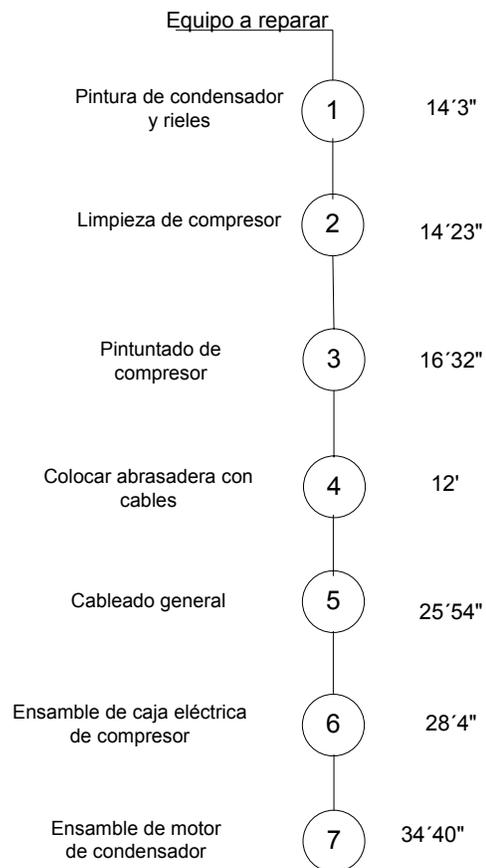


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
-----------	--------	----------------------



145 min 36 seg

7



0

0

145 min 36 seg

7

= 2.417 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: REFRIGERACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

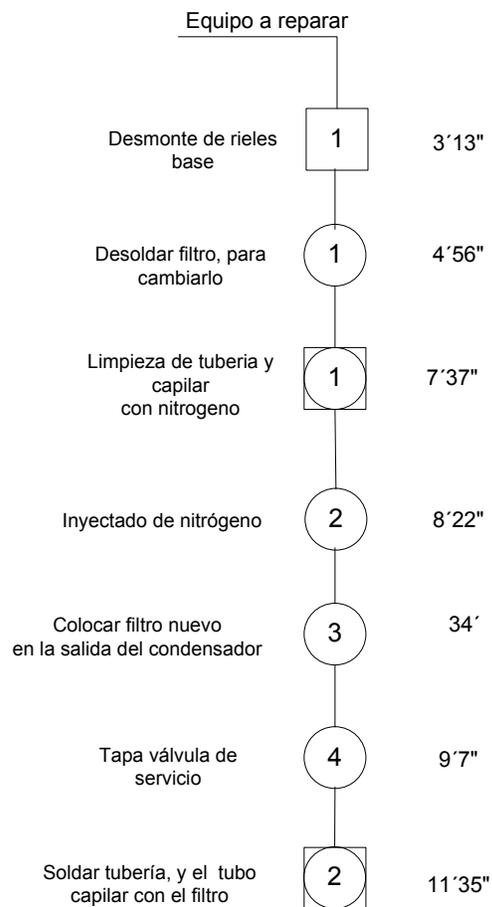


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: REFRIGERACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	56 min 25 seg	4
	19 min 12 seg	2
	3 min 13 seg	1
	<hr/>	
	78 min 50 seg	7

= 1.3 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

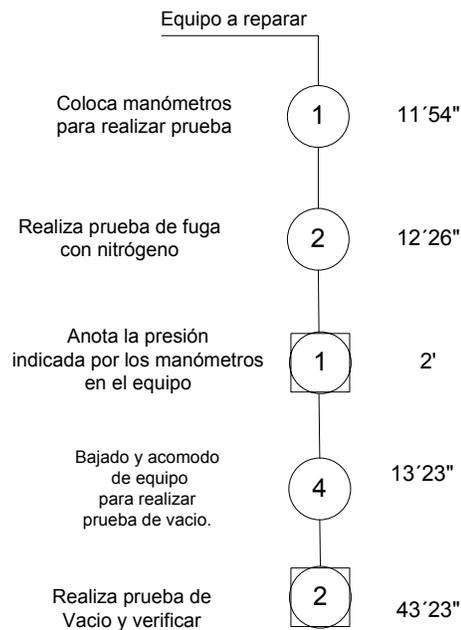
HOJA: 1/1

DEPTO.: PRUEBA DE REFRIGERACIÓN

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	
	37 min 43 seg	3	
	45 min 23 seg	2	
	0	0	
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	5	= 1.38 horas
	83 min 6 seg		

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

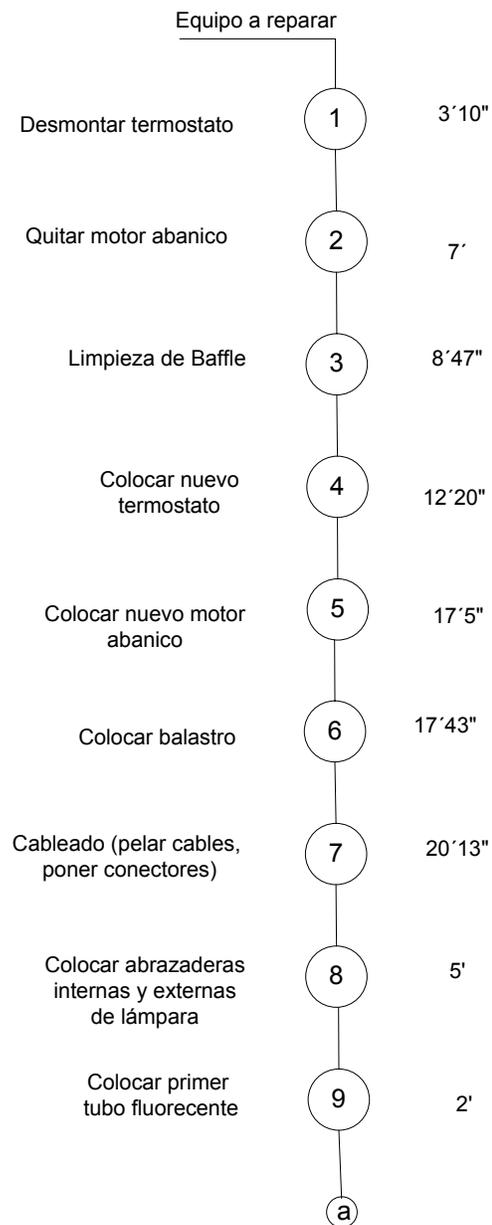
HOJA: 1/2

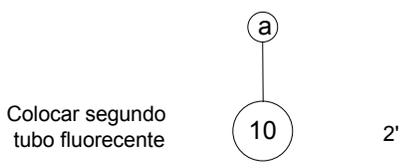
DEPTO.: ELECTRICIDAD

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO





Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	95 min 18 seg	10
□	0	0
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>		
95 min 18 seg		10

= 1.58 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

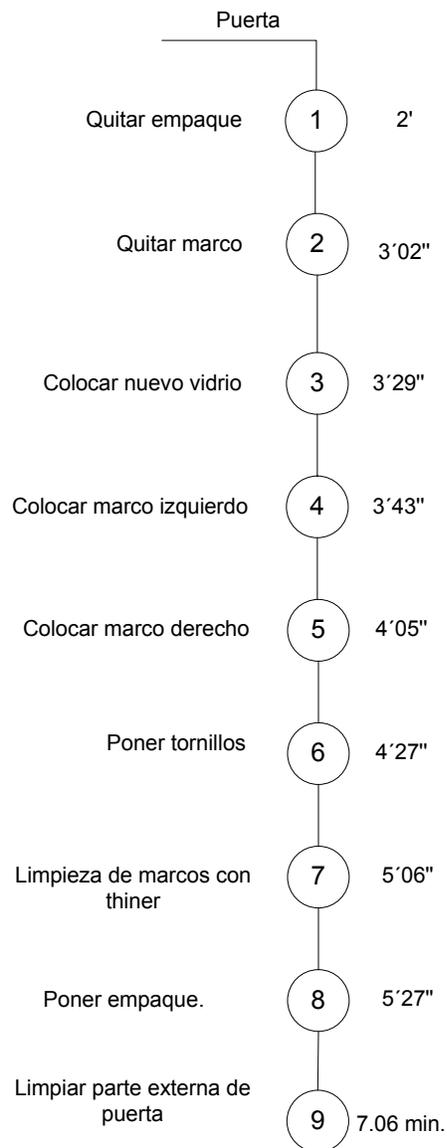


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/05/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

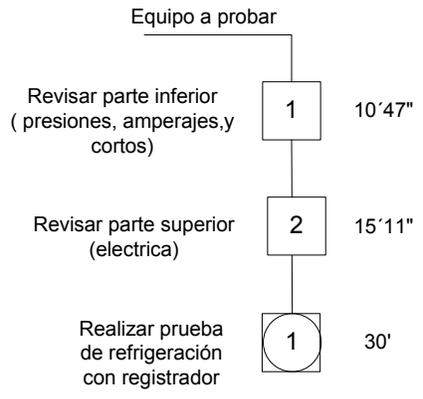
MÉTODO: MEJORADO

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	38 min 20 seg	9
	0	0
	<hr/>	
	38 min 20 seg	9

= 0.63 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PRUEBA	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	30 min	1
	25 min 58 seg	2
		3
55 min 58 seg		3

= 0.92 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: CALCOMANÍA

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

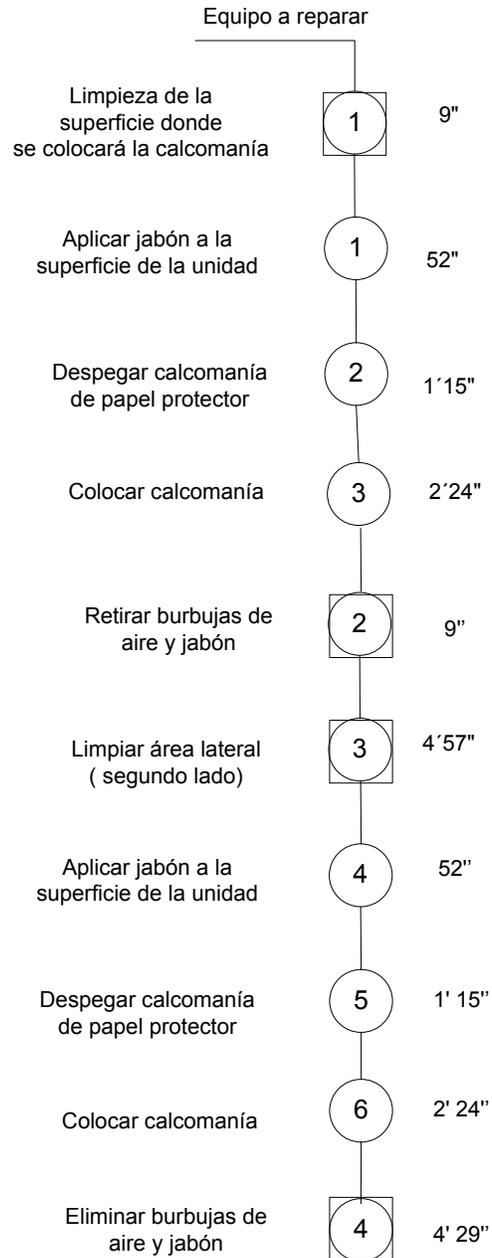


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA .S.A."

HOJA: 2/2

DEPTO.: CALCOMANÍA

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

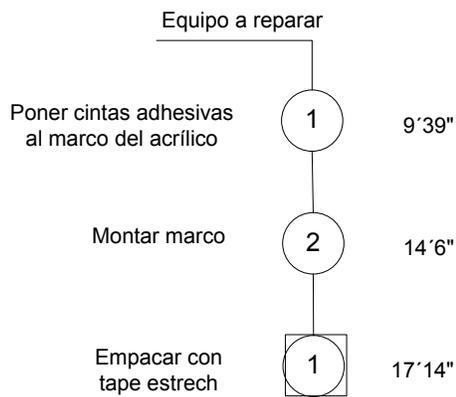
MÉTODO: MEJORADO

Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
	9 min 02 seg	6
	14 min 4 seg	4
<hr/>		
	23 min 6 seg	10

= 0.3 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: EMPAQUE	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso		
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos
○	23 min 45 seg	3
◻	17 min 14 seg	0
<hr/> 40 min 59 seg		= 0.68 horas

3.1.2 Diagrama de Flujo de Proceso mejorado

En el diagrama general se puede observar que todos los transportes se mejoraron de forma considerable ya que en el diagrama de flujo actual todo se realiza de forma desordenada, teniendo una distribución de punto fijo, ahora bien en el diagrama de flujo mejorado se cuenta con una distribución en línea, se cuenta con transportadores, para que no exista tanta fatiga por parte de los operarios ya que ahora no se arrastran los equipos sino que son llevados en estos transportadores en una forma más fácil y rápida.

En los diagramas por estaciones se tienen las siguientes mejoras.

- **Lavado:** se unen dos operaciones que ayudan a que se agilice el proceso para no contar con un diagrama de flujo tan extenso en el traslado, como ya se dijo, se tiene un proceso en línea y no tan desordenado como el actual.
- **Preparación:** se acorta el tiempo de preparado de masilla, se eliminan también limpieza de herramientas de enmasillado ya que no es necesario.
- **Pintura:** se reduce el tiempo de secado de unidad y se reduce el tiempo de traslado al área de ensamble.
- **Ensamble:** se eliminaron las operaciones de limpieza de tubería y retira tapa contra pintura, y se redujo el tiempo de colocar abrasadera con cables.

- **Refrigeración:** se eliminaron las operaciones de colocar en posición y preparar herramientas de soldadura, se agrega una inspección en la operación de limpieza de tubería y capilar con nitrógeno.
- **Prueba de refrigeración:** se reduce el tiempo de anotar la presión indicada por los manómetros en el equipo y el tiempo de traslado de unidad al área de electricidad.
- **Electricidad:** se reduce el tiempo en la operación de colocar abrazaderas internas y externas, en colocar primer y segundo tubo fluorescente y en el traslado de electricidad al área de puertas.
- **Puertas:** como se explicó en el diagrama de operaciones, se eliminan operaciones que son muy repetitivas, así también el tiempo de transporte en llevar puerta.
- **Prueba final:** reducción de tiempo en realizar prueba de refrigeración y en el transporte de prueba a calcomanía.
- **Calcomanía:** reducción de tiempo en la limpieza de la superficie donde se colocará la calcomanía, en retirar burbujas de aire y jabón, en limpiar área lateral, en despegar calcomanía de papel protector, en colocar calcomanía y en el transporte del equipo al área de empaque.
- **Empaque:** no existe ninguna mejora.

Véanse ahora los diagramas general y por estaciones.

3.1.2.1 General mejorado

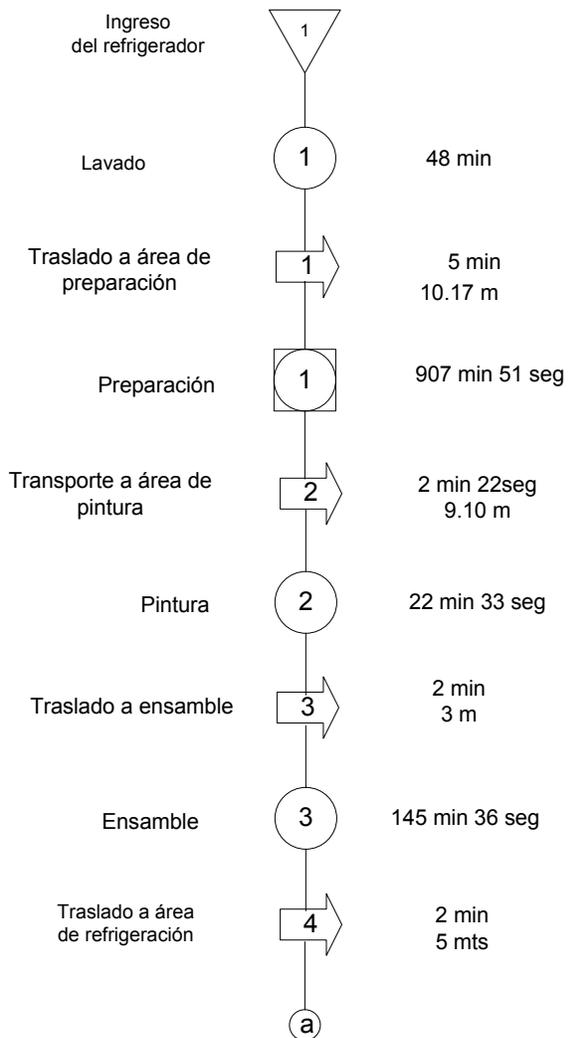
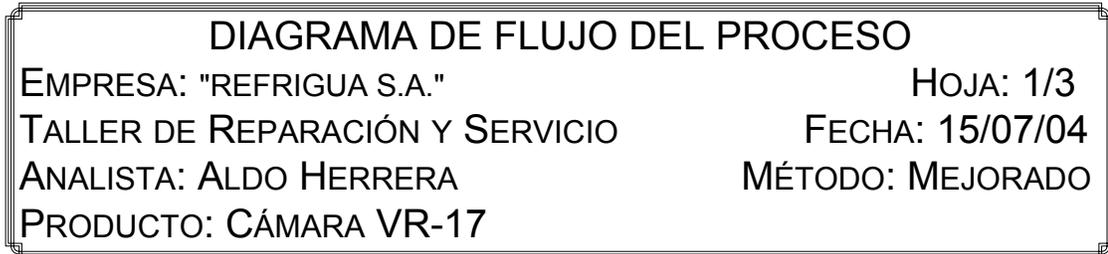


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 2/3

TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

PRODUCTO: CÁMARA VR-17

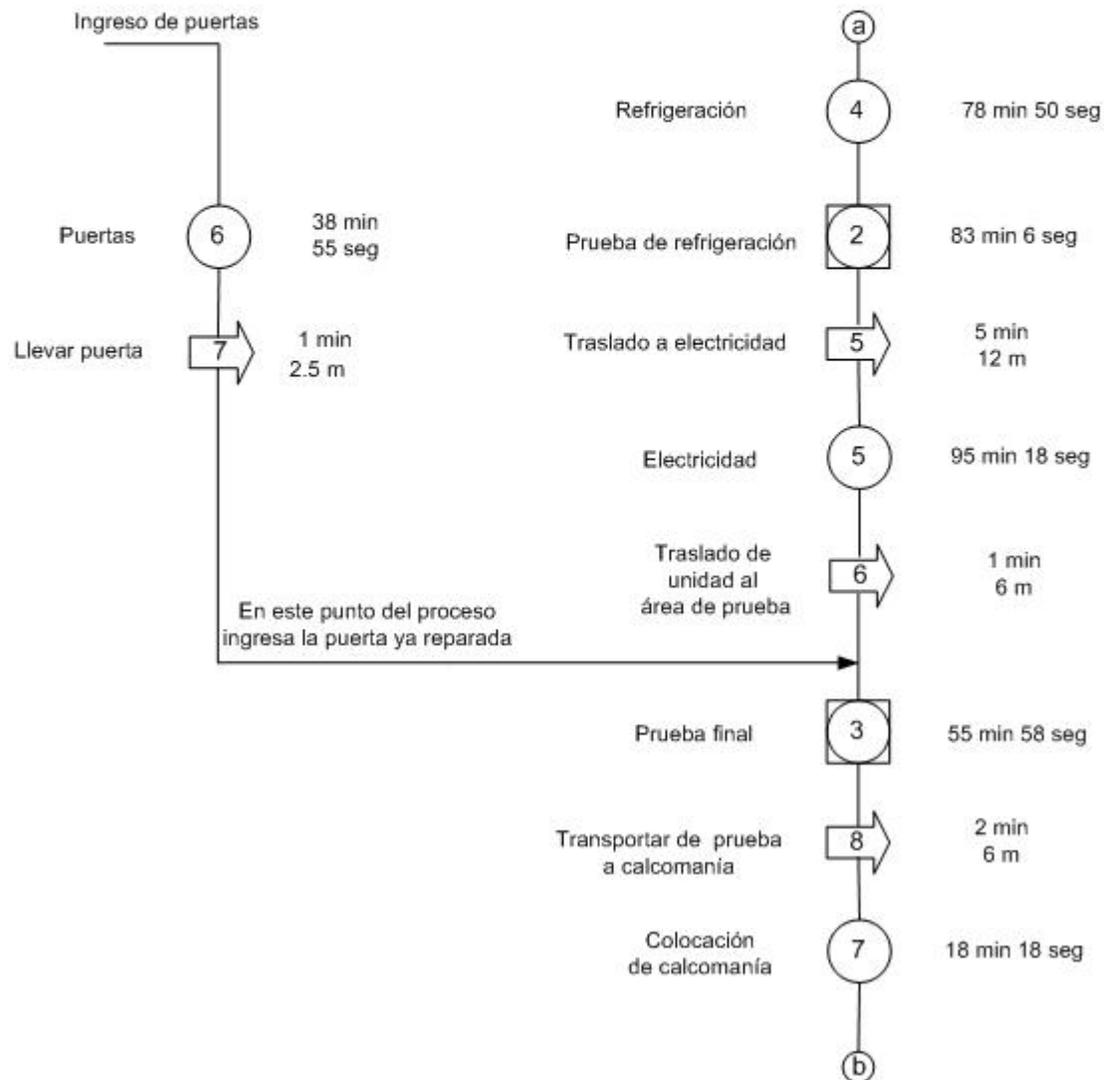
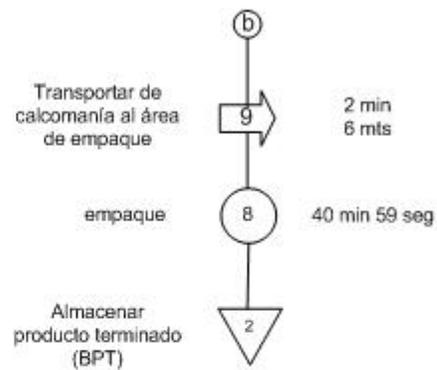


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 3/3
TALLER DE REPARACIÓN Y SERVICIO	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO
PRODUCTO: CÁMARA VR-17	



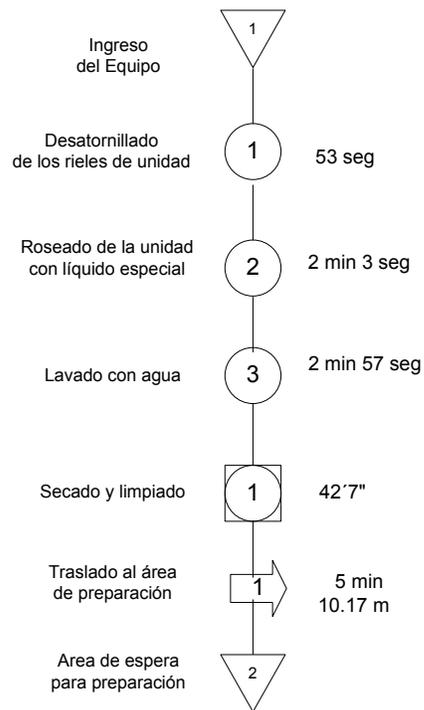
Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de simbolos	Distancia (m)
○	488 min 29 seg	8	
◻	1041 min 55 seg	3	
➡	22 min 22 seg	9	59.77
▽	0	2	
Total	1552 min 46 seg	22	59.77

= 25.9 horas

El resumen nos muestra un tiempo total de 25.9 horas, equivalente a 3.23 días.

3.1.2.2 Por estación de trabajo mejorado

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: LAVADO	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	5 min 53 seg	3	
□	42 min 7 seg	1	
→	5 min	1	10.17
▽	0	2	
Total	53 min	7	10.17

= 0.89 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: PREPARACIÓN
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/4
FECHA: 15/07/04
MÉTODO: MEJORADO

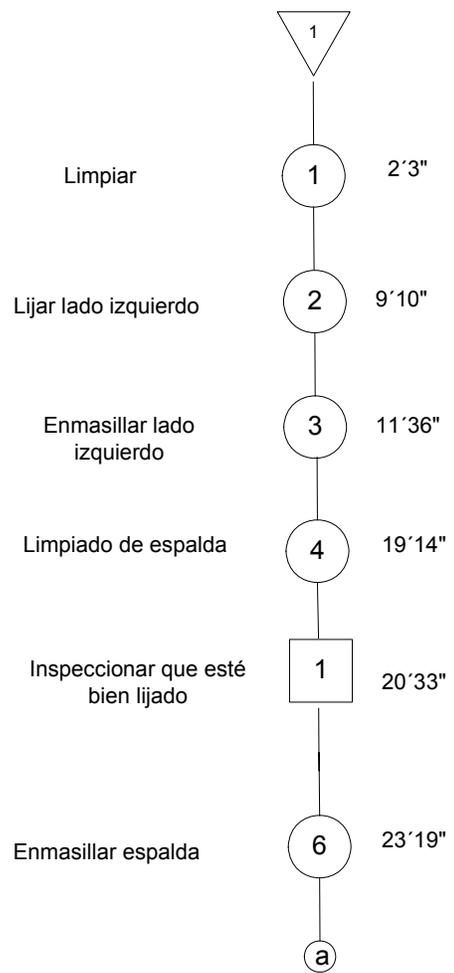


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."

DEPTO.: PREPARACIÓN

ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 2/4

FECHA: 15/07/04

MÉTODO: MEJORADO

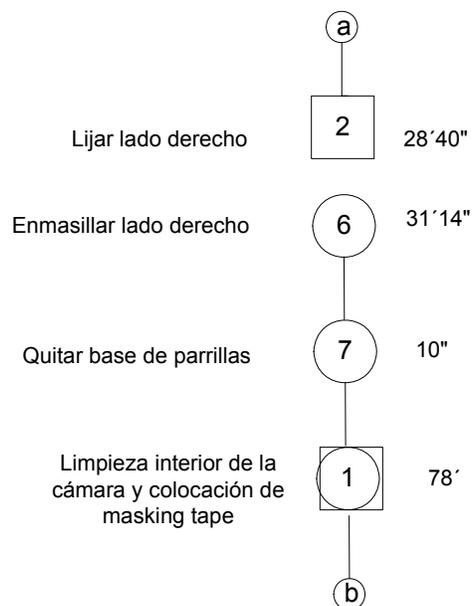


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "FOGEL.S.A."
DEPTO.: PREPARACIÓN
ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 3/4
FECHA: 15/07/04
MÉTODO: MEJORADO

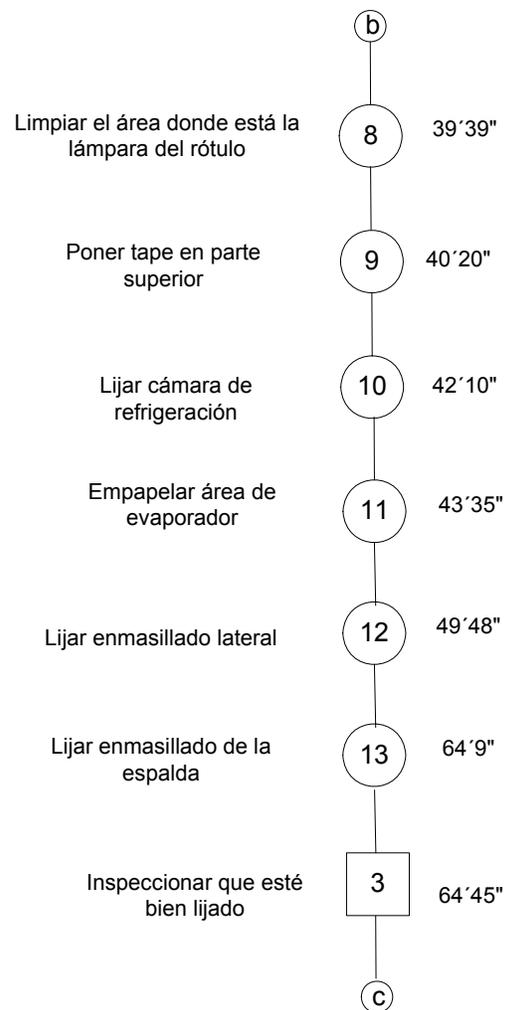
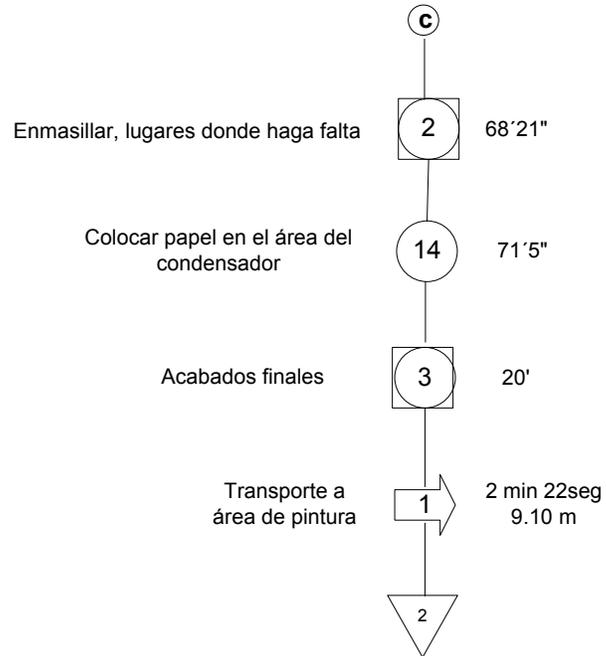


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: PREPARACIÓN
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 4/4
 FECHA: 15/07/04
 MÉTODO: MEJORADO

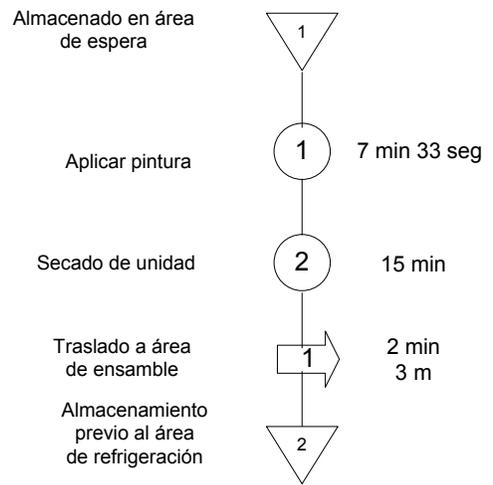


Resumen del Diagrama de Flujo del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia
	453 min 32 seg	14	
			
	113 min 58 seg	3	
	166 min 21 seg	3	
	2 min 22 seg	1	9.10
	0	2	
<hr/>			
	736 min 3 seg	28	9.10

= 12.26 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	
EMPRESA: "REFRIGUA S.A."	HOJA: 1/1
DEPTO.: PINTURA	FECHA: 15/07/04
ANALISTA: ALDO HERRERA	MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso			
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
○	22 min 33 seg	2	
◻		0	
➡	2 min	1	3
▽	0	2	
Total	24 min 33 seg	5	3

= 0.4 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

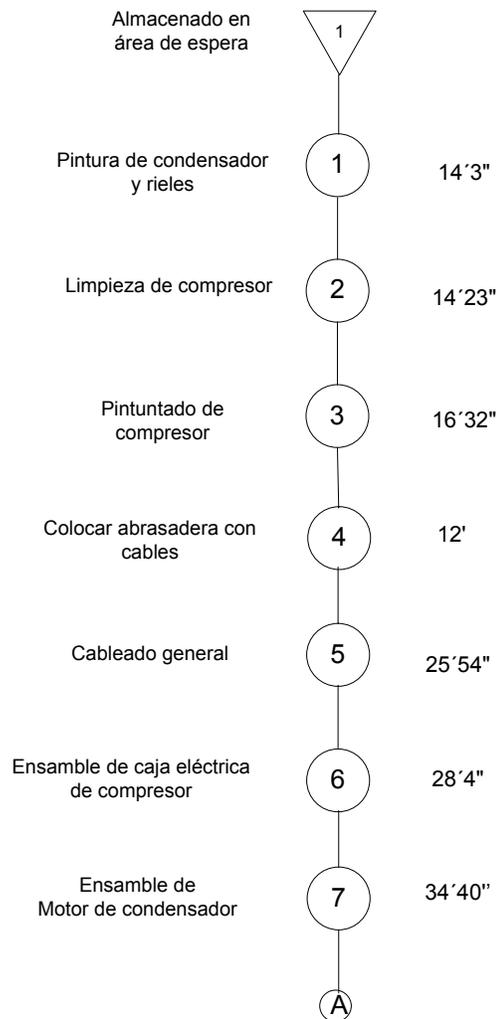


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

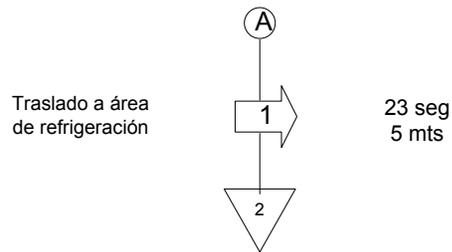
HOJA: 2/2

DEPTO.: ENSAMBLE

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)	
○	145 min 36 seg	7		
◻		0		
→	23 seg	1	5	
▽	0	2		
Total	145 min 59 seg	10	5	= 2.43 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: REFRIGERACIÓN
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1
 FECHA: 15/07/04
 MÉTODO: MEJORADO

Resumen del Diagrama de FLUJO del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia
○	56 min 25 seg	4	
□	3 min 13 seg	1	
◻	19 min 12 seg	2	
▽	0	2	
78 min 50 seg		9	= 1.36 horas

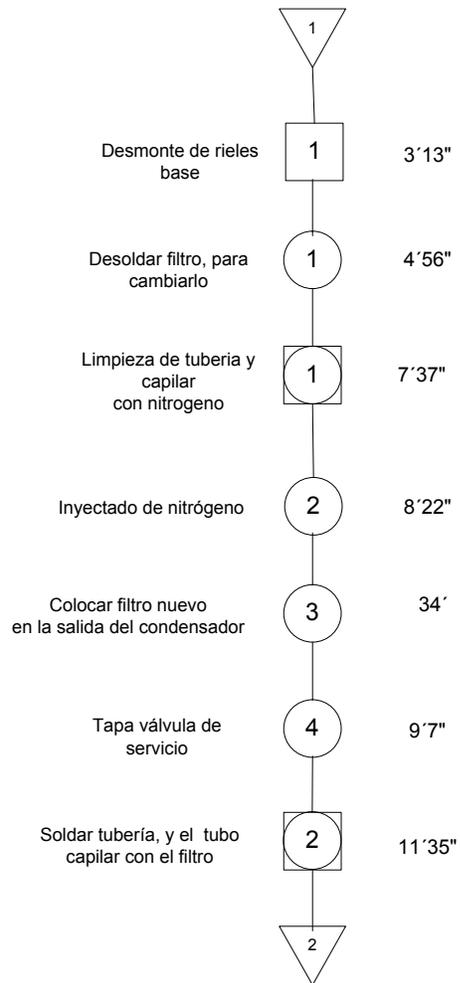
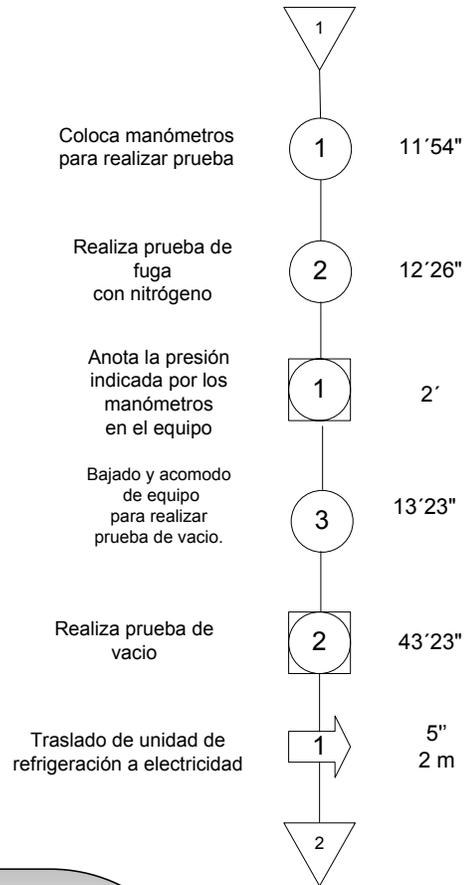


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: PRUEBA DE REFRIGERACIÓN
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1
 FECHA: 15/05/04
 MÉTODO: ACTUAL



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)	
○	37 min 43 seg	5		
◻	42 min 23 seg	0		
➡	5 seg	1	2	
▽	0	2		
Total	80 min 11 seg	8	2	= 1.56 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: ELECTRICIDAD

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

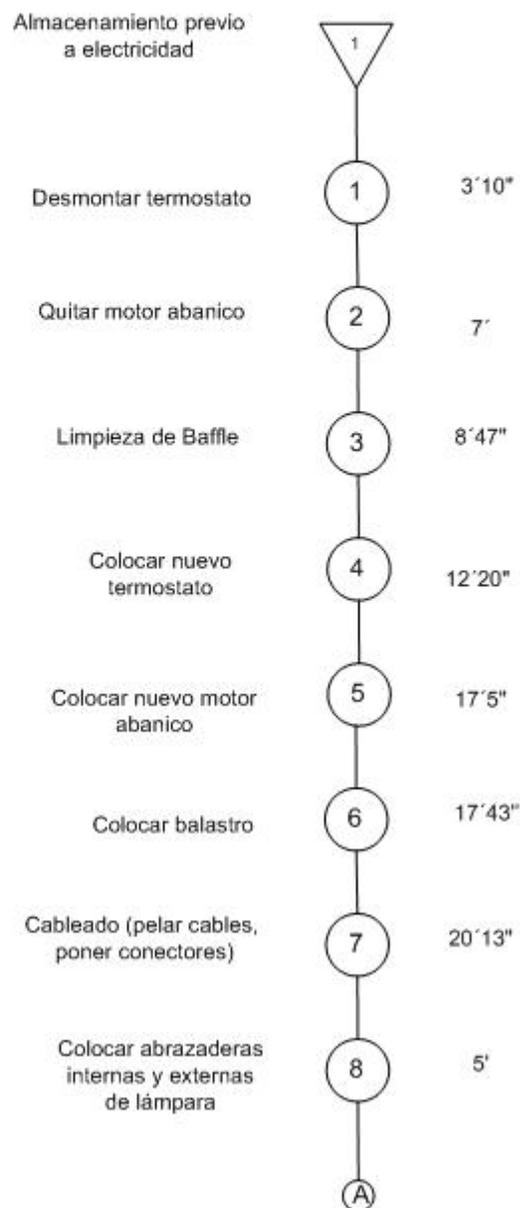
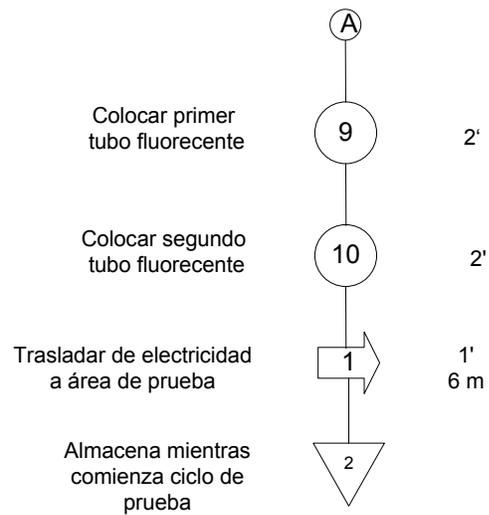


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: ELECTRICIDAD
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 2/2
 FECHA: 15/07/04
 MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)	
○	95 min 18 seg	10		
□		0		
→	1 min	1	6	
▽	0	2		
Total	96 min 18 seg	13	6	= 1.6 horas

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

HOJA: 1/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO

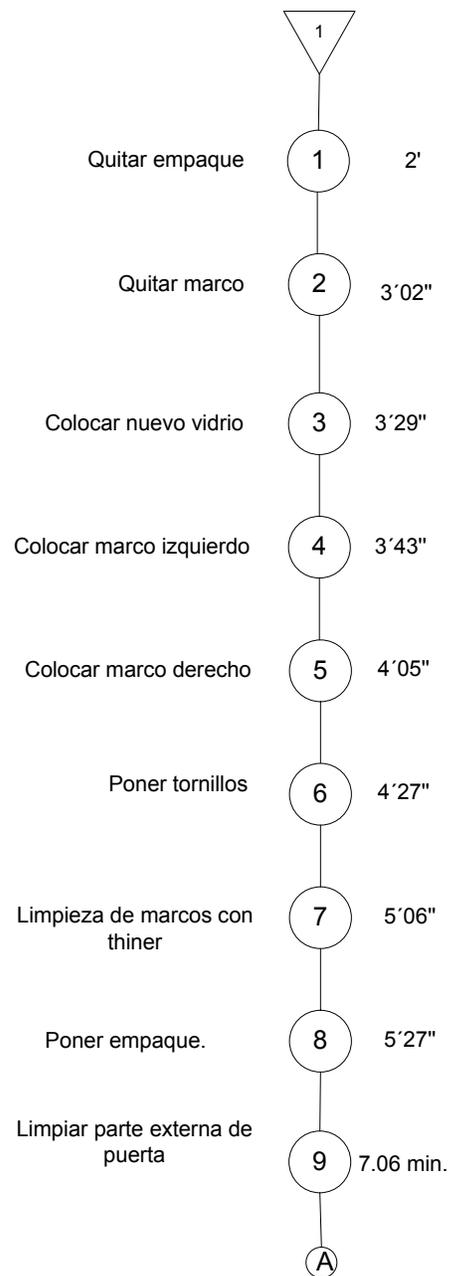


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

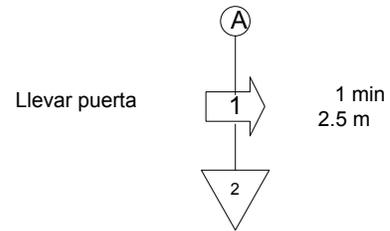
HOJA: 2/2

DEPTO.: PUERTAS

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia	
	38 min 55 seg	9		
	0	0		
	1 min	1	2.5 metros	
	0	2		
	39 min 55 seg	12	2.5 metros	= 0.67 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

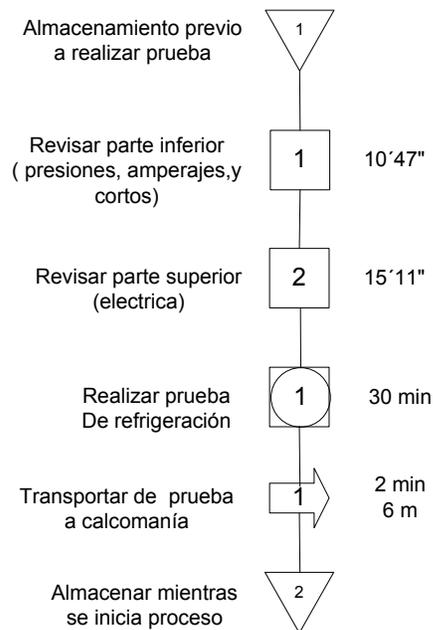
HOJA: 1/1

DEPTO.: PRUEBA FINAL

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)	
	30 min	1		
	25 min 58 seg	2		
	2 min	1	6	
	0	2		
Total	57 min 58 seg	6	6	= 0.96 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: CALCOMANÍA
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/2
 FECHA: 15/07/04
 MÉTODO: MEJORADO

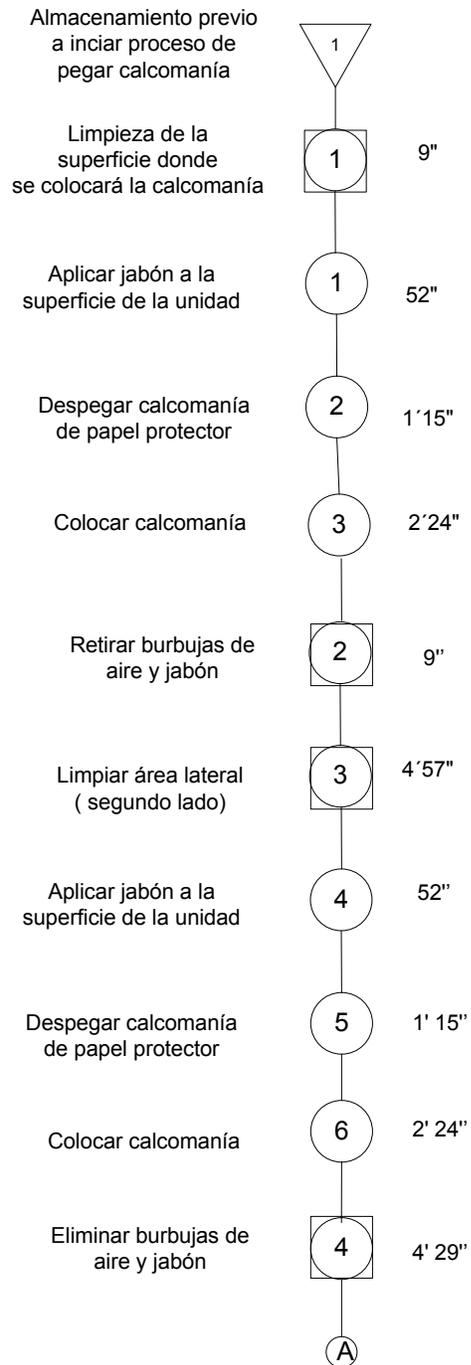


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."

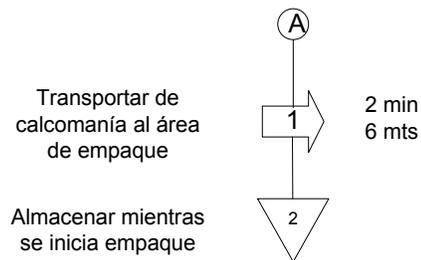
HOJA: 2/2

DEPTO.: CALCOMANÍA

FECHA: 15/07/04

ANALISTA: ALDO HERRERA

MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

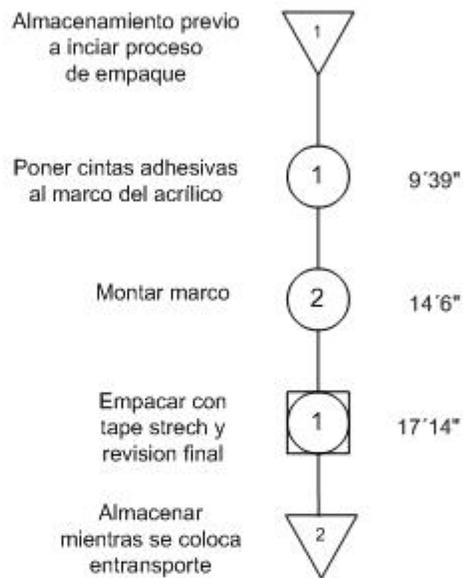
Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	9 min 02 seg	6	
	9 min 16 seg	4	
	2 min	2	6
	0	2	
Total	20 min 18 seg	14	6 m

= 0.33 horas

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EMPRESA: "REFRIGUA S.A."
 DEPTO.: EMPAQUE
 ANALISTA: ALDO HERRERA

HOJA: 1/1
 FECHA: 15/07/04
 MÉTODO: MEJORADO



Resumen de Diagrama de Flujo de Proceso

Actividad	Tiempo	Cantidad de símbolos	Distancia (m)
	23 min 45 seg	2	
	17 min 14 seg	1	
	0	0	0
	0	2	
Total	40 min 59 seg	5	0

3.2 Balance de Líneas mejorado

Para realizar el nuevo balance de líneas se tiene en consideración las mejoras que se realizaron y son evidentes en los diagramas de proceso. Véase entonces las siguientes tablas con los datos de las dos áreas que se están estudiando, que son ensamble y puertas, para calcular el balance de líneas.

Tabla XIV. Tiempo estándar mejorado de las estaciones.

No.	Estación	Tiempo Estándar (en segundos)
1	Lavado	2880
2	Preparación	44282
3	Pintura	1353
4	Ensamble	8736
5	Refrigeración	4730
6	Prueba de Refrigeración	4986
7	Electricidad	5718
8	Puertas	2300
9	Prueba Final	3358
10	Calcomanía	1386
11	Empaque	2459
	Total	82,188

3.2.1 Número de estaciones y operarios por estación

Antes de obtener el número de operarios, primero se va a calcular el índice de producción (IP), se sabe que se hacen 20 unidades a la semana, que se laboran 24 días, por ende se entiende que se realizan 3.33 unidades diarias, se sabe también que se tiene un tiempo disponible de 31,680 segundos diarios.

- $IP = \text{Unidades diarias} / \text{tiempo de jornada en segundos}$
- $IP = 3.33 \text{ unidades diarias} / 31,680 \text{ segundos diarios} = 0.000105$ unidades por segundo.

Con el IP calculado (véase página 93), y que corresponde a 0.0001473, se obtendrá el número total de operarios por operación con la fórmula que se encuentra también en la página 93. Los resultados de dichos cálculos están en la tabla XIII.

Tabla XV. Nuevo número de operarios por operación

Operación	Fórmula de NO	NO teórico	NO real
1	$NO = 2880 (0.000105) / (0.80)$	0.378	1
2	$NO = 44282(0.000105) / (0.80)$	5.824	6
3	$NO = 1353 (0.000105) / (0.80)$	0.177	1
4	$NO = \mathbf{8736} (0.000105) / (0.80)$	0.574	1
5	$NO = 4730 (0.000105) / (0.80)$	0.311	1
6	$NO = 4986 (0.000105) / (0.80)$	0.327	1
7	$NO = 5718 (0.000105) / (0.80)$	0.376	1
8	$NO = \mathbf{2300} (0.000105) / (0.80)$	0.151	1
9	$NO = 3358 (0.000105) / (0.80)$	0.22	1
10	$NO = 1386 (0.000105) / (0.80)$	0.09	1
11	$NO = 2459 (0.000105) / (0.80)$	0.16	1
	Total de operarios =		16

3.2.2 Eficiencia mejorada

La eficiencia real se calcula por medio de la siguiente fórmula:

- Eficiencia Real =
$$\frac{(\text{Tiempo estandar total})}{(\text{No. total de operarios real})(\text{Tiempo estandar asignado})}$$

Antes de calcular la eficiencia mejorada, se necesita obtener primero el índice de producción, el número total de operario reales, el tiempo estándar asignado, el procedimiento para encontrar ambas se encuentra en la página 95, los resultados son los que se muestran a continuación.

Tabla XVI. Nuevo cálculo de tiempo asignado.

Operación	Fórmula de TA	Tiempo Asignado
1	TA = 2880 / 1	5760
2	TA = 44282/ 8	7380
3	TA = 1353 / 1	1353
4	TA = 8736/ 2	8736
5	TA = 4730 / 1	4730
6	TA = 4986/ 1	4986
7	TA = 5718 / 1	5718
8	TA = 2300/ 1	2300
9	TA = 3358 / 1	3358
10	TA = 1386 / 1	1386
11	TA = 2459 / 1	2459

El nuevo tiempo asignado según la tabla XVI es de 8,736 segundos, lo que corresponde a la operación más lenta que es la número 4, el área de ensamble. En comparación con el balance de líneas actual, la estación más lenta sigue siendo ensamble.

Con estos datos se procede a obtener la eficiencia real.

- Eficiencia Real = $82,188 \text{ seg.} / (16) (8,736 \text{ seg.}) * 100 \%$
 $= 0.588 * 100\%$
- Eficiencia Real = **58.80%**

Se puede observar que aumentó la eficiencia, ya que la **eficiencia actual es de 52.3% y la mejorada es de 58.8%, con una diferencia de 6.5%.**

3.2.3 Solución a problemas ocasionados por la eficiencia actual

Después de haber balanceado la línea con las mejoras propuestas se observa que se necesita un operario más, lo cual nos genera un costo mayor en cuanto a salario, pero es justificable ya que se están haciendo **10 equipos más** que con el método actual, lo cual indica que se están logrando las metas de producción y además se están duplicando, generando que las ganancias sean mayores. También se ve que aumenta la eficiencia de la línea es mayor.

3.2.4 Ritmo de producción mejorado

El ritmo de producción se calcula con el número de unidades producidas y el número de días trabajados.

Días trabajados: 24 días , unidades por semana: 20, número de semanas : 4

El ritmo de producción se calcula así:

$$\begin{aligned} \text{RP} &= (\text{unidades por semana} * \text{semanas}) / \text{días trabajados} \\ &= (20 * 4) / 24 \\ &= 3.33 \text{ unidades diarias.} \end{aligned}$$

4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS

En este capítulo encontraremos la forma en que se dará la aplicación del nuevo método en donde nos podremos dar cuenta de los beneficios del mismo y de cómo podemos hacer más eficiente la línea de producción al lograr la reducción de tiempos y el mejor aprovechamiento del espacio físico.

4.1. Plan de acción

A nivel general se realizaron diferentes estudios, para el mantenimiento y reparación de los refrigeradores VR-17; para los cuales en cada área se pudo detectar que se realizaran algunas acciones que de una u otra manera afectan el nivel de eficiencia.

En los estudios realizados como DOP, DFP y estudio de tiempos, se pudo observar que en el departamento de preparación el operario realiza repetidas veces la preparación de masilla y limpieza de la unidad, lo cual únicamente le representa una pérdida de tiempo.

En cuanto al área de refrigeración, debido a la incomodidad que le representa el mobiliario al realizar las operaciones de soldadura, el mismo trabaja en la parte frontal de la unidad y necesita desplazarse caminando a la parte posterior de la misma, por lo que se denota una pérdida de tiempo y un incremento en la fatiga del operario.

Referente al área de ensamble, se observó que el operario realiza movimientos innecesarios, principalmente sostener, ya que el operario al

trabajar la parte izquierda de la unidad sostiene con la mano derecha, y al trabajar con la mano derecha sostiene con la izquierda. Así las condiciones ergonómicas bajo las cuales desempeña son deficientes ya que la diferencia entre las alturas del área de trabajo y el ángulo de visión de la persona van totalmente en contra de los principios ergonómicos; obligando a adoptar posturas inadecuadas que pueden incurrir a corto plazo en fatiga y a largo plazo en enfermedades ocupacionales.

En el área de electricidad el mayor problema que se posee es que el lugar asignado para esta área no siempre es utilizado, sino que muchas veces los operarios deben desplazarse fuera de este para ir a realizar su trabajo y así mismo estos no poseen un cinturón o bolsa manual que les permita depositar todas sus herramientas y muchas veces necesitan desplazarse más de una vez por no llevar toda la herramienta.

La distribución de herramental en el área de puertas no se encuentra ubicada en un área específica, sino que se encuentra distribuida alrededor del operario por lo que necesita desplazarse y buscar fuera del área de trabajo, así mismo la ubicación y colocación de las puertas ya reparadas corren peligro al estar recostadas únicamente contra la pared, pudiendo ser inestables en el momento de tener algún contacto.

4.2. Poner en práctica las soluciones, supervisando la ejecución de las acciones contempladas dentro del plan de acción

Se describe a continuación los pasos a seguir dentro de cada área.

- **Área de preparación**
 - **Paso 1:** explicar a los trabajadores acerca de la pérdida de tiempo que representa el realizar repetidas veces lo misma acción, así pudiéndolo instruir para realizar el mínimo de veces esta acción y así elevar su eficiencia.
 - **Paso 2:** experimentar, elaborando una mayor cantidad de masilla para no perder tiempo realizando varias veces el mismo proceso.

- **Área de refrigeración**
 - **Paso 1:** realizar un estudio económico para notar si es posible la implementación de una base giratoria la cual evitaría pérdidas de tiempo en recorridos innecesarios.

- **Área de ensamble**
 - **Paso 1:** ya que uno de los objetivos del estudio es eliminar las acciones innecesarias, se debe estudiar la manera de eliminar el sostener a través de una modificación en el plano de trabajo.
 - **Paso 2:** debido a la incomodidad que se posee al trabajar en esta área se tiene planeado la construcción de una fosa, la cual permitirá a los trabajadores mejorar sus condiciones ergonómicas y evitar cansancio y enfermedades ocupacionales.

- **Área de electricidad**

- **Paso 1:** proporcionar a cada uno de los trabajadores un cincho que sea capaz de guardar las herramientas necesarias para el desempeño del trabajo, así como los materiales que por ser tan pequeños requieren de un espacio específico para evitar la búsqueda y selección de los mismos.
- **Paso 2:** instruir a los trabajadores acerca de la pérdida de tiempo que represente el tener que desplazarse hacia otros lugares a desempeñar su trabajo, de esta manera evitando la resistencia al cambio.

- **Área de puertas**

- **Paso 1:** en el área de puertas se pretende implementar una mesa adicional, la cual tenga las dimensiones necesarias para poder tener ubicada las herramientas necesarias para poder trabajar las puertas.
- **Paso 2:** es necesaria la implementación de un sistema de sujeción para la colocación de las puertas terminadas, y así de esta manera poder evitar accidentes por el deslizamiento de alguna puerta.

4.3. Evaluación de resultados

Para las sugerencias de las implementaciones proporcionadas se realizaron observaciones para detectar las necesidades de los trabajadores, de acuerdo a estas se plantearon sistemas que no presenten interrupciones ni incomodidades en el desempeño del trabajo.

Se pudo percibir como primer consecuencia a razón de los cambios sugeridos, cierta resistencia al cambio, comprobando así que todo cambio realizado necesita un tiempo prudente para la adaptación y asimilación de los cambios.

4.4. Análisis de costos

En las siguientes tablas se realiza una descripción de costos por mejora para las condiciones de trabajo, en cuanto a la protección auditiva, iluminación necesaria, etc.

Para el mejoramiento e las condiciones de trabajo proporcionando protección auditiva se tienen:

Tabla XVII. Costos de protección auditiva.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO POR UNIDAD	MONTO
4 para de Tapones reusables	3M Modelo 1250P de silicón con cordón y estuche personal	Q14.00	Q56.00
2 pares de orejeras	Orejera de 3 posiciones, ultraligera, modelo 1427	Q124.85	Q249.70
	TOTAL		Q305.70

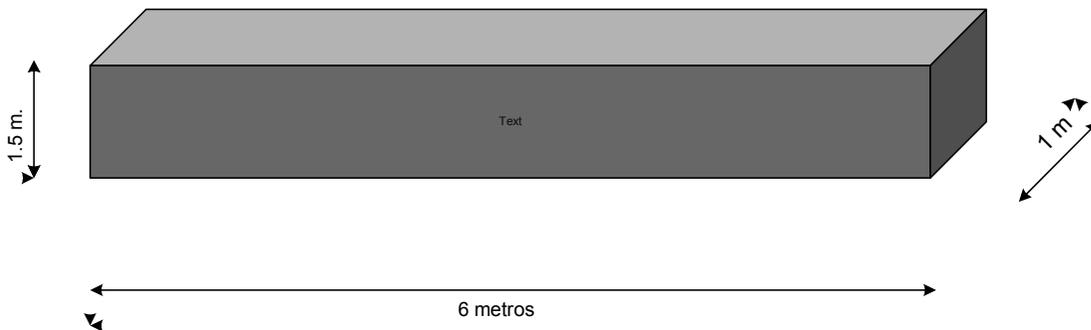
Para el mejoramiento de las condiciones del área de trabajo, implementando un nivel óptimo de iluminación, aumentando el número de lámparas existentes se tiene:

Tabla XVIII. Costos por iluminación.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO POR UNIDAD	MONTO
20 lámparas tipo fluorescente	High Out Put de aproximadamente 6450 lúmenes de 80W con vida útil de 12000 horas	Q14.45	Q289.00
	TOTAL		Q289.00

La construcción de una fosa para mejorar la altura de trabajo de los operarios de las áreas de ensamble, refrigeración y electricidad, se basa en las dimensiones del área de trabajo y estatura de los operarios, a continuación se detalla el proceso de dicha construcción.

Figura 9. Dimensiones de la fosa.



$$\text{Volumen} = \text{base} * \text{altura} * \text{largo} = 1 * 1.5 * 6 = 9\text{m}^3$$

$$\text{Área de rectángulo del suelo} = \text{base} * \text{largo} = 1 * 6 = 6\text{m}^2$$

$$\text{Área de rectángulo de las paredes} = 2 (\text{altura} * \text{largo}) = 2 (1.5 * 6) = 18\text{m}^2$$

Área de caras laterales = 2 (base * altura) = 2 (1 * 1.5) = 3m²

Área total = 6m² + 2(9m²) + 3m² = **27m²**

Costo de mano de obra por paredes y caras laterales = Q30.00 / m² * 21 m²
= Q630.00

Costo de mano de obra por área de suelo = Q15.00/ m² * 6 m² = Q90.00

Costo de mano de obra por repellado = Q30.00/ m² * 2 m² = Q810.00

Total de mano de obra = Q630.00 + Q90.00 + Q810.00 = **Q1,530.00**

En cuanto al mejoramiento de las condiciones ergonómicas para el área de reparación de puertas, la implementación de una mesa para colocar herramientas es la solución óptima. La mesa debe poseer ciertas características: altura = 87.5 cm., superficie = 48 cm. * 48 cm. (superficie cuadrada), estas medidas están fundamentadas en el tipo de postura del trabajo, así como en la estatura del operario, es decir se tomó el método ajustable.

Tabla XIX. Costos para el mejoramiento ergonómico.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO POR UNIDAD	MONTO
Mano de obra	Excavación de fosa tipo rectangular de dimensiones: 1m X 1.50m X6m	Q900.00	Q900.00
Otros materiales	Materiales para repello, hierro y block para paredes	Q400.00	Q1,300.00
1 mesa para herramientas	Mesa de madera con dimensiones: 87.5cm altura y 48cm ² de superficie	Q250.00	Q250.00
TOTAL			Q2,450.00

Otros datos importantes se ven en la siguiente tabla

Tabla XX. Otros datos importantes.

DATOS	DESCRIPCIÓN	MONTO
Mantenimiento	Mantenimiento anual de mesa y fosa	Q150.00
Vida Útil	La vida útil del proyecto	10 años
Valor de salvamento	Valor de salvamento total del proyecto	Q1,200.00
Costos de producción	Incluyen: mano de obra directa, materia prima y demás gastos de fabricación anuales	\$156,000.00
Ingresos	Reparación de equipos es aproximadamente \$250.00 por equipo, reparando 20 unidades a la semana y un total de 1040 anuales	\$260,000.00
Tipo de cambio	Tipo de cambio que se manejó	\$1.00 – Q7.60

5. CONTROL Y EVALUACIÓN PARA EL NUEVO MÉTODO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS

El principio fundamental de la evaluación de proyectos consiste en medir el valor, a base de la comparación de los beneficios y costos proyectados en el horizonte de planeamiento. Por consiguiente, evaluar un Proyecto de Inversión es medir su valor económico, financiero o social a través de ciertas técnicas e Indicadores de Evaluación, con los cuales se determinan la alternativa viable u óptima de Inversión, previa a la toma de decisiones respecto a la ejecución o no ejecución del Proyecto.

Las técnicas de Evaluación de Proyectos son herramientas de decisión que permiten calcular el valor del Proyecto desde algún punto de vista ya establecido, cuya actualización del Flujo de beneficios y Evaluación, previa a la toma de decisión respecto a la aceptación o rechazo del Proyecto.

La Evaluación de Proyectos en términos de elección o selección de oportunidades de Inversión, consiste en comparar los beneficios generados asociados a la decisión de Inversión y su correspondiente desembolso de gastos. El proceso de Evaluación de Proyectos se realiza a través de ciertos indicadores o parámetros de Evaluación, cuyos resultados permiten realizar las siguientes acciones de decisión:

1. Tomar una decisión de aceptación o rechazo, cuando se trata de un Proyecto específico.
2. Elegir una alternativa óptima de Inversión, cuando los Proyectos son mutuamente excluyentes.
3. Postergar la ejecución del Proyecto, cuando existe racionamiento de capitales para su implementación.

Cabe destacar, que la Evaluación de Proyectos de Inversión bajo la óptica Empresarial, consiste en medir su valor incluyendo el Financiamiento del Proyecto y el aporte de los accionistas. En este sentido, los Proyectos que provienen del sector privado deben ser evaluados bajo las premisas de la gerencia Empresarial y los objetivos de los accionistas.

La Evaluación de Proyectos se inicia con la verificación de presupuestos de costos y los cuadros auxiliares de gastos e ingresos; por su respectiva tasa de descuento en el horizonte de planeamiento; finaliza con la determinación de las alternativas de Inversión, a base de los siguientes indicadores: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el factor Beneficio Costo (B/C); etc. La selección de Proyectos de Inversión se realiza a base de los resultados de los indicadores cuyos valores con signos de mayor, menor o igual permiten recomendar como Proyecto aceptado, Proyecto postergado o Proyecto rechazado.

Para este estudio se calcularán los indicadores de Beneficio/Costo, el tiempo de retorno de la inversión y la evaluación de la productividad.

5.1 Análisis de resultados

Los Proyectos de Inversión públicas o privadas son aceptados para el Financiamiento de crédito cuando los indicadores de Evaluación arrojan los siguientes resultados:

- $VAN > 0$
- $TIR > 1$
- $B/C > 1$

El primer indicador, significa que los beneficios proyectados son superiores a sus costos; mientras que el segundo, significa que la tasa interna de rendimiento es superior a la tasa bancaria o tasa corriente; por ultimo el tercero ilustra que los beneficios generados por los Proyectos son mayores a los costos incurridos de implementación.

Los Proyectos de Inversión público o privado son postergados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

- $VAN = 0$
- $TIR = 1$
- $B/C = 1$

En este caso, los beneficios y costos de los Proyectos están en equilibrio, por tanto, se recomienda corregir algunas variables como mercado, tecnología, Financiamiento e Inversión.

Los Proyectos de Inversión son rechazados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

- $VAN < 0$
- $TIR < 1$
- $B/C < 1$

En este caso, significa que los Beneficios de los Proyectos son inferiores a sus Costos y la Tasa Interna de Rendimiento es inferior a la Tasa Bancaria, siendo Rechazado definitivamente el Proyecto.

Cabe destacar, que el Proyecto de Elaboración y Evaluación de Proyectos de Inversión pública y privada se inicia con la identificación de la idea o perfil del Proyecto, continua con la formulación y evaluación del Estudio de Prefactibilidad y finaliza con la preparación y evaluación de Estudio de Factibilidad.

Indudablemente, para disponer de cada uno de los niveles de estudio se requiere el manejo de técnicas y criterios de Evaluación de Proyectos, los cuales sugieren el cumplimiento cabal de las normas y pautas metodológicas de Evaluación diseñados por la oficina de planificación; por tanto, los responsables de Evaluación de Proyectos deben ser técnicos especializados para dicha labor, con la finalidad de determinar las alternativas de Inversión para la ejecución o no ejecución del Proyecto.

Según la procedencia de la fuente de Financiamiento del capital y la naturaleza u objetivos del Proyecto existen tres tipos de Evaluación de Proyectos de Inversión:

- Evaluación Financiera
- Evaluación Económica
- Evaluación Social

Los tres tipos de Evaluación de Proyectos tiene un campo de acción ya definido, en cuyo proceso de medición utilizan técnicas e indicadores de medición en forma similar, existiendo diferencia en la Evaluación social de Proyectos el manejo de precios corregidos y/o precios sociales.

La evaluación financiera es una técnica para evaluar Proyectos que requieren de Financiamiento de créditos, como tal, permite medir el valor financiero del Proyecto considerando el costo de capital financiero y el aporte de los

accionistas. Evaluar un Proyecto de Inversión desde el punto de vista financiero o Empresarial consiste en medir el valor proyectado incluyendo los factores del Financiamiento externo, es decir, tener presente las amortizaciones anuales de la deuda y los intereses del préstamo en el horizonte de planeamiento.

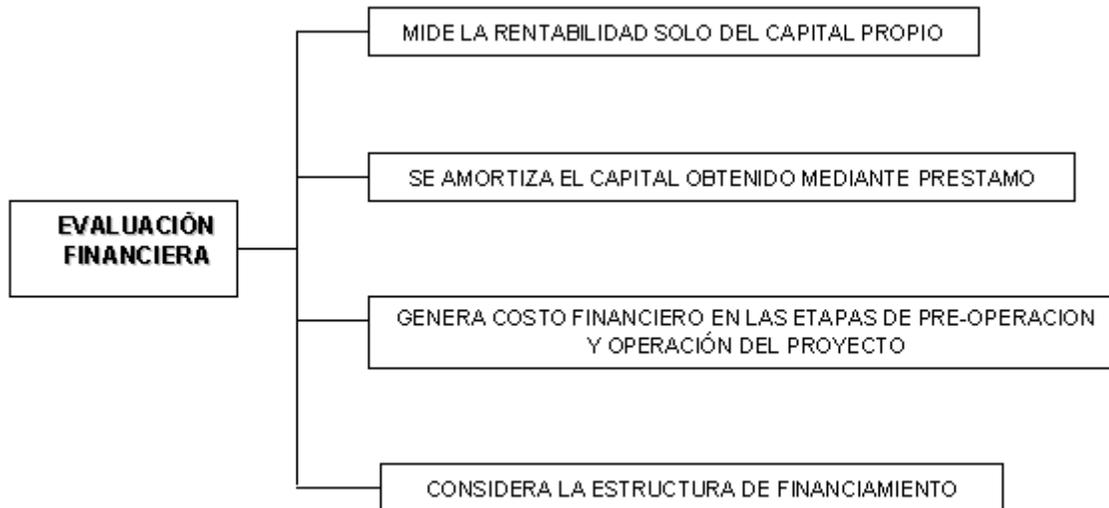
Este tipo de Evaluación permite comparar los beneficios que genera el Proyecto asociado a los fondos que provienen de los préstamos y su respectiva corriente anual de desembolsos de gastos de amortización e intereses.

La Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión se caracteriza por determinar las alternativas factibles u óptimas de Inversión utilizando los siguientes indicadores:

- El Valor Actual Neto Financiero (VAN)
- La tasa Interna de Retorno Financiero (TIR)
- Factor Beneficio / Costo (B/C)

Estos indicadores son suficientes para decidir la ejecución o no ejecución del Proyecto y su posterior implementación de la actividad productiva o de servicio. Cabe destacar, que evaluar un Proyecto de Inversión bajo los principios de Evaluación Financiera consiste en considerar el costo del dinero en el tiempo y el valor de la emisión de las acciones de la Empresa, cuyo procedimiento permite conocer la verdadera dimensión de la Inversión total frente a los gastos financieros del Proyecto, que esta compuesto por la amortización anual de la deuda y la tasa de interés de préstamo.

Figura 10. Esquema de evaluación financiera.

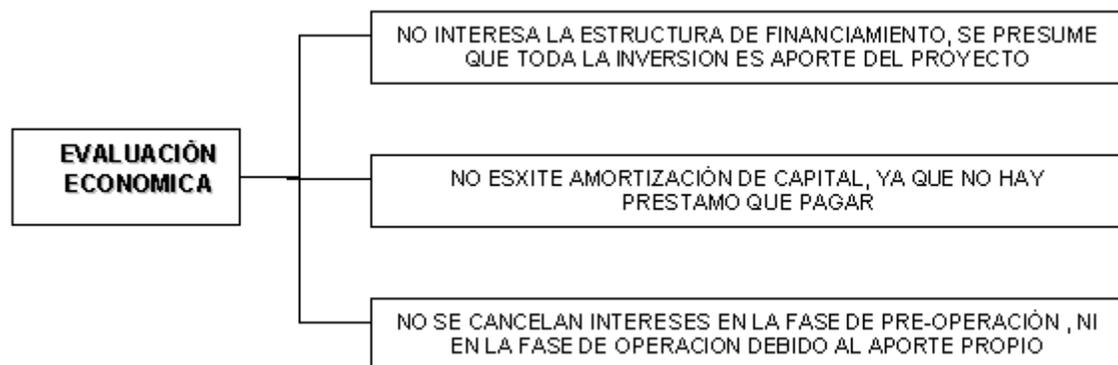


La evaluación económica denominada también Evaluación del Proyecto puro, tiene como objetivo analizar el rendimiento y Rentabilidad de toda la inversión independientemente de la fuente de Financiamiento. En este tipo de Evaluación se asume que la inversión que requiere el proyecto proviene de fuentes de financiamiento internas (propias) y no externas, es decir, que los recursos que necesita el Proyecto pertenece a la entidad ejecutora o al inversionista. Examina si el Proyecto por si mismo genera Rentabilidad; las fuentes de financiamiento no le interesan.

Cuantifica la inversión por sus precios reales sin juzgar si son fondos propios o de terceros, por lo tanto sin tomar en cuenta los efectos del servicio de la deuda y si los recursos monetarios se obtuvieron con costos financieros o sin ellos, hablamos de los intereses de pre-operación y de los intereses generados durante la etapa de operación o funcionamiento del Proyecto.

Lo señalado se resume en el siguiente esquema:

Figura 11. Esquema de evaluación económica.



Para este estudio se realizará la evaluación económica, utilizando el indicador de beneficio/costo.

5.2 Beneficio/Costo de la propuesta

La relación Beneficio / Costo (B/C), muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el Proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados. Para el calculo generalmente se emplea la misma tasa que la aplicada en el VAN.

Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de un Proyecto y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total.

- 1) Si la relación B/C es mayor que la unidad, el Proyecto es aceptable, por que el beneficio es superior al costo.

- 2) Si la relación B/C es menor que la unidad, el proyecto debe rechazarse porque no existe beneficio.
- 3) Si la relación B/C es igual a la unidad, es indiferente llevar adelante el Proyecto, porque no hay beneficio ni pérdidas.

Para el cálculo de la relación beneficio / costo, se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{YB_1}{(1+i)^1} + \frac{YB_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{YB_n}{(1+i)^n}}{I_0 + \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Donde:

YB_1 : Ingreso Bruto en el periodo uno, y así sucesivamente.

I_0 : Inversión Inicial

C_1 : Costo Total en el periodo uno, así sucesivamente

$(1+i)$: Factor de Actualización.

n : Periodos (años)

La relación B/C solo entrega un índice de relación y no un valor concreto, además no permite decidir entre Proyecto alternativos.

Para el presente estudio se tienen los costos de inversión, mano de obra y costo del terreno, los cuales se encuentran en la tabla XXI.

Tabla XXI. Costos de inversión, mano de obra y terreno de la propuesta.

Costo	Cantidad	Material	Costo X Un.	Total Invertido en Materiales
Inversión	35m ³	Piedrin	Q115.00	Q4,025.00
	75m ³	Arena	Q80.00	Q6,000.00
	675qq	Cemento	Q40.00	Q27,000.00
	70	Lámina Industria 6 X 1.5 m	Q215.00	Q15,050.00
	20	Costaneras 4 X 2m	Q143.00	Q2,860.00
	4	Costaneras Aguachadas 6m	Q360.00	Q1,440.00
				Q56,375.00
Mano de Obra				Q8456.25
Costo del Terreno				Q64,831.25
				Q500,000.00
		TOTAL INVERSIÓN		Q564,831.00

5.3 Tiempo de Retorno de la Inversión

El tiempo de retorno de la inversión nos ayuda a saber en cuanto tiempo recuperamos la inversión, y dependiendo de este dato, se hará la decisión, muchas veces, de realizar o no el proyecto.

Para calcularlo, se debe tener en cuenta los siguientes datos:

Ingresos anuales por reparación = \$260,000.00 = Q1,976,000.00

Costos anuales de producción = \$156,000.00 = Q1,185,600.00

Utilidad = \$104,000 = Q790,400.00

Inversión original = Q564,831.00

RENDIMIENTO SOBRE INVERSIÓN = $\frac{\text{Monto medio anual de las utilidades}}{\text{Inversión original}}$

$$\begin{aligned}\text{Rendimiento sobre inversión} &= Q790,400.00 / Q564,831.00 \\ &= 1.399\end{aligned}$$

Esto indica que las utilidades producidas representan un excelente porcentaje de ganancia en comparación con la inversión original.

$$\begin{aligned}\text{TIEMPO DE RETORNO SOBRE INVERSIÓN} &= 1 / \text{Rendimiento sobre ventas} \\ &= 1 / 1.399 \\ &= 0.7146\end{aligned}$$

Esto quiere decir que la restitución o retorno del monto invertido es de 8 meses con 21 días. La inversión es rentable para la empresa ya que con esto aumentaran su producción y su rentabilidad financiera.

5.4 Evaluación de la productividad

La productividad es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de la producción. De esta forma es posible hablar de la productividad del capital, de la inversión, del trabajo o de la materia prima, según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión, al trabajo o al material.

El término productividad con frecuencia se confunde con el término producción. Muchas personas creen que a mayor producción más productividad, esto no es necesariamente cierto. La producción se refiere a la actividad de producir bienes o servicios, y la productividad se refiere a la utilización eficiente de los recursos (insumos) al producir bienes y/o servicios (productos).

El índice de productividad es la razón entre la producción obtenida y los insumos gastados, o el desempeño alcanzado entre los recursos consumidos, o la efectividad entre la eficiencia, o puede ser también el tiempo total del diagrama de flujo de proceso entre el tiempo total del diagrama de operaciones de proceso. Para poder evaluar la productividad se utilizará este último índice, con lo cual se necesitará los tiempos los diagramas de procesos generales, actuales y propuestos, los cuales se encuentran en la tabla XIX.

Tabla XXII. Resumen de los tiempos de DOP y DFP generales, actuales y propuestos.

Método	DOP	DFP
Actual	38.97 horas	38.92 horas
Propuesto	22.8 horas	25.9 horas

Ya que se tienen los tiempos totales se procede a calcular la productividad, que como ya se dijo, es la razón entre DOP Y DFP. Véase los resultados en la tabla XX.

Tabla XXIII. Cálculo de productividad.

Método	DOP	DFP	Productividad = DFP/DOP	Resultado
Actual	38.97 horas	38.92 horas	$P = 38.92 / 38.97 * 100$	99%
Propuesto	22.8 horas	25.9 horas	$P = 25.9 / 22.8 * 100$	113.5%

Con el nuevo método propuesto se observa que existe un **aumento en la productividad de 14.5%**, lo cual indica que la propuesta para la empresa es exitosa.

CONCLUSIONES

1. Se logró el reconocimiento y ordenamiento del proceso, al lograr que se contara con una distribución en línea para obtener una secuencia ordenada mediante la implementación del proceso en línea.
2. Las fallas que se detectaron en el proceso se debieron principalmente a traslados innecesarios, y a la mala distribución del espacio físico que hacía que se tuvieran tiempos muy elevados, que dan como consecuencia un proceso muy lento e ineficaz. Esto no permitía el desarrollo adecuado de la operación que se tenía, principalmente en las áreas de ensambles de puertas y ensamble, que es donde los tiempos eran demasiado largos y traslados innecesarios.
3. Por medio del planteamiento de un nuevo método propuesto en los diagramas de proceso, se logró la optimización de los recursos y con ello se obtuvo una nueva capacidad para producir eficaz y eficientemente, ya que los operarios evitaron movimientos innecesarios que les causaba fatiga, que no les permitían cumplir con sus labores, y se corría con el riesgo que estas causarían enfermedades ocupacionales y por ende la productividad no sufriera aumento; además, se implementó una mejora en la reducción de accidentes, ya que se creó un plan de seguridad industrial.

4. Al realizar un estudio a fondo, se reestructuró el espacio físico a través de una nueva distribución en la secuencia del proceso, que se pudo notar en la figura ocho, ya que muestra la correcta distribución de hombre y herramental.
5. Al evaluar los costos de inversión, mano de obra y el costo del terreno, se puede constatar que el proyecto es rentable, ya que Refrigua es una empresa que cuenta con capital propio y que además la inversión se recupera en casi nueve meses, ya que la demanda aumenta con la mejora y esto convendrá desde el punto de vista económico.
6. Al lograr una readecuación del espacio físico, se podrá tener como resultado que los operarios ya no sufran de enfermedades ocupacionales, ya que no tendrán más traslados innecesarios, ni trabajan en posturas inadecuadas que les produzcan fatiga innecesaria, tendrán todos los servicios más a su alcance, lo que logrará que se tenga un aumento en la eficiencia y por ende también en la productividad para realizar la operación.
7. Al implementar un mejor método, un resultado será que al tener un aumento en la producción, se puede mejorar la calidad de vida del personal, ya que se tendrá un bono incentivo más alto, contando con una demanda de reparación constante que logrará dicho objetivo y que cumplirá con lo que se menciona en la política de calidad de la empresa, que incluye el bienestar de los colaboradores y la rentabilidad de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. A la gerencia de departamento, que con el fin de mejorar la calidad de vida de los empleados, aumente 2% al bono mensual sobre las utilidades que se generan de la producción.
2. Al gerente de departamento, que evalúe la productividad en la producción a través de manejar un registro mensual de la demanda de equipos reparados con que se está cumpliendo.
3. El gerente general deberá realizar una revisión anual de los diagramas de proceso, para poder ver los adelantos o mejoras que se le pueden realizar a los mismos.
4. El gerente de departamento deberá realizar una revisión periódica a la lista de precios con que se cuenta para la reparación de equipos, para que los márgenes de utilidades se mantengan.

REFERENCIAS

- Prensa Libre. “Una empresa que los sandinistas congelaron”. *Negocios: Actualidad*. (46): 22. 2006.
- Departamento de Recursos Humanos. **Noti-Frías de Fogel**. (12): 5-9. 2005.

BIBLIOGRAFÍA

1. García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo; ingeniería de métodos. México; McGraw Hill 1998. 157 p.
2. García criollo, Roberto. Estudio del Trabajo; medición del trabajo. México; McGraw Hill 1998. 233 p.
3. Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. 11a. Edición. México Editorial Alfa y Omega, 2001. 750 p.
4. Urrea Álvarez, Alberto Alejandro. Mantenimiento Producto total (TMP) como instrumento para reactivar la productividad de la empresa. Guatemala 1995. 145 p: Tesis Ingeniería Mecánica Industrial, USAC.
5. Hammer, Michael. Reingeniería, Barcelona: Norma 1994. 226 p.
6. Duffua, Salih O. Sistema de Mantenimiento: planeación y control. México; Limusa 2002. 419 p.
7. Alvarez García, Glenda Roxana. Administración salarial en el proceso de manufactura de clase mundial a nivel operativo. Guatemala 1995. 63 p; Tesis Ingeniería Industrial, USAC.
8. Siliézar Mena, Erik Antonio. Diseño de un sistema de seguridad industrial en una empresa de refrigeración industrial. USAC, 2001. 70 p; Tesis Ingeniería Industrial.

9. Galindo Arana, Amilcar René. Descripción de análisis de equipos y refrigerantes usados en la refrigeración industrial. USAC, 2002. 113 p; Tesis Ingeniería Mecánica Industrial.

10. Maldonado Gómez, Marco Vinicio. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para sistemas de refrigeración y aire acondicionado mecánico por compresión. USAC, 1998. 230 p; Tesis Ingeniería Mecánica.

11. Barrientos R., Luis Alberto. Optimización del proceso del departamento de dobles de la industria de fabricación de equipos de refrigeración comercial, Refrigeradores de Guatemala, S.A. USAC, 2003. 272 p. Tesis Ingeniería Mecánica Industrial.

12. Hernández Goribar, Eduardo. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. México: Limusa, 2003. 461 p.

ANEXOS

Figura 12. Símbolos para hacer diagramas de proceso.

Símbolos	Ejemplos y explicaciones
	<p>Operación Una operación representa las etapas principales del proceso. Se crea, se cambia o se añade algo. Normalmente los transportes, demoras y almacenamientos son elementos más o menos auxiliares. Las operaciones implican actividades tales como conformación, embutición, montaje y desmontaje de algo.</p>
	<p>Envoltura de la Pieza Taladrar agujero Mecanografiar cartas</p>
	<p>Transporte Transporte es el movimiento del material personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del banco o de la máquina donde se efectúa la operación, el movimiento efectuado para obtener el material antes de la operación, y para depositarlo después de ella, se considera parte de la operación.</p>
	<p>Mover material en camión Personas que se mueven en camión Mover el material llevándolo en la mano</p>
	<p>Inspección La inspección se produce cuando los artículos son comprobados, verificados, revisados o examinados en relación con la calidad y cantidad, sin que sufran ningún cambio.</p>
	<p>Examen de calidad y cantidad Revisión de la precisión Comprobación para obtener datos</p>
	<p>Demora La demora se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o inevitable.</p>
	<p>Material de "entrada" Persona que espera turno En espera de firma</p>
	<p>Almacenamiento El almacenamiento se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.</p>
	<p>Retención de una orden en el archivo Material en almacén Archivando para referencia permanente</p>

Fuente. Folleto de Laboratorio No.2 de Ingeniería de Métodos, 2do. Semestre de 2005.

Figura 13. Márgenes o tolerancias según la Oficina Internacional del Trabajo

Tabla 10-3
Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)

	%
A. Tolerancias constantes:	%
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga.....	4
B. Tolerancias variables:	
1. Tolerancia por estar de pie.....	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta.....	0
b. Molesta (cuerpo encorvado).....	2
c. Muy molesta (acostado, extendido).....	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
2,5;5	0
5;10	1
7,5;15	2
10;20	3
12,5;25	4
15;30	5
17,5;35	7
20;40	9
22,5;45	11
25;50	13
30;60	17
35;70	22
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderado fino.....	0
b. Trabajo fino o de gran cuidado.....	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente-fuerte	2
c. Intermitente-muy fuerte.....	5
d. De alto volumen-fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado	1
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. Muy complicado	8
9. Monotonía:	
a. Escasa.....	0
b. Moderada.....	1
c. Excesiva.....	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso.....	0
b. Tedioso.....	2
c. Muy tedioso.....	5

Fuente. Folleto de Laboratorio No. 4 del curso de Ingeniería de Métodos, primer semestre de 2004.