

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

DISEÑO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA CARCASA DE UN CALENTADOR DE AGUA

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

RAMÍREZ SAENZ YESENIA

DIRECTORES DE TESIS:

M. C. HERNÁNDEZ CASTILLO IGNACIO.

M. C. CARRO LÓPEZ RODOLFO.

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. ENERO DEL 2009.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a todas aquellas personas que me han apoyado y me han dejado una enseñanza en mi vida.

A Dios, por darme la fe, que me ayuda a esforzarme y a superar mis debilidades para ser mejor persona día a día.

A mis padres, Margarita Saenz Guzmán, Antonio Ramírez Vázquez y hermanos, especialmente a Fernando Ramírez Saenz, que siempre han estado a mi lado en todo momento, gracias a sus consejos, confianza y amor, me han ayudado a lograr mis metas.

A mis amigos que me dejan muy gratos recuerdos de la universidad, por su amistad y apoyo.

Al jefe de carrera Dr. Daniel Erasto Santos Reyes, por su apoyo, consejos, su dedicación e interés en todos los alumnos de la carrera.

A mis asesores, M. C. Ignacio Hernández Castillo y M. C. Rodolfo Carro López, por su apoyo, paciencia y consejos, así como por su tiempo brindado durante el desarrollo de la presente tesis.

A todos los profesores, por contribuir a mi formación profesional.

INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	2
Índice general.....	3
Índice de figuras.....	6
Índice de tablas.....	9
Resumen.....	10
CAPITULO 1.....	11
1.1 Introducción.....	12
1.2 Problema de investigación.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.4 Justificación.....	15
1.5 Metodología.....	16
1.6 Delimitaciones.....	17
1.7 Estructura de la tesis.....	18
CAPITULO 2.....	19
2.1 Marco Teórico.....	20
2.1.1 Calentadores.....	20
2.1.1.1 Definición y clasificación de los calentadores.....	20
2.1.1.2 Calentador de alta eficiencia.....	21
2.1.2 Manufactura.....	21

2.1.2.1 Definición de manufactura.....	21
2.1.2.2 Clasificación de procesos.....	22
2.1.3 Diseño de procesos.....	24
2.1.4 Estudio de procedimientos de producción.....	28
2.1.4.1 Diagrama de proceso de la Operación.....	28
2.1.4.2 Diagrama de flujo de procesos.....	30
2.1.5 Medición del trabajo.....	31
2.1.5.1 Tiempo de fabricación.....	32
2.1.5.2 Técnicas para la medición del trabajo.....	32
2.1.6 Balanceo de líneas.....	34
CAPITULO 3.....	35
3.1 Desarrollo del diseño del proceso de manufactura.....	36
3.1.1 Diseño de procesos.....	36
3.1.2 Técnicas de registro y análisis.....	37
3.1.3 Selección de operaciones y su secuencia.....	43
3.2 Balanceo de líneas.....	49
CAPÍTULO 4.....	51
4.1 Resultados.....	52
4.1.2 Planos de referencia.....	52
4.1.3 Tabla de análisis de las piezas de trabajo.....	54

4.1.4 Grafica de "DE-A"	56
4.1.5 Grafica de ensamble.....	60
4.1.6 Diagrama de procesos de la operación.....	64
4.1.7 Diagrama de flujo de procesos.....	65
4.1.8 Diagrama de recorrido.....	65
4.1.9 Hojas de ruta.....	93
4.1.10 Balanceo de línea.....	98
CAPÍTULO 5.....	104
5.1 Conclusiones.....	105
Mesografía.....	107
Anexos.....	110

INDICE DE FIGURAS

Número de figura	Título de figura	Página
1	Proceso técnico	22
2	Proceso económico	22
3	Procesos de manufactura	23
4	Convención para los diagramas de procesos	29
5	La medición del trabajo como factor de eficiencia	31
6	Símbolos para diagrama de operación	40
7	Símbolos para diagrama de flujo de procesos	42
8	Cuerpo ó envolvente	46
9	Tapa superior	46
10	Difusor de gases	47
11	Cinturón de seguridad	47
12	Base puerta	48
13	Puerta	48
14	Tapa Inferior	49
15	Explotado de la carcasa del calentador sombreado	53

16	Explotado de la carcasa del calentador alambre	54
17	Gráfica de ensamble de la carcasa del calentador	61
18	Diagrama de procesos de operaciones	64
19	Diagrama de flujo del proceso del Cuerpo ó envolvente	67
20	Diagrama de recorrido del Cuerpo ó envolvente	68
21	Diagrama de flujo del proceso de Tapa superior	70
22	Diagrama de recorrido de Tapa superior	71
23	Diagrama de flujo del proceso de difusor de gases	73
24	Diagrama de recorrido de difusor de gases	74
25	Diagrama de flujo del proceso de la pieza de centro	76
26	Diagrama de recorrido de la pieza de centro	77
27	Diagrama de flujo del proceso de los cintos laterales	79
28	Diagrama de recorrido de cintos laterales	80
29	Diagrama de flujo de la base de la puerta	82
30	Diagrama de recorrido de la base de la puerta	83
31	Diagrama de flujo de proceso de la puerta	85
32	Diagrama de recorrido de la puerta	86

33	Diagrama de flujo de proceso de la tapa inferior	88
34	Diagrama de recorrido de la tapa inferior	89
35	Diagrama de flujo de proceso de la carcasa	91
36	Diagrama de recorrido de la carcasa	92

INDICE DE TABLAS

Número de tabla	Título de Tabla	Página
1	Gráfica de “DE-A”	39
2	Análisis de piezas de trabajo.	55
3	Tabla de pesos	56
4	Gráfica de “DE-A” sin penalización actual	57
5	Gráfica de “DE-A” con penalización actual	58
6	Gráfica de “DE-A” sin penalización propuesta	59
7	Gráfica de “DE-A” con penalización propuesta	59
8	Distancia entre máquinas	66
9	Hoja de ruta de producción del cuerpo ó envolvente	94
10	Hoja de ruta de producción de la tapa superior	95
11	Hoja de ruta de producción del difusor de gases	95
12	Hoja de ruta de producción de la pieza de centro	96
13	Hoja de ruta de producción de los cintos laterales	96
14	Hoja de ruta de producción de la base puerta	97
15	Hoja de ruta de producción de la puerta	97
16	Hoja de ruta de producción de la tapa inferior	98
17	Tiempo por actividad	99
18	Matriz de precedencia	100
19	Elementos de trabajo ordenados de acuerdo al peso	101
20	Línea de ensamble balanceada	102

RESUMEN:

La globalización del mercado obliga a toda empresa a ser competitiva, sin deteriorar la calidad en los productos, por lo tanto se necesita utilizar los recursos disponibles de la mejor manera posible para alcanzar los objetivos, una posibilidad para que un negocio crezca y aumente su rentabilidad, es aumentando la productividad.

La productividad es afectada por muchos factores, entre los cuales encontramos: las decisiones del diseño del proceso, la capacidad, el inventario, la fuerza de trabajo y la calidad, con el diseño de procesos se busca principalmente, coordinar dos tipos de actividades y restricciones estas son, el diseño de intenciones y acciones de fabricación, para que una unidad efectiva de producción pueda ser creada, disminuyendo errores y pérdidas de tiempo.

En el presente trabajo, se realiza una propuesta del proceso de manufactura para la carcasa del calentador de alta eficiencia, el trabajo se realiza siguiendo la metodología propuesta por Krick (1996), debido a que es la más utilizada para resolver problemas de ingeniería, por lo tanto, se determinan las operaciones necesarias, suficientes y su secuencia para la manufactura y ensamble de este producto, así como el tiempo de construcción del prototipo, se establece el flujo para el proceso de fabricación de la carcasa del calentador, cumpliendo con las características que exige el diseño (Legaria, 2009), además se presenta la pieza ó componente de la carcasa que tiene más peso, esto con el fin de conocer que pieza es la que afectaría en mayor medida el proceso, se utilizan técnicas de registro y análisis para poder diseñar el proceso y mostrar la información de manera clara a quien lo requiera, también se establece el número de operadores necesarios para fabricar la carcasa. En general contiene información que facilitará la fabricación del producto en cuestión, ya que muestra de manera clara y organizada el proceso de transformación para producir la carcasa.

CAPITULO

1

CAPÍTULO: 1

En este capítulo, se presenta la importancia que tiene el realizar un diseño de proceso, así como la ventaja que representa el que una empresa conozca los procesos de manufactura de cualquier producto, de la misma forma se muestra el problema a resolver y las razones para desarrollar el presente trabajo.

1.1 INTRODUCCION

Una economía diversificada, con una creciente Industria, constituye el detonador principal del desarrollo de un país, las características que presentan las empresas en México son preocupantes ya que en las micro empresas, así como las pequeñas y medianas no aplican la administración científica, por lo tanto no se planea, no se organiza y no se dirige de manera adecuada en contraste con las grandes empresas, quienes si aplican la administración científica, obteniendo como beneficio una mayor productividad (García Criollo,2005).

Por lo tanto se tiene un gran problema en las micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas en donde se tienen áreas por desarrollar, esto es preocupante porque día a día ocurren cambios en el entorno industrial y de negocios, como la globalización del mercado y la fabricación, los cuales deben estudiarse desde el punto de vista económico y práctico, provocando que se luche para ser competitivos, sin deteriorar la calidad y gracias a la falta de competitividad de la industria Mexicana, y con la competencia extranjera la subsistencia de un negocio es más difícil, obligándonos a identificar nuestras fortalezas y debilidades, para aprovecharlas y poder crear una competencia distintiva (García Criollo, 2005).

Para lograr una competencia distintiva, se debe tener una alta capacidad para introducir productos nuevos, logrando el costo más bajo, la mejor calidad, el mejor tiempo de entrega ó la mayor flexibilidad, el tiempo de entrega puede definir el porcentaje de pedidos (Schoeder,1992).

Las necesidades de los clientes varían y como consecuencia requieren productos novedosos y toda empresa grande o pequeña debe de ser capaz de responder a los cambios en las necesidades de los clientes, debido a que sin consumidores no hay ventas, por tanto tampoco ganancias, y para fabricar un nuevo producto se necesita un diseño, así como la construcción de este, por lo cual diseño y la manufactura deben estar muy relacionadas, y no deben ser vistas como dos disciplinas separadas, cada pieza no solo debe estar diseñada para llenar los requerimientos y necesidades de diseño, si no que también que pueda manufacturarse con facilidad (Scharer, 1991).

El objetivo de toda organización es fabricar un producto de calidad a tiempo, con el menor costo posible, con una inversión mínima (Niebel, Freivalds, 2004), por lo cual la manufactura es una actividad importante desde el punto de vista económico, tecnológico e histórico.

Desde el punto de vista tecnológico, se considera como la aplicación de una ciencia, que proporciona a la sociedad aquellos bienes que son necesarios o deseados.

Económicamente, es un instrumento importante que permite a una nación crear riqueza material, para que una economía sea fuerte, necesita tener una sólida base manufacturera (Mather Hall, 1990).

Para lograr que un producto sea de calidad, se necesita no solo seleccionar el material adecuado, también los procesos óptimos y minimizar al mismo tiempo el número de operaciones, el Ingeniero Industrial tiene la responsabilidad de diseñar el mejor medio para lograr la transformación de la materia prima en el producto terminado.

Una vez que se cuenta con el diseño del producto y el volumen de producción, el énfasis se vuelve hacia la especificación de los pasos básicos de manufactura que se requieren para crear un producto (Krick, 1996).

La jefatura de Ingeniería Industrial de la Universidad tecnológica de la Mixteca innovó un calentador basado en la tecnología de caloductos ó tubos de calor, el cuál permite el aprovechamiento de los energéticos con una eficiencia superior, la disminución de

contaminantes y el ahorro en el consumo de combustibles (Solicitud de Patente, PA/a/2004/000588).

Actualmente se cuenta con el intercambiador de calor basado en caloductos, por lo que es necesaria una carcasa o cubrimiento exterior para dicho calentador de alta eficiencia. La cual es un elemento importante, ya que para su comercialización se tiene que elegir con la debida precaución de asegurar que el cliente elegirá el calentador no solo por su alta eficiencia, si no también por que le es atractivo.

La carcasa debe contar con el espacio suficiente para que todo el sistema del calentador se encuentre correctamente distribuido, esta elección del diseño adecuado del producto en cuestión, lo realizó Griselda Legaria de acuerdo a métodos de diseño estos se encuentran registrados en Legaria (2009).

La siguiente propuesta del proceso de manufactura se desarrollará para el modelo de carcasa ya definido Legaria (2009), en este trabajo se plasma de manera clara y concisa el flujo a seguir para fabricar el producto, así como proporcionar un tiempo estimado de elaboración del prototipo, es decir, que en el momento en que se comience a manufacturar con fines comerciales, se conocerán cada una de las operaciones necesarias que debe de realizar un trabajador.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Esta tesis se enfocó a:

“Diseñar un proceso de manufactura para la carcasa del calentador de alta eficiencia, específicamente estableciendo las operaciones de manufactura y su secuencia, así como el tiempo de fabricación”.

1.3 OBJETIVOS

- Diseñar el proceso de manufactura de la carcasa del calentador de alta eficiencia, mediante técnicas de registro y análisis, para documentar de manera clara el proceso.
- Establecer el tiempo de fabricación de cada una de las partes que componen la carcasa, tomados durante la fabricación del prototipo, con la finalidad de conocer en cuanto tiempo se construirá y ensamblará el producto.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En esta tesis, se realiza un diseño del proceso de manufactura el cual es muy importante, ya que es el puente entre el diseño y la manufactura, permite determinar la ruta apropiada a través de las instalaciones físicas, el diseño de procesos determina como se fabricará un componente, por lo tanto es una etapa que determina el costo de producción y las posibles ganancias que se generarán (Millar, 1992), por tal razón el presente trabajo es de gran importancia ya que forma parte del calentador de alta eficiencia.

El diseño de procesos, como se menciona anteriormente es muy poco aplicado en las pequeñas y medianas empresas, sobre todo por que no se conoce la importancia que esta etapa tiene y por que no se cuenta con el personal adecuado para realizar el diseño de procesos, provocando pérdidas y retrabajos (García Criollo, 2004).

El diseño del proceso de manufactura de un producto, es de gran importancia, ya que si el producto tiene un buen diseño y el proceso de manufactura es malo, el producto no tendrá la calidad necesaria, debido a que durante la fase de diseño, se genera información sobre como debe ser el producto, pero no como organizar el proceso de transformación para producirlo, con el proceso de manufactura se define las operaciones necesarias que aseguran el cumplimiento

de los requerimientos de diseño, provocando que el producto sea de calidad, reduciendo tiempos y costos.

Basándose en el diseño realizado por Legaria (2009), para la carcasa del calentador de alta eficiencia desarrollado en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, se necesita diseñar el proceso de manufactura del producto, siendo esta carcasa totalmente nueva, no existe información sobre como construirla, la manufactura de la carcasa es uno de los factores que influye en el costo final del calentador.

Se desarrolló un proceso que cumple con los siguientes objetivos: fabricar un producto con calidad y a bajo costo, para lograr esto es necesario que se obtenga el menor tiempo posible de producción.

El producto del cuál forma parte la carcasa, tiene grandes expectativas de crecimiento, de acuerdo al periódico El Empresario "México requerirá en los próximos años 5.5 millones de viviendas "(Infonavit, 2006) y el producto se enfoca principalmente al uso doméstico, tiene grandes expectativas como negocio.

La metodología que se empleo es la más utilizada para resolver problemas de ingeniería, a demás es fácil de entender y de aplicar al problema que se resolvió.

1.5 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, la metodología que se utiliza es la más común para resolver el problema de diseño de métodos (Krick, 1996) la cuál consta de los siguientes pasos:

Formulación del problema: Es una descripción breve y general del problema, con la finalidad de conocer de manera clara que es lo que se busca resolver.

Análisis del problema: Especificación y determinación de las piezas componentes de la Carcasa del calentador.

Determinación de los criterios a utilizar en las operaciones, determinación de las restricciones, revisión de la literatura para poder definir el método que se va a aplicar a este proyecto y establecer las limitaciones, con este paso se pudo conocer con que información se contó y de esta manera delimitar hasta donde se pudo llegar con la investigación.

Búsqueda de alternativas: En esta etapa se especifica las herramientas que se utilizarán para la construcción del prototipo, es decir se establece con que maquinaria se cuenta y cual es la adecuada para realizar las operaciones necesarias para transformar la materia prima.

Modelado: En esta etapa se aplican los métodos, técnicas, herramientas seleccionadas y se realizan los diagramas para su fabricación de acuerdo al proceso seguido para la construcción del prototipo y se determinará el tiempo estimado.

Especificación de la solución preferida: En este paso se registran todos los datos obtenidos en la etapa de modelado y se analizan los resultados.

Evaluación: Se busca verificar la solución obtenida, pero por cuestiones prácticas esta etapa no se llevara cabo debido a que solo se podrá realizar en el momento en que se comience a fabricar.

1.6 DELIMITACIONES

El presente trabajo se enfoca principalmente a la determinación de las operaciones de manufactura y su secuencia, así como a obtener el tiempo de fabricación y ensamble, este se obtiene durante la construcción del prototipo, tomando los tiempos con cronómetro, se considera la infraestructura del taller de metalmecánica, de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Se tomó la distribución de maquinaria existente en el taller.

1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS

Esta tesis consta de 5 CAPITULOS, cada uno de los cuáles contiene lo siguiente:

En el CAPITULO 1 se mostró una introducción al problema que se resolvió, así como el porque es importante realizar el diseño de procesos para la carcasa, la metodología que se utiliza para resolverlo, los objetivos que se busca cubrir con este trabajo, y las delimitaciones para desarrollar el proyecto de tesis.

En el CAPITULO 2 se encuentra toda la información necesaria para desarrollar el diseño del proceso de manufactura, la carcasa es para un calentador de alta eficiencia, por tal razón se muestra información de los calentadores, información sobre manufactura, la clasificación de los procesos, los pasos para realizar el diseño de procesos, y las técnicas que se utilizan para desarrollar la tesis, y establecer el número de operadores.

En el CAPITULO 3 se describe de manera clara cada una de las técnicas que se utilizan, para llevar a cabo el diseño de procesos, la forma de desarrollarlas, se especifica la información que cada una de ellas proporciona, así como la selección de operaciones y su secuencia.

En el CAPITULO 4 se presentan los resultados obtenidos mostrando las técnicas con la información de la carcasa del calentador de alta eficiencia, como son la gráfica de "DE-A", diagrama de ensamble, diagrama de operación, diagrama de flujo de procesos, diagrama de recorrido, las hojas de ruta de producción y el numero de operadores necesarios para fabricar la carcasa del calentador de alta eficiencia.

En el CAPITULO 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

CAPITULO

2

CAPITULO: 2

En el capítulo 1 se proporciona la información necesaria para conocer el objeto de desarrollo del presente trabajo.

En este capítulo se muestra la información más relevante con la cuál se llevo acabo el desarrollo de la presente tesis.

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 CALENTADORES

2.1.1.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS CALENTADORES.

Según la NOM-020-SEDEG-2003 calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. ó natural de uso doméstico y comercial. Un calentador es un aparato para proporcionar agua caliente, los cuáles se clasifican en:

Calentador de agua tipo almacenamiento: Aparato para proporcionar agua caliente, el cual cuenta con un depósito para almacenar el agua, una cámara de combustión y un termostato o una válvula semiautomática. Los combustibles usados para incrementar la temperatura del agua son gas licuado de petróleo o gas natural.

Calentador de agua de paso de rápida recuperación: Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso por uno ó mas intercambiadores de calor, el cuál cuenta con una cámara de combustión y una válvula termostática. Los combustibles usados para incrementar la temperatura del agua son gas licuado de petróleo o gas natural.

Calentador de agua de paso instantáneo: Aparato para calentar agua de forma instantánea y continua, el cual cuenta con un circuito tabular para que circule el agua, una

cámara de combustión y un control para el suministro de gas, pudiendo tener un dispositivo para regular el flujo del agua. Los combustibles usados para incrementar la temperatura del agua son gas licuado de petróleo o gas natural.

2.1.1.2 CALENTADOR DE ALTA EFICIENCIA

El calentador de alta eficiencia está diseñado para permitir un flujo continuo de agua de 6 litros por minuto, logrando estabilizar la temperatura a 50 centígrados en aproximadamente 2.5 minutos, sin retener calor. Éste se transferirá al agua de manera rápida y eficiente, esto hace que se pueda prescindir de aislamiento térmico (Carro et. al., 2004).

Tiene un nivel de eficiencia del 85%, superior al mejor calentador que se encuentra actualmente en el mercado, el cual tiene una eficiencia del 74% (Instituto de ciencias empresariales, 2004).

2.1.2 MANUFACTURA

2.1.2 .1 DEFINICIÓN DE MANUFACTURA

La manufactura, como campo de estudio en el contexto moderno, puede definirse de dos maneras: tecnológica y económica (Mather Hall, 1990).

Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual, tal como se describe en la figura (1).

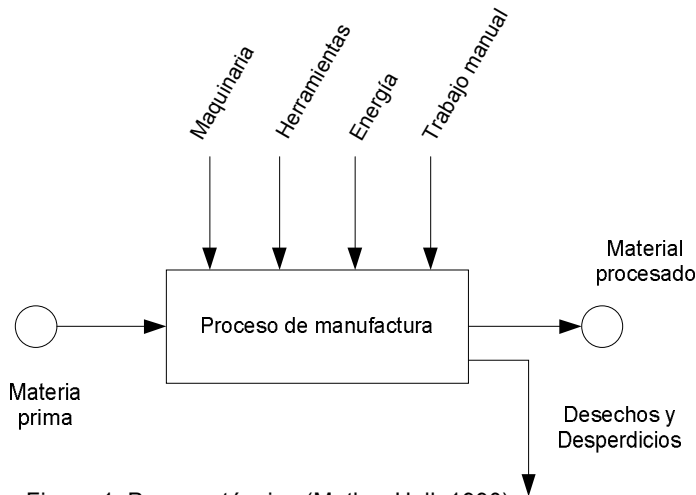


Figura 1: Proceso técnico (Mather Hall, 1990).

Económica: Es la transformación de materiales en artículos de mayor valor a través de una ó mas operaciones, el punto clave es que la manufactura agrega valor, como se muestra en la figura (2).

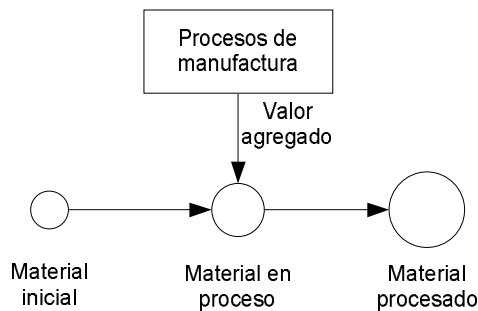


Figura 2: Proceso económico (Mather Hall, 1990).

2.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE PROCESOS

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos:

- 1) Operaciones de proceso.
- 2) Operaciones de ensamble.

Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto en este caso

la carcasa del calentador de alta eficiencia. Por lo general las operaciones de proceso se ejecutan sobre partes discretas de trabajo y algunas de ellas se aplican a artículos ensamblados (Lawrence et al, 1996).

Clasificación de los procesos de manufactura (Alting Leo, 1996).

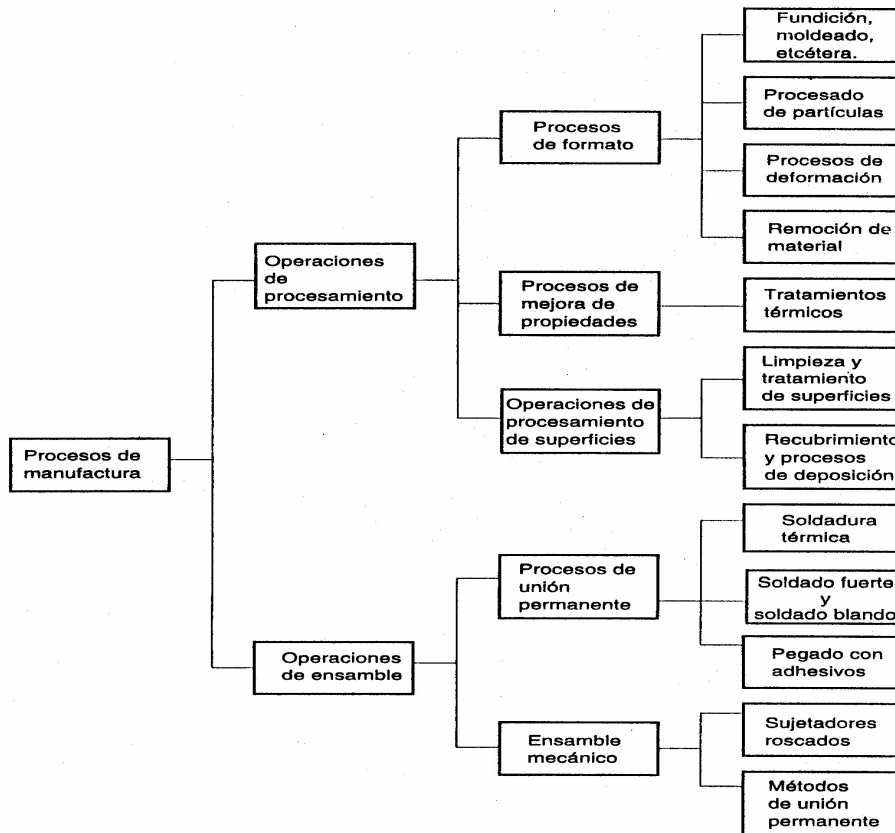


Figura 3: Procesos de manufactura (Alting Leo, 1996).

Los procesos que cambian la forma del material o procesos de formado: Fundición, forja, extrusión, laminado, estirado, estampado, flexión, troquelado, cizallamiento etc.

Proceso de arranque de material: Torneado, fresado, taladrado, arco eléctrico, esmerilado, etc.

Cambio de propiedades físicas: tratamiento térmico, chorro de granalla.

Tratamiento de acabados superficiales: Pulido, rectificado etc.

Las operaciones de ensamble unen dos ó más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble.

Los procesos de ensamble son: Soldadura, remachado, atornillado, adhesivo, presión (Gallegos, Hernández, 2007).

2.1.3 DISEÑO DE PROCESOS.

Para desarrollar un nuevo producto este se debe de realizar en distintas fases, iniciando con la idea y evoluciona, hasta llegar a un proceso detallado y finalmente su implementación (Sule ,2001).

Para lograr fabricar un producto de alta calidad, al costo mínimo, se necesita conocer la importancia de la gran relación que existe entre determinados factores como: las especificaciones y diseño del producto, la selección de materiales y la selección del proceso de manufactura (Ashley ,1991).

“La Planeación de procesos es la determinación del tipo y orden apropiado para las actividades u operaciones necesarias para la fabricación de un producto ó componente de tal manera que se cumpla con las especificaciones del diseño” (Miller, 1992).

“El diseño de procesos especifica el modo, en que se desarrollarán las actividades, la función de las operaciones y organiza el proceso de transformación de un producto”.

El diseño de procesos no solo determina la manera en como se realizará un producto, también permite conocer la ruta que el producto seguirá en las instalaciones, siempre existirán muchas restricciones ó limitaciones en la toma de decisiones para diseñar el proceso, como: la capacidad de la maquinaria, el volumen de la producción, la habilidad de los operarios, en forma paralela, el departamento de manufactura estima los costos de cada operación, determinada en la planeación de procesos, la cantidad de materia prima, la capacidad de la planta y la maquinaria, para realizar las funciones de control necesarias. En tanto la Ingeniería de procesos o departamento de producción determina la secuencia de las operaciones de los productos, así como la ruta y el avance de los productos a través del proceso (Krick, 1996).

Pasos para realizar un diseño de procesos (Sánchez, 1998).

1. Adquirir todo el conocimiento necesario a cerca del producto a fabricar. Los diseños en AutoCAD serán de gran valor para identificar aspectos importantes del producto que luego servirán para el Diseño del Proceso.
2. Con el conocimiento adquirido a cerca del producto, se tiene la capacidad de elaborar un diagrama de flujo tentativo del Proceso Productivo.
3. Determinar el proceso.
4. Elaborar un modelo a fin de evaluar el diseño tentativo del proceso.
5. Documentar el proceso obtenido mediante técnicas de registro tales como: Hojas de Tarea.
6. Una vez puesto en marcha el proyecto, se puede evaluar/corregir el modelo de simulación comparándolo con la realidad y analizar las causas de posibles discrepancias. Nuevamente "se optimiza" el sistema y se documentan los cambios tornándose en un proceso iterativo.

Singh (1996) propone la siguiente metodología, la cuál consta de las siguientes etapas:

- I. Análisis de requerimientos de partes
- II. Selección de las piezas de trabajo
- III. Determinación de las operaciones de manufactura y su secuencia
- IV. Selección de máquina-herramental
- V. Selección de herramientas y dispositivos de sujeción e instrumentos de inspección
- VI. Determinar las condiciones de maquinado: Velocidad de corte, avance y profundidad de corte, tiempo de preparación y tiempo de procesamiento.

I.-Análisis de requerimientos de partes: en esta etapa se busca contestar la pregunta ¿Cuáles son los requerimientos de las partes?, en ingeniería en diseño los requerimientos pueden definirse como.

- Especificación de las características sobresalientes de las partes

- Especificación de las dimensiones
- Especificaciones de tolerancias

Esencialmente se analizan las características distintivas de los componentes.

II.-Selección de las piezas de trabajo: Involucra la forma, tamaño, materia. El peso y el material se determinan en base a los requerimientos funcionales de las piezas.

III.-Determinar operaciones de manufactura y su secuencia: En esta etapa se determina el tipo apropiado de las operaciones y su secuencia, para transformar las características distintivas, dimensiones y tolerancias de una parte a un estado terminado.

No existe solo una manera de cómo manufacturar un producto, algunos factores que pueden influir en la secuencia de las operaciones pueden ser: factores económicos ó técnicos, como son la accesibilidad y preparación de la maquinaria, ya que en ocasiones debido a las características geométricas será necesario realizar unas operaciones antes que otras, flexibilidad de las máquinas y herramientas, tamaño del lote, requerimientos de acabado superficial y tolerancias (Krick ,1996).

La elección de un proceso de manufactura queda regularmente determinada por diversas consideraciones algunas de estas son:

- Las características y propiedades del material de la pieza
- Forma, tamaño y espesor de la parte
- Los requerimientos de tolerancias y acabados superficiales
- Los requerimientos de funcionamiento de la pieza
- El volumen de producción
- El nivel de automatización requerido para cumplir con el volumen y la rapidez de producción
- Los costos de las operaciones de manufactura

Las diferentes características de los materiales requieren que se apliquen diferentes procesos de manufactura, así como herramientas adecuadas (Hodson ,1996).

Todo proceso de manufactura tiene ventajas y limitaciones, las piezas a fabricar no tienen solo una forma de manufacturarse, todo depende de los requerimientos de calidad, aspectos económicos, flexibilidad del proceso, decisiones administrativas y la demanda, para la selección adecuada de las operaciones (Doyle ,1998).

III.-Selección de máquinas y herramientas

Los factores que influyen en la selección de máquinas-herramientas se clasifican de la siguiente manera:

- Atributos relacionados con la pieza de trabajo: dimensiones de la pieza de trabajo, tolerancias, forma del material.
- Atributos relacionados con la máquina herramienta capacidad, tamaño, modo de operación, entre otras.
- Volumen de producción cantidad de producción y frecuencia de pedidos.

Los criterios para evaluar ó seleccionar la máquina más adecuada para completar una operación son.

- Costo de producción por unidad
- Tiempo de producción
- Calidad

IV.-Selección de herramientas, dispositivos de sujeción e instrumentos de inspección. Estos dispositivos se usan para colocar y sostener las piezas de trabajo, para generar las características geométricas.

El equipo de inspección se utiliza para asegurar que los requerimientos del la pieza se cumpla como tolerancias. Las formas de inspección son en línea o fuera de línea.

Algunos factores que determinan la selección o diseño de los dispositivos de forma, dimensión, precisión, razón de producción y variedad de partes.

Existen miles de herramientas de corte, pero para seleccionar adecuadamente la herramienta, es muy común utilizar los siguientes criterios:

- Consultar a Proveedores

- Considerar el impacto de la herramienta en el costo de las operaciones de corte
- Considerar otros costos como los de lubricantes, mano de obra

El proceso de selección de herramienta involucra los siguientes pasos:

- Definir la operación
- Definir la geometría de la parte
- Definir el material de la pieza de trabajo
- Determinar la rigidez del dispositivo de sujeción
- Definir el tipo de procesos u operación
- Considerar las velocidades y avances óptimos para las operaciones

V.-Determinar las condiciones de maquinado y tiempo de producción.

Una vez que se conoce el material de la pieza de trabajo, máquina herramienta y herramienta de corte, se busca que se puede controlar para reducir el costo y mejorar la razón de producción.

2.1.4 ESTUDIO DE PROCEDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN

Una vez determinadas las operaciones que llevarán la materia prima hasta convertirse en un producto terminado, estas actividades deben organizarse en un método lógico. Debe tomarse en cuenta que existen operaciones que dependen de otras para llevarse a cabo. Para facilitar el estudio se emplean tablas y gráficas estándar que ayudan a visualizar el proceso y permite documentarlo (Mendoza Jasso, 2008).

2.1.4.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

Esta es una herramienta de análisis, es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades, que representan un proceso o procedimiento,

El propósito es eliminar las principales deficiencias (García Criollo, 2005).

El diagrama de proceso de la operación, muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras, materiales que se usan en un proceso de manufactura o negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado (Krick,1996).

La gráfica describe la entrada de todos los componentes y subensambles a un ensamble principal.

Se usan dos símbolos, un círculo pequeño, que denota una operación, en tanto que el uso de un cuadrado denota una inspección (Niebel et. al. 2004).

Operación: Se produce ó se realiza algo

Inspección: Se verifica la calidad o cantidad del producto

Una Operación tiene lugar cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente, en tanto que una inspección tiene lugar cuando la parte se examina para determinar su conformidad de acuerdo con un estándar

Para la construcción de un diagrama de procesos, a demás de los símbolos mencionados anteriormente también se usan una series de líneas.

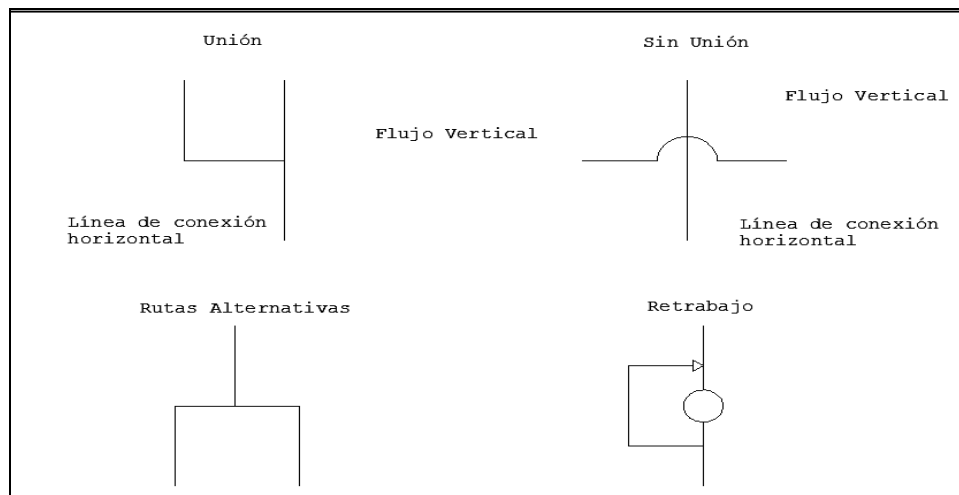


Figura 4: Convención para los diagramas de procesos (Niebel et. al. 2004)

Las líneas Verticales, indican el flujo general de los procesos al realizar el trabajo

Las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales, indican los materiales ya sean comprados o trabajados que usan durante el proceso.

Las partes se muestran al entrar a una línea vertical, para el ensamble o al salir de una línea vertical para el desarmado.

Los diagrama se construyen de manera que no se crucen las líneas verticales y horizontales.

Se asignan a cada operación e inspección, los valores del tiempo, basados en estimaciones o mediciones reales como es en nuestro caso.

Este diagrama, identifica el flujo general de los componentes de un producto y como cada paso se muestra en una secuencia cronológica adecuada, el diagrama en sí es una distribución de planta ideal (Niebel et. al., 2004).

2.1.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Con el diagrama de flujo de procesos, se obtiene una mayor información, ya que se obtienen datos acerca de los costos ocultos e improductivos, como distancias recorridas, retrasos, etc.

Este diagrama muestra todos lo movimientos del producto, por lo que son necesarios más símbolos, este va relacionado con el diagrama de recorrido ó el diagrama de circulación, el diagrama de recorrido no es a escala solo es representativo, en tanto que el diagrama de circulación es un plano de el lugar de trabajo, en estos diagramas se observa el recorrido de manera gráfica (Niebel et. al., 2004).

Los símbolos que se usan para construir este diagrama son:

Operación: Se produce ó se realiza algo.

Inspección: Se verifica la calidad o cantidad del producto

Transporte: Se cambia de lugar ó se mueve un objeto

Demora: Se interfiere o retrasa al paso siguiente

Almacenamiento: Se guarda ó se protege el producto ó materiales

2.1.5 MEDICIÓN DEL TRABAJO

La medición del trabajo y el estudio de métodos tienen sus raíces en la actividad de la administración científica.

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido (García Criollo, 2005).

Por lo tanto la medición del trabajo se refiere a estimar la cantidad de tiempo que del trabajador, requerida para generar una unidad de resultado. Generalmente la meta de la medición del trabajo es desarrollar estándares de mano de obra que se utilizarán para la planeación y control de las operaciones, consiguiendo así una elevada productividad de mano de obra (Gaither, 1999).

La medición del trabajo como factor de eficiencia, la eficiencia depende en primer lugar de los métodos de trabajo que se empleen, en segundo lugar es resultado de la velocidad de los movimientos que efectúe el trabajador. Para medir la velocidad de los movimientos del trabajador intervienen las técnicas de medición del trabajo (García Criollo, 2005).

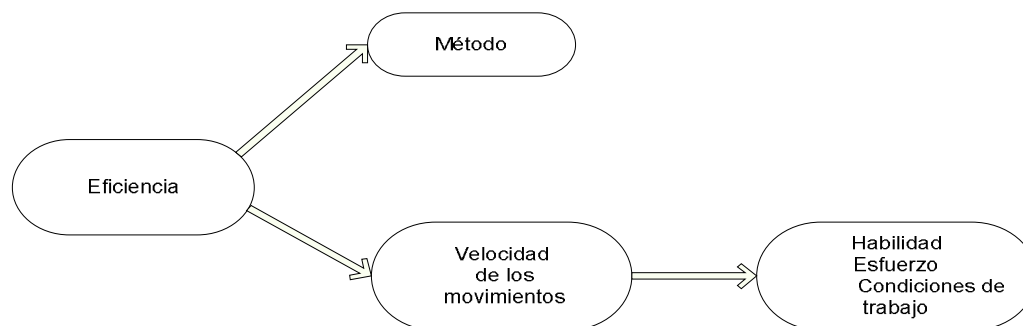


Figura 5: La medición del trabajo como factor de eficiencia (García Criollo, 2005)

2.1.5.1 TIEMPO DE FABRICACIÓN

Son muchas las razones que hacen necesario tener estimaciones de tiempo para sus operaciones de manufactura.

Cuando un cliente potencial envía las especificaciones de una pieza de equipo para manufacturarla, la compañía debe cotizar un precio competitivo para ese trabajo; y para hacer su oferta la compañía debe estimar el costo de manufactura, lo que a su vez requiere una estimación satisfactoria del tiempo que este producto requerirá del sistema de fabricación.

Una compañía que no cuente con estas estimaciones de tiempo, para cada una de las operaciones realizadas en su planta, se encontrarán en una posición desventajosa cuando pretenda cotizar trabajos en prospecto en relación a la competencia. Por lo tanto es muy importante poder disponer de estimaciones de tiempos para operaciones individuales, a partir del cual se puede reducir el tiempo total de manufactura, para establecer el precio de un producto (Krick, 1996).

Con frecuencia, para una empresa nueva, los tiempos de fabricación tendrán un margen de error más grande al usual debido a factores iniciales. Pero cualquiera que sea la actividad, forma ó método que se realice para la toma de tiempos es muy importante la determinación ó estimación previa de estos tiempos, para la programación del trabajo (Niebel et. al., 2004).

2.1.5.2 TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

Las principales técnicas para medir el trabajo son las siguientes

- Por estimación de datos históricos
- Estudio de tiempos con cronómetro
- Por descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados (Métodos de medición del tiempo (MTM), arreglo modular de tiempos estándar predeterminados (MODAPTS), combinación de movimientos de los objetos (técnica MOST)).

- Método de la observación instantánea (muestreo del trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

Cualquier técnica que apliquemos nos proporcionará el tiempo, tipo o estándar del trabajo medido.

Existen varias ventajas de la medición del trabajo, en los procesos productivos, entre las cuales podemos encontrar.

- a) Sirve de base para establecer de manera estimada los costos de la producción.
- b) Ayuda a la planeación y programación de la producción.
- c) Se aplica en el establecimiento de las cargas de trabajo
- d) Sirve para establecer los estándares de producción.
- e) Ayuda a determinar el salario devengable para esa tarea específica.
- f) Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control.
- g) Facilita al supervisor en las labores diarias balanceando las tareas para cada trabajador.
- h) Sirve de base en el cálculo de inversión de capital para compra de equipo.
- i) Se aplica directamente para el cálculo de las promesas de entrega al cliente.
- j) Organización efectiva en tamaño y estructura.
- k) Planeación, control y presupuestos.
- l) Consideraciones de diseño del trabajo y de factores humanos.
- m) Determinación de procesos de producción.

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible con base a un limitado número de observaciones, el tiempo necesario para llevar cabo una operación con arreglo a una norma preestablecida.

En el presente trabajo, se tomaron los tiempos por medio de cronómetro, durante la construcción del prototipo (Niebel et. al., 2004).

2.1.6 BALANCEO DE LÍNEAS

El problema referente a determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una línea de producción, es análogo al determinar el número de operarios asignado a una estación de trabajo.

La tasa de producción de una línea de ensamble, dependerá del operario más lento (Niegel et. al., 2004).

- a) Se establece la gráfica de precedencia, por medio de una matriz.
- b) Se determina el peso de posición, para cada unidad de trabajo, este peso se obtiene de sumar cada unidad de trabajo, y todas las que deben de seguirle.
- c) Cada elemento se asigna a las estaciones de trabajo. Este proceso se basa en los pesos de posición.
- d) Se determina el tiempo de ciclo del sistema mediante:

$$\text{Horas trabajadas por día/Piezas por día} = \text{tiempo de ciclo.}$$

El balanceo más favorable se establece para tiempos menores al tiempo del ciclo del sistema.

CAPITULO

3

CAPITULO: 3

3.1 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL PROCESO DE MANUFACTURA

En este capítulo se presentan de manera clara las técnicas que se utiliza para realizar el diseño del proceso, así como la información que se obtiene de cada una de estas herramientas.

3.1.1 DISEÑO DE PROCESOS

El objetivo es crear productos económicos y fiables, para lo cual es necesario realizar un diseño de procesos, ya que la finalidad es seleccionar y definir, en detalle, el proceso que debe ser ejecutado con el fin de transformar un material en bruto en una forma dada. El objetivo primario es definir procesos factibles

De acuerdo a la metodología de Singh (1996), el presente trabajo se enfoco a una sola etapa que es:

“Determinar las operaciones de manufactura y su secuencia, proporcionando un tiempo estimado de fabricación el cual se obtuvo de la construcción del prototipo”.

El objetivo es seleccionar las operaciones y sus secuencias, las cuales son comunes, económicas y manuales, basándose en los productos a fabricar.

El tiempo estimado de fabricación es importante por que, este permitirá conocer cuanto se podrá fabricar en una jornada de trabajo.

3.1.2 TÉCNICAS DE REGISTRO Y ANALISIS

Las técnicas que se mencionan a continuación son las que se utilizan, para que todas las operaciones necesarias para la construcción de la carcasa, pueda organizarse en un método lógico y económico de fabricación.

Para poder especificar los pasos que deberán de seguir los operadores, estas técnicas se usan en el análisis, medición y comunicación de la actividad manual, con el propósito de especificar, registrar, informar, presentar, visualizar, explicar y mejorar el método (Krick,1996).

Las principales herramientas que se utilizaron para realizar el presente trabajo fueron:

1. Planos de referencia
2. Lista de materiales
3. Grafica de "DE-A"
4. Gráficas de ensamble
5. Diagrama de proceso de la operación
6. Diagrama de flujo del proceso
7. Diagrama de recorrido
8. Hojas de ruta

Para obtener el número de operadores necesarios para cumplir con la demanda, se realiza un balanceo de líneas, utilizando la gráfica de precedencias.

1.-Planos de referencia: Es cualquier dibujo o croquis utilizado por el diseñador de herramientas ó planeador de procesos, con la finalidad de entender cada una de las partes del producto.

La función principal es dar a conocer como se requiere el producto.

En este trabajo se hizo referencia a los planos proporcionados por Legaria (2009), con los cuales conocemos las dimensiones y requerimientos de diseño, para llevar acabo la etapa del diseño de procesos que es la determinación de las operaciones y su secuencia.

2.-Lista de materiales:

En esta tabla muestra la relación que existe entre lo que se produce y la posible demanda, muestra un panorama mas amplio acerca de las características de las piezas a fabricar, esta puede ser utilizada en varios departamentos, tales como: compras, ventas y producción, pues esta contiene información la cantidad de piezas a fabricar, para llegar al producto final (Sule, 2001).

La información contenida en esta tabla es:

1. Número de la pieza de acuerdo a los planos proporcionados.
2. Nombre de la pieza
3. Unidades requeridas
4. Material utilizado
5. Peso de cada parte

3.-Grafica de DE-A

Para conocer que pieza del producto tiene mayor influencia en el proceso de manufactura se, utilizar la grafica DE-A, ya que es la más utilizada debido a que al aplicar esta técnica se le da la importancia que cada pieza tiene.

La forma de esta gráfica es una matriz, en la cuál se colocan los procesos de manera horizontal para A y de manera vertical para DE, y a cada movimiento de A corresponde uno en DE.

En cada movimiento se coloca el valor de importancia de la parte.

Para evaluar la mejor alternativa, se asigna una penalidad en puntos para cada movimiento dependiendo de que tan lejos de "DE a "A" esté la parte.

De R a A, son departamentos unidos o juntos, así que se multiplica el valor de importancia por una vez.

De R a B serían dos bloques, así que multiplicamos el valor por los dos bloques

Tres bloques, el valor por tres veces y así sucesivamente, para las que se encuentren debajo de la diagonal, se multiplica por el número de departamentos que se tenga que

retroceder, y finalmente se multiplica por 2, por encontrarse debajo de la diagonal, las cantidades al final se suman, y se dividen, es decir la suma sin penalización entre la suma con penalización, obteniendo de esta manera el porcentaje de eficiencia del proceso (Carazo Luna, 2008).

Tabla 1: Gráfica de DE- A (Carazo Luna, 2008).

		A							
		R	A	B	C	D	F	F	S
DE	R	1							
	A		1						
	B			1					
	C				1				
	D					1			
	F						1		
	F							1	
	S								1

Esta gráfica arroja información sobre la eficiencia del layout existente.

3.-Grafica de ensamble:

Típicamente se usan para dar una macrovista general, de cómo se unen materiales y subensambles para formar un producto terminado. También resultan útiles para planear sistemas de producción, servicios cuando estos involucran el procesamiento de bienes tangibles (Gaither ,2000).

La gráfica de ensamble muestra cada paso en el proceso de ensamble, y las partes que pasan hasta el producto final (Schroeder ,1992).

La gráfica de ensamble se auxilia de círculos y recuadros, para representar alguna operación o inspección, a un costado del círculo se debe especificar que operación se esta llevando acabo y en el interior del círculo se anota la secuencia de la operación que se esta realizando, puede ser un número, letra ó ambas .Esta gráfica se puede ejemplificar de varias formas, la más usada en la industria es en la que se dibuja de izquierda a derecha, hasta llegar al ensamble final (Monks, 1991).

4.-Diagrama de proceso de la operación:

Esta gráfica muestra por lo general los materiales al entrar al proceso, las operaciones que se realizan y el orden de ensamble (Krick, 1996).

Permite estudiar las fases del proceso en forma sistémica ó mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demora, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo, añade más información con respecto a la manufactura real de los componentes del producto y proporciona el tiempo estándar para cada operación (García Criollo, 2005).

Aparte de mostrar la secuencia cronológica ideal, este diagrama una distribución de planta ideal, sirve de base para desarrollar nuevas distribuciones y mejorar las existentes (Niegel et. al., 2004).

Esta gráfica se construye a partir de círculos, los cuáles son las operaciones, los cuadros, representan las inspecciones y líneas muestran entradas de material y el flujo de las operaciones.

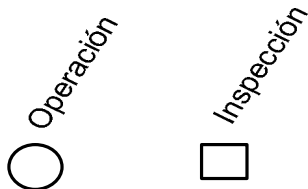


Figura 6: Símbolos para diagrama de operación (García criollo, 2005).

Para construir este diagrama se realizan los siguientes pasos:

1. Seleccionar la pieza: Generalmente se debe de seleccionar la pieza con mayor número de operaciones.
2. Trazar una línea de material horizontalmente en la parte superior derecha del diagrama, arriba de la cuál se anota una descripción del material.
3. Se traza una línea vertical de recorrido desde el extremo derecho de la línea horizontal del material.

4. Se dibuja el primer símbolo de la operación o inspección que se lleve a cabo.
5. A la derecha de este símbolo se anota una breve descripción de la acción.
6. A la izquierda del símbolo se anota el tiempo para llevar a cabo el trabajo.
7. Este procedimiento se continúa hasta que otro componente se une al primero.
8. Se traza una línea de material para indicar el punto donde el segundo componente entra en el proceso, si el material es comprado, se debe anotar directamente sobre la línea del material, con una descripción breve.

Las operaciones se enumeran correlativamente, para fines de identificación y referencia, en el orden en que son diagramadas (García Criollo, 2004).

La información que contiene este diagrama es

1. Nombre de la pieza
2. Los productos que se compran
3. La secuencia de fabricación
4. La secuencia de ensamble
5. Tiempo observado por operación
6. Dimensiones de las partes
7. Resumen expuesto en un recuadro, sobre el número de operaciones, de inspecciones y el tiempo total de fabricación.

5.-Diagrama de flujo de proceso:

Contiene mucho más detalle que el diagrama de procesos de la operación, es muy valioso ya que registra costos ocultos como, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales una vez detectados los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y por ende sus costos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su proceso, por lo que requiere símbolos adicionales.

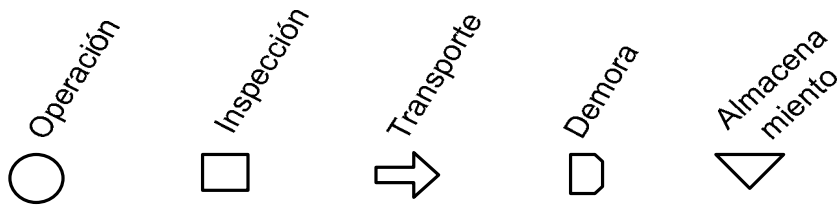


Figura 7: Símbolos para diagrama de flujo de procesos (García Criollo, 2005).

En este diagrama una pequeña flecha representa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro.

Una D indica una demora, que es cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo.

Un triángulo, significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene y se protege contra el movimiento no autorizado.

Para cada evento del proceso se marca el símbolo adecuado, e indica los tiempos de proceso ó demora y la distancia de los transportes.

Para determinar la distancia que se mueve se tiene que medir con exactitud, cada movimiento con un flexómetro.

Tiene un gran valor para mejorar una distribución de planta (Niebel et. al., 2004).

6.- Diagrama de recorrido:

Se utiliza para completar el análisis del proceso, se indican las máquinas o estaciones del proceso, y se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo de proceso.

7.-Hoja de ruta:

Resulta aun más detallada que una gráfica de ensamble, ya que muestra las operaciones y la ruta que se requiere para una parte individual. Se enlista cada operación en una máquina ó manual, junto con las herramientas y el equipo que se necesita en algunos casos se muestran los tiempos de producción de la operación (Schroeder ,1992).

La información se utilizará en muchas fases de la planeación futura, pues con toda la información contenida, se puede determinar el número y los tipos de máquina, el número y capacidad de los empleados.

La hoja de ruta, es una lista preparada del orden, en que se ejecutarán las operaciones en cada una de las piezas a maquinar (Sule ,2001).

La información que contienen estas hojas de ruta es

1. Nombre del producto
2. Nombre y número de la parte
3. Código de referencia
4. Número de ensamble ó subensamble
5. Material
6. Número de hoja de proceso
7. Número de operación
8. Descripción breve de cada operación
9. Tipo de máquina de cada operación
10. Tasa de producción por hora
11. Costo de mano de obra directa
12. Tiempo estándar y de preparación necesario para cada operación

3.1.3 SELECCIÓN DE OPERACIONES Y SU SECUENCIA.

A continuación se presenta un resumen del diseño de procesos, para la fabricación de la carcasa del calentador de alta eficiencia.

Como se especifico anteriormente el presente trabajo, solo se enfoca en una etapa, en la cual se realiza la selección de operaciones y su secuencia, así como establecer un tiempo de fabricación, basado en la construcción del prototipo.

La información contenida en el documento será de gran ayuda en para la fabricación futura de la carcasa del calentador, ya que muestra el proceso a seguir, además, se tendrá una base para comparar y realizar mejoras futuras.

Para determinar las operaciones de manufactura y su secuencia así como el tiempo estimado de fabricación, se desarrollaron las técnicas mencionadas anteriormente (sección 3.2).

Para seleccionar las operaciones necesarias para manufacturar la carcasa del calentador de alta eficiencia:

- 1) Se necesita conocer el diseño, es decir conocer los planos y los requerimientos que especifique el diseñador, para tener los datos de manera clara y ordenada
- 2) Se realizó una lista de partes ó componentes, en esta se especifica las piezas que se manufacturan y cuáles se compran, lo cual es de gran ayuda para iniciar el diseño del proceso.

Una vez que se analizaron las piezas y se conoce principalmente su forma geométrica, así como la materia prima a utilizar.

- 3) Se eligen operaciones de manufactura, estas deben ser lo más sencillas y comunes como sea posible ó hasta donde el diseño lo permita, estas operaciones seleccionadas se planifican a fin de obtener el más eficiente proceso y se documenta.

La selección de las operaciones para manufacturar cada pieza de la carcasa del calentador, se realizó basándose en la geometría, material y maquinaria disponible.

Se establece la secuencia de las operaciones, después de analizar todos los puntos anteriormente mencionados, la secuencia de estas operaciones son las adecuadas, ya que el realizarlas en diferente orden o secuencia complicaría el proceso de manufactura por las características de cada pieza, por ejemplo en el cuerpo ó envolvente, si después de medir y cortar en lugar de troquelar, se realiza el doblado de la pieza, para troquelarla sería imposible ó complicado, provocando errores y retrasos.

- 4) Con el conocimiento del producto, se tiene la capacidad de elaborar un diagrama de flujo del proceso productivo y por último se obtiene el tiempo de fabricación con cronómetro, este tiempo se obtiene durante la construcción del prototipo.

Una vez puesto en marcha el proyecto, podrá evaluar y corregir el modelo de simulación comparándolo con la realidad y analizar las causas de posibles discrepancias.

Nuevamente se optimizará el sistema y se documentarán los cambios, tornándose en un proceso iterativo.

El material seleccionado para la carcasa fue la lámina negra calibre 22, esta selección la realizó la diseñadora de la carcasa, este material lo eligió basándose en el proceso de pintura que comúnmente es aplicado a los calentadores que se fabrican en empresas bien establecidas.

El material que se compra son bisagras y una manija, la bisagra es de acero, el nombre comercial de el tipo de bisagra utilizada es la llamada de libro, la cuál se ensambla a la puerta del calentador, la manija será de lámina negra, la cuál se pretende comprar ya que es una pieza pequeña.

Para poder construir cada uno de los componentes o piezas que integran la carcasa del calentador, se necesitaron otros procesos preparatorios, como ocurrió en este caso, los cuáles son comunes, y su secuencia es lógica.

El proceso de manufactura para el ensamble, se realizó por medio del método de unión permanente, el cuál se encuentra dentro del ensamble mecánico, como se muestra en la figura (3 del capítulo 2), se realizó por medio de remaches pop de 1/8 diámetro x 1/8 de largo.

A continuación se presenta un resumen de las operaciones, secuencia y construcción de cada una de las piezas que componen la carcasa del calentador.

1. **Cuerpo ó envolvente:** Al analizar los dibujos de diseño y de acuerdo a la maquinaria existente en el taller, se seleccionaron las operaciones que se presenta en la gráfica de procesos de operación, la secuencia de las operaciones, es la adecuada, ya que facilita la construcción de la pieza, lo cuál se comprobó en la construcción del prototipo.

Esta pieza es la de mayor tamaño, en primer lugar se realizó el corte de la lámina, después el troquelado, barrenado, doblado y remachado, esta secuencia se decidió, pues en caso de que la secuencia sea diferente, se complica llevar a cabo las operaciones, por ejemplo si primero se dobla y después se barrena, será complicado colocar el cuerpo en el taladro fijo ó troquelarlo, de acuerdo a las características de la troqueladora utilizada, sería imposible meter el envolvente para realizar la operación.



Figura 8: Cuerpo ó envolvente.

2. **Tapa superior:** como se mencionó anteriormente, las operaciones se seleccionaron analizando la pieza y en base a la maquinaria disponible, la secuencia se eligió en base a su geometría, en primer lugar se cortó, después se troqueló, ya que como muestra el diseño, la tapa se ensambla con el difusor de gases, por lo que el corte debe de ser exacto,

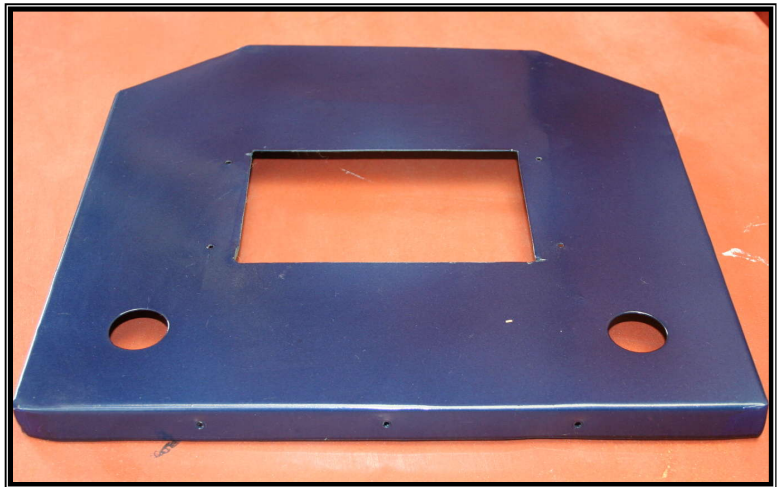


Figura 9: Tapa superior.

en caso contrario no quedaría de manera correcta el difusor, se decidió troquelar, debido a que el corte es en medio de la carcasa, la secuencia de las operaciones, de igual manera que la pieza anterior, busca que la construcción sea lo más fácil posible y evite demoras.

3. **Difusor de gases:** la construcción del difusor a simple vista parece ser complicado por su forma, pero una vez analizado, las operaciones para construirlo son sencillas y en el momento de construirlo se comprueba, ya que no presentó gran dificultad su manufactura, esta solo se basa en corte y dobléz, esta pieza lleva puntos de soldadura, por lo que es una de las piezas que recorre una larga distancia para ser punteada, ya que como muestra el diagrama de recorrido(figura 24) es la máquina más alejada.



Figura 10: Difusor de gases.

4. **Cinturón de seguridad:** este se forma de dos partes, los cintos laterales y la pieza de centro. La pieza de centro es troquelada para proporcionar una mayor precisión y barrenada, para poder incluir el termostato en el calentador, pero de una manera estética, en cuanto a los cintos, son de



Figura 11: Cinturón de seguridad

gran importancia ya que es para proporcionar mayor seguridad en caso de temblores, etc., este fue sumamente sencillo, ya que solo consta de corte, dobléz y barrenado.

5. **Base puerta:** esta pieza al igual que las anteriores, sus operaciones son sencillas y su secuencia busca evitar dificultades, por lo que primero se corta y después se dobla.

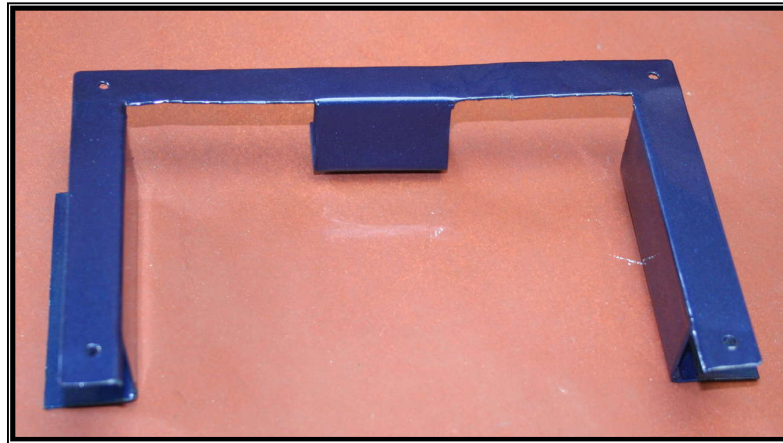


Figura 12: Base puerta.

6. **Puerta:** esta pieza solo se cortó y dobló, pero se le dejó una pequeña pestaña para que sirva de seguro y de tal manera que al cerrarla se mantenga así, para evitar que al jalar la puerta esta se desdoble, se le colocaron pequeños puntos para darle una mayor resistencia, es otra de las piezas que va a la máquina mas alejada, que es la punteadora.

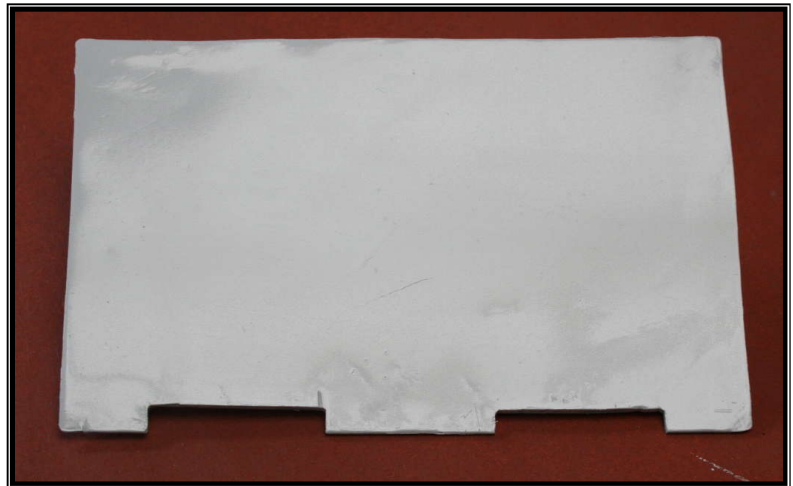


Figura 13: Puerta.

7. **Tapa inferior:** en esta pieza cada uno de los barrenos son necesarios ya que de esta manera se mejora la combustión, en las operaciones primero se barreno y luego se dobló, ya que si se realiza de manera inversa, se complica la operación de barrenado, ya que será complicado colocarla y centrarla en el taladro y más aún sujetarla.

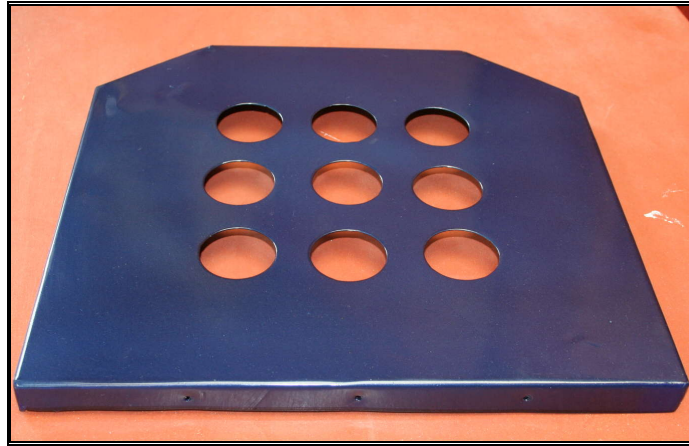


Figura 14: Tapa Inferior.

Para obtener los tiempos de cada operación, se tuvo que construir el prototipo en colaboración con la diseñadora, estos tiempos se obtuvieron utilizando la toma de tiempos con cronómetro, los cuales se registraron en los diagramas que se presentan en el capítulo 4.

En general todos los diagramas que se presentan a continuación, muestran información de importancia para manufacturar la carcasa del calentador.

3.2 BALANCEO DE LÍNEAS.

El primer paso para solucionar un problema, es determinar la secuencia de los elementos de trabajo, en este caso se tomó el diagrama de ensamble, de esta manera se determinó la precedencia de los elementos y se construye la matriz de precedencia.

La matriz de precedencia se construye colocando un 1 que significa la relación debe preceder.

Después se calcula un peso de posición para cada unidad de trabajo, este cálculo es la suma de cada unidad de trabajo y todas las que deben seguirle, y se ordenan de acuerdo al peso.

A continuación se saca el tiempo de ciclo del sistema, este es el tiempo de la zona, ó estación que limita.

Este se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de ciclo del sistema (min. / Unidad)} = \frac{\text{min. / día de trabajo}}{\text{Producción por día}}$$

Por último se balancea la línea, los elementos de trabajo deben asignarse a las distintas estaciones de trabajo, este proceso se basa en los pesos de posición, es decir los elementos de trabajo con pesos más grandes se asignan primero, y el tiempo de ciclo del sistema, el elemento con el peso de posición más alto se asigna a la primera estación. El tiempo no asignado, de esta estación se determina restando la suma de los tiempos de los elementos asignados del tiempo de ciclo estimado.

Si se tiene un tiempo adecuado sin asignar, se elige el elemento de trabajo con el siguiente peso de posición más alto, siempre que ya se hayan asignado los elementos en la columna de predecesores inmediatos. Una vez agotado el tiempo disponible en una estación de trabajo, se analiza la siguiente y el procedimiento continúa hasta asignar todos los elementos (Niebel et. al., 2004).

CAPITULO

4

CAPITULO: 4

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos, la información que contiene cada una de las herramientas utilizadas para el diseño del proceso, favorece el proceso de producción de la carcasa del calentador, pues especifica de manera clara las actividades necesarias para construirla, así como el orden en que se deben de llevar acabo, y el número de personas necesarias para cumplir con la demanda pronosticada.

4.1 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de las técnicas descritas anteriormente (Capítulo 3 sección 3.1.2 y 3.2).

- A) Planos de referencia
- B) Tabla de análisis de las piezas de trabajo
- C) Grafica "DE-A"
- D) Grafica de ensamble.
- E) Diagrama de proceso de la operación
- F) Diagrama del flujo de procesos
- G) Diagrama de recorrido
- H) Hojas de trabajo
- I) Balanceo de línea

4.1.2 PLANOS DE REFERENCIA

Para realizar el diseño de procesos, es necesario conocer los requerimientos de el diseño, para lo cuál sirven los planos de referencia Legaria (2009), con el objetivo de ilustrar

estos planos se presenta el explotado de la carcasa que contiene todas las piezas a manufacturar.

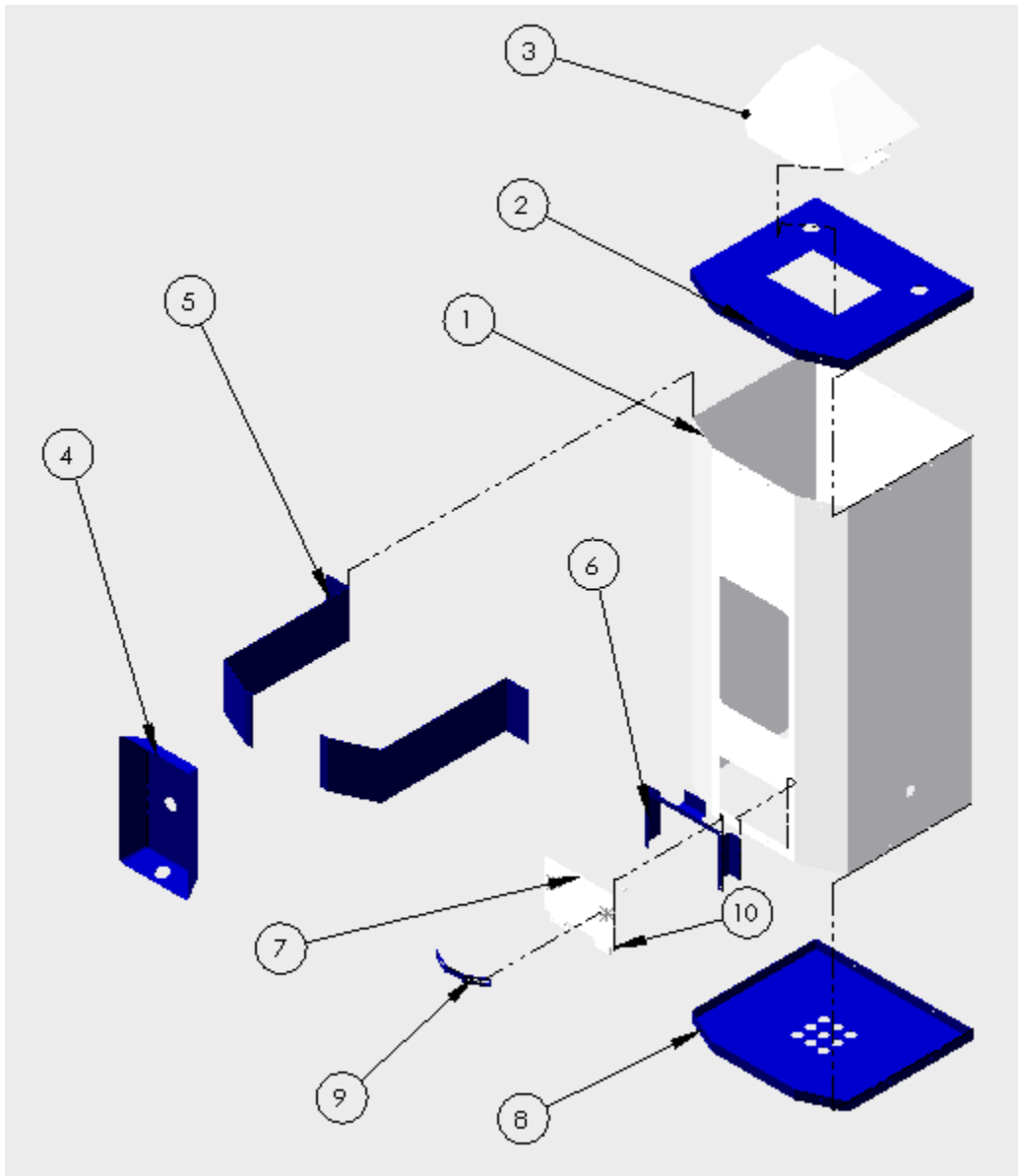


Figura 15: Explotado de carcasa sombreado (Legaria 2009).

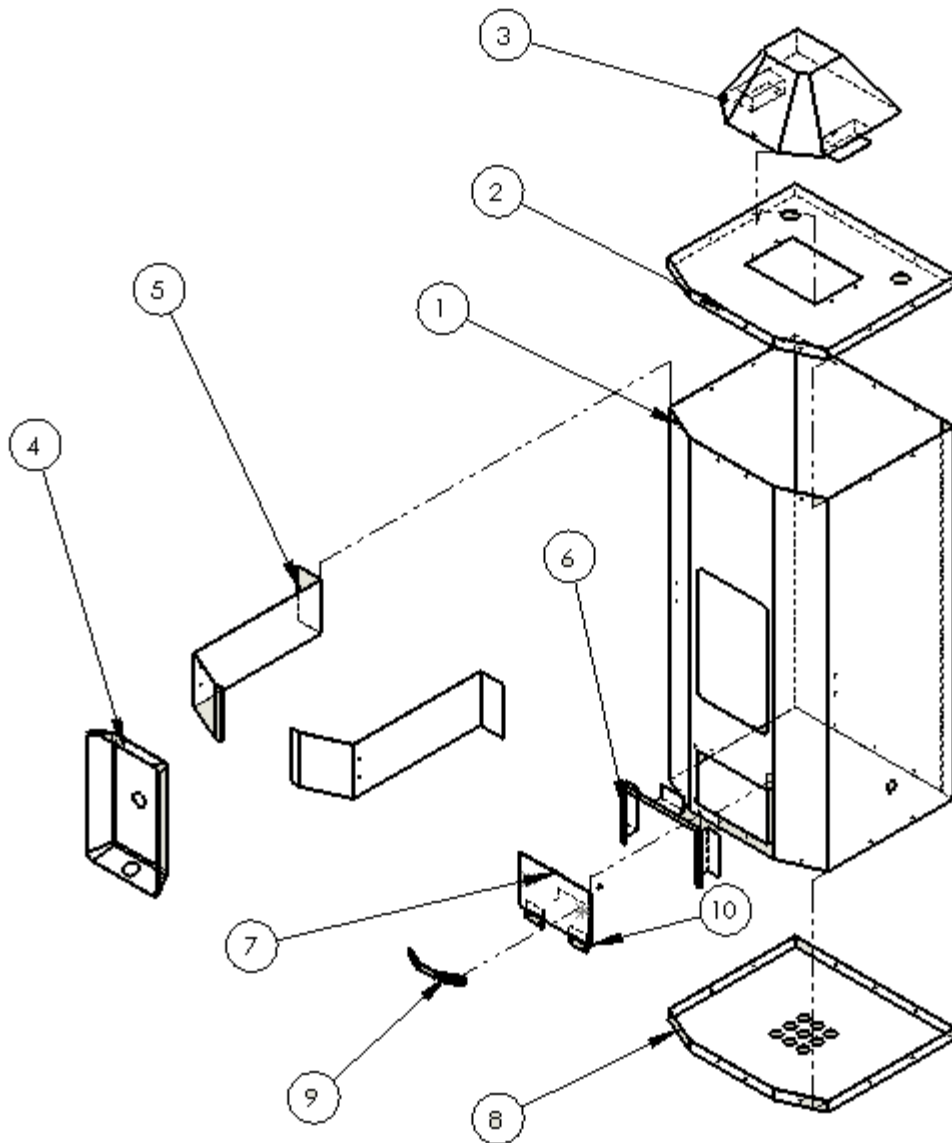


Figura 16: Explotado de carcasa del calentador alambre (Legaria 2009).

4.1.3 TABLA DE ANÁLISIS DE LAS PIEZAS DE TRABAJO

Para conocer e identificar cada una de las piezas que forman parte de la carcasa del calentador de alta eficiencia se elaboró la tabla 2, en donde se pueden encontrar las dimensiones, así como información sobre si se hace o se compran las piezas, la cantidad necesaria para ensamblar una carcasa y el material del cuál están hechas.

Con el fin de identificar cada una de las piezas a las cuales se hace referencia en la tabla 2, se muestran las figuras 15 y 16, en la cuál el número que corresponde a cada pieza, coincide con el que muestra el dibujo de ensamble.

El código hace referencia a la secuencia de ensamble de las piezas.

Cuerpo ó envolvente	CCAEC-01
Tapa superior	CCAETS-02
Difusor de gases	CCAEDG-03
Pieza de centro	CCAEP-04
Cintos laterales	CCAEL-05
Base puerta	CCAEBP-06
Puerta	CCAEP-07
Tapa inferior	CCAETI-08

Tabla 2: Análisis de piezas de trabajo.

LISTA DE PARTES					
Compañía: U.T.M.			Preparado por:		R.S.Y
Producto: Carcasa del calentador			Fecha:10/8/08		
Parte No.	No de parte:	Cantidad /Unidad	Material	Medidas (cm).	Hacer ó comprar
1	Cuerpo ó envolvente	1	Lámina negra calibre 22	125.95x69.0	Hacer
2	Tapa superior	1	Lámina negra calibre 22	39.15 x 35.65	Hacer
3	Difusor de gases	1	Lámina negra calibre 22	80.45x19.81	Hacer
4	Pieza de centro	1	Lámina negra calibre 22	36.15x27.15	Hacer
5	Cintos laterales	2	Lámina negra calibre 22	37.44x10.00	Hacer
6	Base puerta	1	Lámina negra calibre 22	17.00x11.00	Hacer
7	Puerta	1	Lámina negra calibre 22	24.76x15.00	Hacer
8	Tapa inferior	1	Lámina negra calibre 22	39.15+35.65	Hacer
9	Manija	1	Lámina negra calibre 22	11.74x1.5	Comprar

10	Bisagra	2	Acero	3.8x3.4	Comprar
----	---------	---	-------	---------	---------

4.1.4 GRAFICA DE "DE-A"

Esta gráfica se elaboró para identificar que componente de la carcasa del calentador de alta eficiencia es el que tiene mayor importancia en el layout de la planta y en el proceso de manufactura.

En la tabla 3, se muestra la importancia de cada pieza de acuerdo a el peso que cada una tenga, la de mayor peso será la de mayor importancia en el proceso, la lámina negra calibre 22 tiene un peso de 6.105 Kg. /m² (Grupo collado, 2006).

TABLA DE PESOS:

Tabla 3: Tabla de pesos.

	Nombre de la pieza	No. De piezas para cada carcasa	Peso en Kg.	No de piezas por día	Peso total	Porcentaje de importancia
1	Cuerpo ó envolvente	1	5,30558078	9	47,750227	0,47750227
2	Tapa superior	1	0,85207332	9	7,66865991	0,0766866
3	Difusor de gases	1	0,7310826	9	6,57974342	0,06579743
4	Tapa inferior	1	0,85207332	9	7,66865991	0,0766866
5	Pieza de centro	1	0,59918896	9	5,39270065	0,05392701
6	Cintos laterales	2	0,4571424	9	4,1142816	0,04114282
7	Base puerta	1	0,1141635	9	1,0274715	0,01027472
8	Puerta	1	0,2267397	9	2,0406573	0,02040657

De acuerdo a la tabla de pesos, el cuerpo ó envolvente es el que tiene mayor peso, seguido por la tapa superior, inferior, difusor de gases, pieza de centro, cintos laterales, puerta y base puerta, por lo tanto la primer pieza en realizar, su recorrido es el cuerpo ó envolvente,

siguiendo el orden de acuerdo a su importancia, como se observa en la gráfica de DE-A que se muestra a continuación.

En la gráfica de DE-A se muestran cada uno de los departamentos ó estaciones por las cuales pasa la pieza, los resultados de esta gráfica, sirven principalmente para identificar en que partes existe backtracking ó retrocesos, y para hacer una mejor distribución de planta, por lo tanto los resultados que se muestran a continuación, servirán para quien realice la distribución de planta, ya que muestra que departamentos deben de estar juntos, para que se realicen los menores retrocesos posibles.

Nombres de los departamentos que se muestran en la gráfica:

- R: entrada
- M: mesa de operaciones
- C: cizalla
- T: troqueladora
- B: taladro
- D: dobladora
- P: punteadora
- S: salida

Tabla 4: Gráfica de “DE-A” sin penalización actual.

		GRAFICA DE "DE-A"							SUMA
	R	P	T	C	M	D	B	S	
R					0,82242401				0,82242401
P					0,06579743	0,06579743			0,13159487
T							0,608115875		0,60811588
C			0,608115875			0,13762154	0,076686599		0,82242401
M				0,82242401		0,1533732		0,80201744	1,77781465
D		0,08620401			0,682293			0,02040657	0,78890358
B					0,2073002	0,47750227			0,68480247
S									0
									5,63607947

En la Tabla 4 se va realizando el recorrido de cada pieza, de tal manera que cada movimiento en DE corresponde a un lugar en A, por ejemplo en el caso del cuerpo ó envolvente, cuando entra la materia prima va directamente a la mesa de operaciones es decir va de la entrada a mesa de operaciones, y se coloca su porcentaje de importancia, hasta terminar su proceso, de manufactura, y así sucesivamente para cada pieza.

Pero para hacer una mejor evaluación se realizan penalizaciones, las cuáles se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 5: Gráfica de “DE-A” con penalización actual.

		GRAFICA DE "DE-A"							SUMA
	R	P	T	C	M	D	B	S	
R					3,28969605				3,28969605
P					0,1973923	0,26318974			0,46058204
T							2,432463502		2,4324635
C			1,216231751			0,27524308	0,230059797		1,72153462
M				1,64484803		0,1533732		2,40605232	4,20427354
D		0,68963206			1,364586			0,04081315	2,0950312
B					0,82920082	0,95500454			1,78420536
S									0
									15,9877863

Dependiendo de que tan alejado se encuentren los departamentos, se asigna una penalización, como en el caso del segundo renglón de la tabla 4, de la punteadora a la mesa existen 2 bloques por lo tanto se multiplica por 2, de la mesa a la cortadora existe un bloque, por lo cuál se multiplica por 1 debido a que se tiene que retroceder un departamento y después, por 2 por la penalización, obteniendo el valor que se muestra en la tabla 5.

Para obtener la eficiencia del layout, es la suma con penalización entre la suma sin penalización.

$$\text{EFICIE NCIA} = \frac{\text{SUMA SIN PENALIZACION}}{\text{SUMA CON PENALIZACION}} = 0,35$$

La eficiencia que se muestra, es el grado en el cuál es el layout es adecuado para el proceso, como se puede observar esta es baja, y existen muchos retrocesos, por lo tanto se busca mejorar, esto se realiza identificando las áreas con mayor penalización, y principalmente las que provoquen retrocesos, estos se identifican por que sus valores se encuentran debajo de la diagonal, y se busca acercarla, es decir se recorre la máquina como se muestra en seguida.

En la tabla (6) se observa que algunas maquinas se cambian de posición para aumentar la eficiencia y disminuir los retrocesos en el proceso

Tabla 6: Gráfica de "DE-A" sin penalización para propuesta.

	GRAFICA DE "DE-A"								SUMA
	R	P	T	B	C	M	D	S	
R						0,82242401			0,82242401
P							0,065797434	0,02040657	0,08620401
T				0,60811588					0,60811588
B						0,2073002	0,47750227		0,68480247
C			0,608115875	0,0766866			0,137621538		0,82242401
M						0,82242401	0,153373198	0,80201744	1,77781465
D		0,08620401					0,74809043		0,83429444
S									0
									5,63607947

Tabla 7: Gráfica de "DE-A" con penalización para propuesta.

	GRAFICA DE "DE-A"								SUMA
	R	P	T	B	C	M	D	S	
R						4,11212006			4,11212006
P							0,328987171	0,12243944	0,45142661
T				0,60811588					0,60811588
B						0,41460041	1,432506809		1,84710722
C			2,432463502	0,1533732			0,275243076		2,86107978
M						1,64484803	0,153373198	1,60403488	3,4022561
D		0,86204007					1,49618087		2,35822094
S									0
									15,6403266

El objetivo de disminuir retrocesos, se logra pero la eficiencia que se obtiene, sigue siendo baja, esto debido a que cada pieza sigue su propio flujo, y por lo tanto es muy difícil lograr una eficiencia muy alta, para mejorar el proceso se redistribuyen las máquinas utilizadas, obteniendo una eficiencia de:

$$\text{EFICIENCIA} = 0,36$$

Por lo tanto para la distribución de planta esta gráfica muestra una propuesta mejorada, aumentando la eficiencia y disminuyendo retrocesos en el proceso.

4.1.5 GRAFICA DE ENSAMBLE

La grafica de ensamble muestra una macrovista de la forma en que se van ensamblando las piezas, para formar la carcasa para el calentador de alta eficiencia, la construcción de esta gráfica, fue realizada y comprobada a partir de la construcción del prototipo.

Esta gráfica ayuda a ver el flujo de materiales y la relación de cada una de las piezas que componen la carcasa del calentador de alta eficiencia. En esencia se considera como un modelo esquemático de todo el proceso de manufactura.

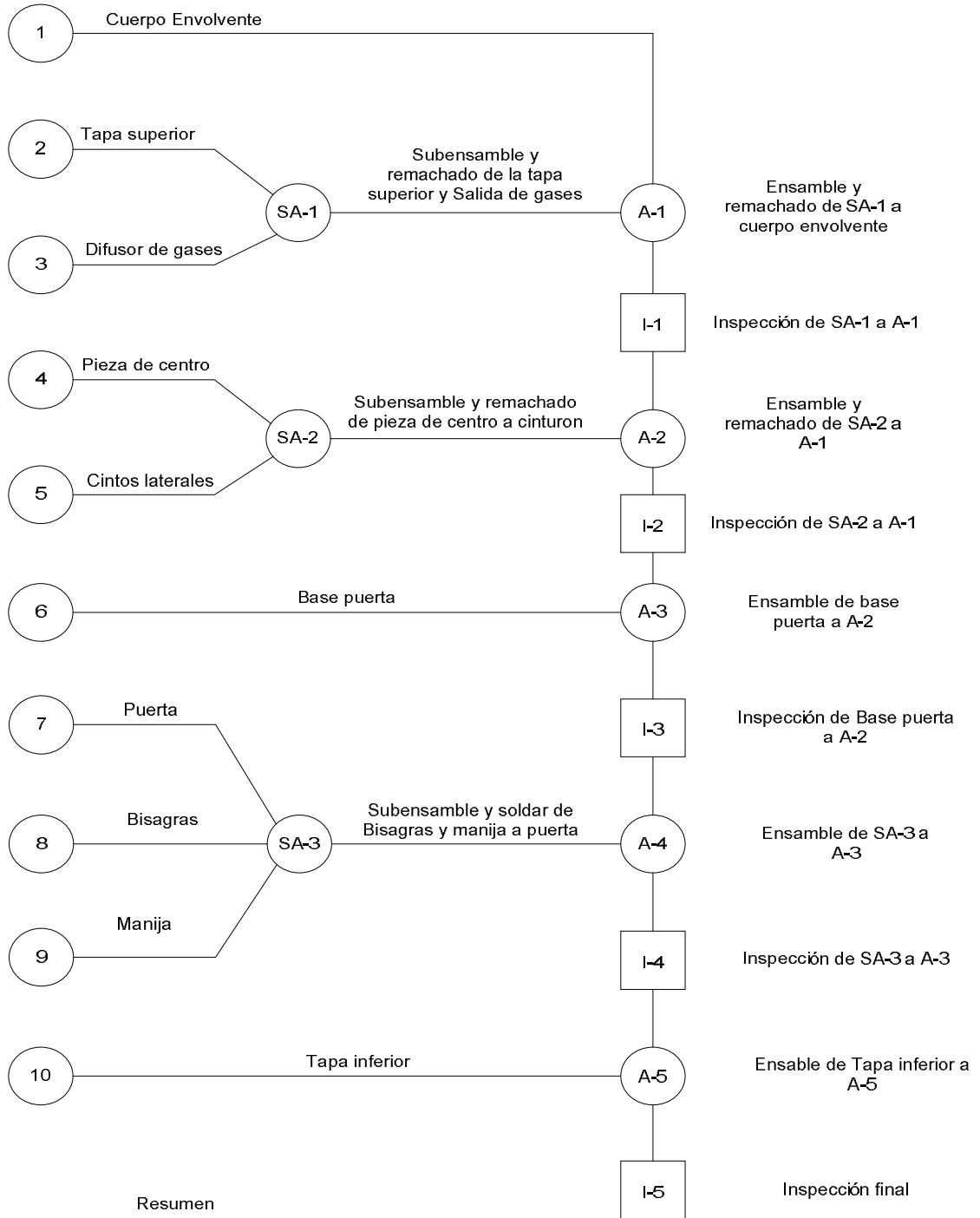
De esta gráfica se puede obtener información sobre la secuencia que siguen los ensambles y subensambles en el proceso de manufactura, así como las inspecciones y en que momento se deben de hacer, para este proceso se debe inspeccionar después de cada ensamble con el cuerpo o envoltente, con el fin de verificar que efectivamente los componentes ensamblados, cumplen con los requerimientos y que no exista ninguna deformidad, al observar este diagrama se identifica desde la primer pieza en el ensamble hasta la última.

DIAGRAMA DE ENSAMBLE PARA LA CARCASA DEL CALENTADOR DE ALTA EFICIENCIA

SA = Operación de subensamblaje

A = Operación de ensamblaje

I = Operación de inspección



Actividad	Cantidad	Referencias
Ensamblajes	5	Elaboró: Yesenia R.S.
Inspecciones	5	Fecha: 15/08/08

Figura 17: Diagrama de ensamblaje de la carcasa del calentador.

La gráfica de ensamble muestra la secuencia o el orden en que se van a manufacturar cada una de las piezas empezando con el cuerpo ó envolvente, este componente es la base sobre la cuál se colocarán las demás piezas, el primer subensamble se lleva acabo entre la tapa superior y la campana, la precisión de estas dos piezas es importante, ya que el difusor se encargará de que los gases no se expandan, o regresen al interior del calentador ayudando a conservar el calor, la tapa superior debe de tener la medida adecuada para poder ensamblar el difusor, este subensamble se coloca sobre el cuerpo ó envolvente, la tapa superior debe de tener las medidas adecuadas, ó estar dentro de la tolerancia, si no ensambla de manera correcta con el calentador, tendrá un efecto en el cuerpo o envolvente de tal manera que puede distorsionarlo, y en caso de quedar grande no sellará de manera adecuada.

Después se continua con otro subensamble que es para formar el cinturón de seguridad, este se realiza con remaches de 1/8x1/8 de pulgada, esta pieza debe de ensamblar perfectamente al cuerpo ó envolvente, ya que por estética, servirá para contener el termostato y darle un cambio a las carcasas comunes, haciéndola más agradable a los ojos del consumidor, los cintos como ya se mencionó anteriormente son para seguridad de los usuarios.

Después se coloca la base de la puerta, al cuerpo ó envolvente, seguida de la puerta, conformada por bisagras y manija, esta se punteará al cuerpo ó envolvente a diferencia de las demás piezas que se ensamblan por medio de remaches y por último se coloca la tapa inferior, este ensamble es el adecuado de acuerdo a la geometría de las piezas y después de analizarlas, el ensamble puede ser de diferentes maneras, pero por sencillo y practico se realizará de la manera especificada en la gráfica de ensamble.

Las inspecciones son necesarias, en caso de que una pieza no se ensamble de manera correcta por no tener las medidas requeridas, se deformará el cuerpo ó envolvente provocando de esta manera problemas en los siguientes ensambles.

Este diagrama es muy importante, para ensamblar un producto, y se puede observar que es muy claro y fácil de entender.

4.1.6 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA OPERACIÓN.

Muestra la secuencia cronológica de las todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación.

Para construir esta gráfica se comparó la propuesta, con la construcción del prototipo para validar la secuencia de las operaciones en cada una de las piezas construidas, la secuencia de las operaciones fue lógica, en el caso de los tiempos de fabricación se tomaron durante la construcción del prototipo, en resumen la gráfica contiene, todas las operaciones e inspecciones necesarias para construir la carcasa del calentador de alta eficiencia. A demás este diagrama nos deja ver una distribución de planta ideal, observándose el flujo general de un producto y secuencia cronológica adecuada (Figura 18: Gráfica de procesos de operaciones).

Esta gráfica, muestra las operaciones para cada componente de la carcasa del calentador, así como su secuencia y el tiempo de cada operación, este tiempo se tomo con cronómetro durante la construcción del prototipo, en la gráfica se puede ver el efecto que tendrá, un cambio en una operación dada sobre las precedentes y subsecuentes, brinda más información acerca del ensamble, en comparación con la anterior, ya que esta muestra, específicamente que operación se realizó para unir cada componente, y el tiempo en que se realizó, los materiales que son comprados, se muestran por medio de una línea horizontal dibujada a la derecha de la línea vertical del flujo de cada pieza, al mismo tiempo se puede observar por medio de qué operación se unen a la pieza, y al final se muestra un resumen, en donde se puede obtener el tiempo total de operaciones.

Se realizaron en total 45 operaciones para construir la carcasa, con 14 inspecciones, cabe mencionar que medir es una inspección, y en este caso se colocó, pero en un futuro cuando se comience a fabricar, lo correcto será eliminarla, ya que por lo general al tener una medida definida el paso de medir se elimina, quedando únicamente las inspecciones del ensamble, las cuales son necesarias.

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

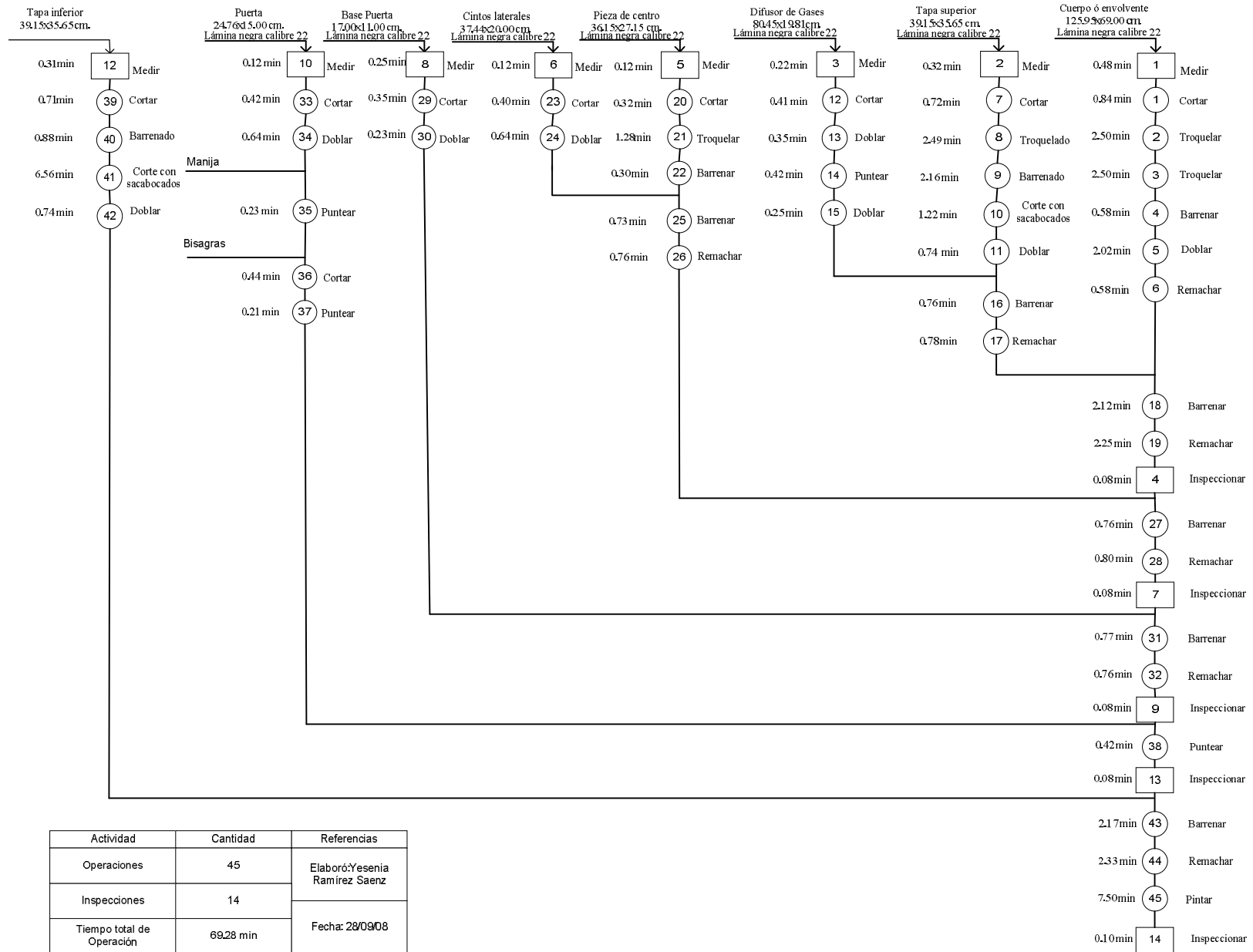


Figura 18: Diagrama de procesos de operaciones.

4.1.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

La gráfica de flujo de procesos nos muestra con mayor detalle el proceso de manufactura, en esta se pueden identificar no solo las operaciones e inspecciones, si no también, recorrido, demoras y almacenamientos.

Esta técnica ayuda a reducir los costos ocultos de un componente, ayuda a reducir la cantidad como duración de los elementos, este diagrama es más completo, ya que muestra a las distancias recorridas para construir cada uno de los componentes de la carcasa del calentador de alta eficiencia, es de mucha ayuda para realizar una distribución de planta, para este proyecto se realizaron diagramas de flujo de procesos para cada una de las partes que componen la carcasa del calentador de alta eficiencia y una general de ensamble.

Esta gráfica esta muy relacionada con el diagrama de recorrido, ya que en el diagrama de recorrido se muestra la ubicación de las máquinas y el camino que sigue cada pieza para ser manufacturada, de la misma manera la secuencia que sigue el proceso de ensamble, dentro del taller de metales.

4.1.8 DIAGRAMA DE RECORRIDO

En esta figura se observa en donde se encuentran colocadas cada una de las máquinas y el recorrido, que cada pieza sigue, cada componente de la carcasa se muestra en un color.

El diagrama de recorrido no es a escala, y va de la mano con el diagrama de flujo del proceso, para proporcionar una mayor información se realizó la tabla 7, que contiene la distancia que existe entre las máquinas.

Tabla 8: Distancia entre máquinas.

DISTANCIA ENTRE MÁQUINAS (metros)						
	Mesa de Operaciones	Cizalla manual	Troqueladora	Taladro	Dobladora	Soldadora por resistencia
Mesa de Operaciones	0	2.40	6.23	1.34	1.15	15.53
Cizalla manual	2.40	0	2.44	6.78	6.59	11.74
Troqueladora	6.23	2.44	0	10.61	10.42	8.60
Taladro	1.34	6.78	10.61	0	1.53	19.91
Dobladora	1.15	6.59	10.42	1.53	0	19.72
Soldadora por resistencia	15.53	11.74	8.60	19.91	19.72	0

La figura 19, muestra todas las operaciones que se llevaron a cabo para construir el cuerpo ó envolvente, pero también la distancia que recorre, para llegar a cada máquina, al mismo tiempo brinda información sobre el tiempo que toma el mover el material de una estación a otra, se observa que las distancias son cortas, como consecuencia el tiempo es mínimo en transportar el material.

En estos diagramas a diferencia del diagrama de proceso de la operación, arroja lo siguiente.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
6	1	7	2	0

Distancia recorrida: 23.33 m.

Tiempo de fabricación: 10.93 min.

Y muestra los tiempos en que se realizó cada una, en tanto en el diagrama de recorrido, se puede visualizar de manera esquemática el recorrido del material dentro del taller, para construir el cuerpo ó envolvente, se observa cada una de las operaciones, transportes, inspecciones, almacenamientos y demoras.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

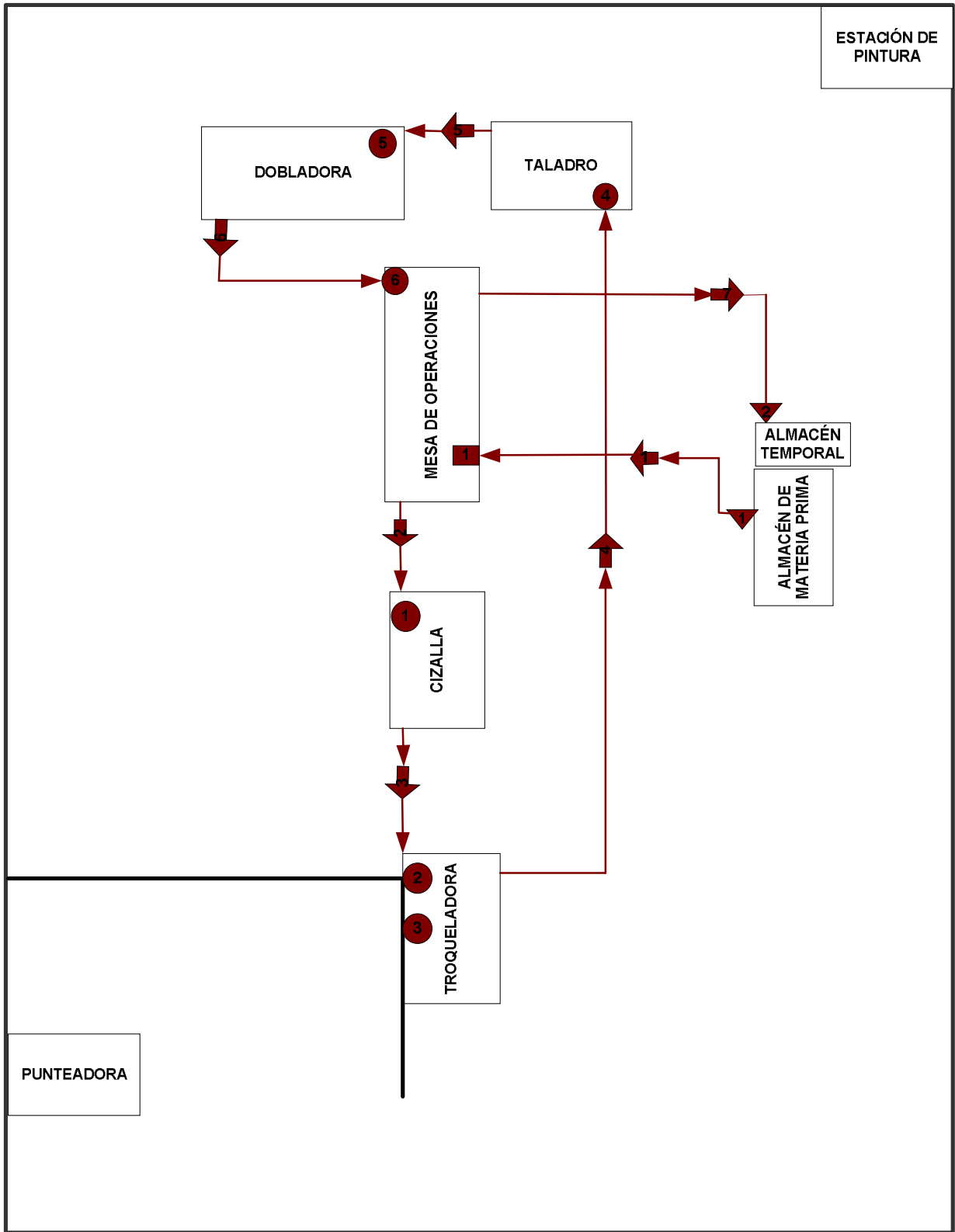
METODO ACTUAL Reg. No. 1
 METODO
 PROPUESTO Pág. 1 de 9 págs.

Nombre del proceso Cuerpo ó envolverte
 Plano No. CCAEC-01 Pieza Cuerpo ó envolverte Diagrama No. 1
 Hombre Material Departamento _____
 Se inicia en: Almacén de material
 Se termina en: Almacén temporal
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación					Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje			
Almacén de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	1	0.29
Medir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.48
Transportar la lámina a sizalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.40	1	0.17
Cortar lámina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.84
Trasportarla a troqueladora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.44	1	0.15
Troquelar lámina para colocar el cinturón de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.50
Troquelar lámina para colocar la puerta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.50
Transportarla al taladro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.61	1	0.43
Barrenar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.58
Transportar a dobladora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.53	1	0.08
Doblar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.02
Transportar para remachar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.15	1	0.06
Remachar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.58
Transportar a almacén temporal, para ensamblar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	1	0.25
Almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 19: Diagrama de flujo del proceso de Cuerpo ó envolverte.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



■ CUERPO O ENVOLVENTE

Figura 20: Diagrama de recorrido de Cuerpo ó envoltente.

De la misma manera la figura 21, presenta el proceso que sigue la tapa superior, para ser construida, de igual manera, esta pieza para su construcción no presenta mayor problema, ya que las máquinas utilizadas para construirla, se encuentran cerca, como se puede visualizar en el diagrama de recorrido de la tapa superior (Figura 22).

El diagrama de flujo de procesos en resumen, proporciona la siguiente información.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
5	1	7	2	0

Distancia recorrida: 22.88 m.

Tiempo de fabricación: 9.03 min.

En tanto el diagrama de recorrido, muestra de manera visual, el recorrido del material para la construcción de la tapa superior.

La ventaja es que todas las máquinas se encuentran cercanas, siendo la más alejada la punteadora, los retrocesos que se pueden observar en el diagrama de recorrido, son debido a la distribución de las máquinas y a la geometría de las piezas, la secuencia es la necesaria.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO ACTUAL Reg. No. 2
 METODO PROPUUESTO Pág. 2 de 9 págs.

Nombre del proceso Tapa superior

Plano No. CCAET-S-02 Pieza Tapa superior Diagrama No. 2

Hombre Material Departamento

Se inicia en: Almacén de material

Se termina en: Almacén temporal

Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08

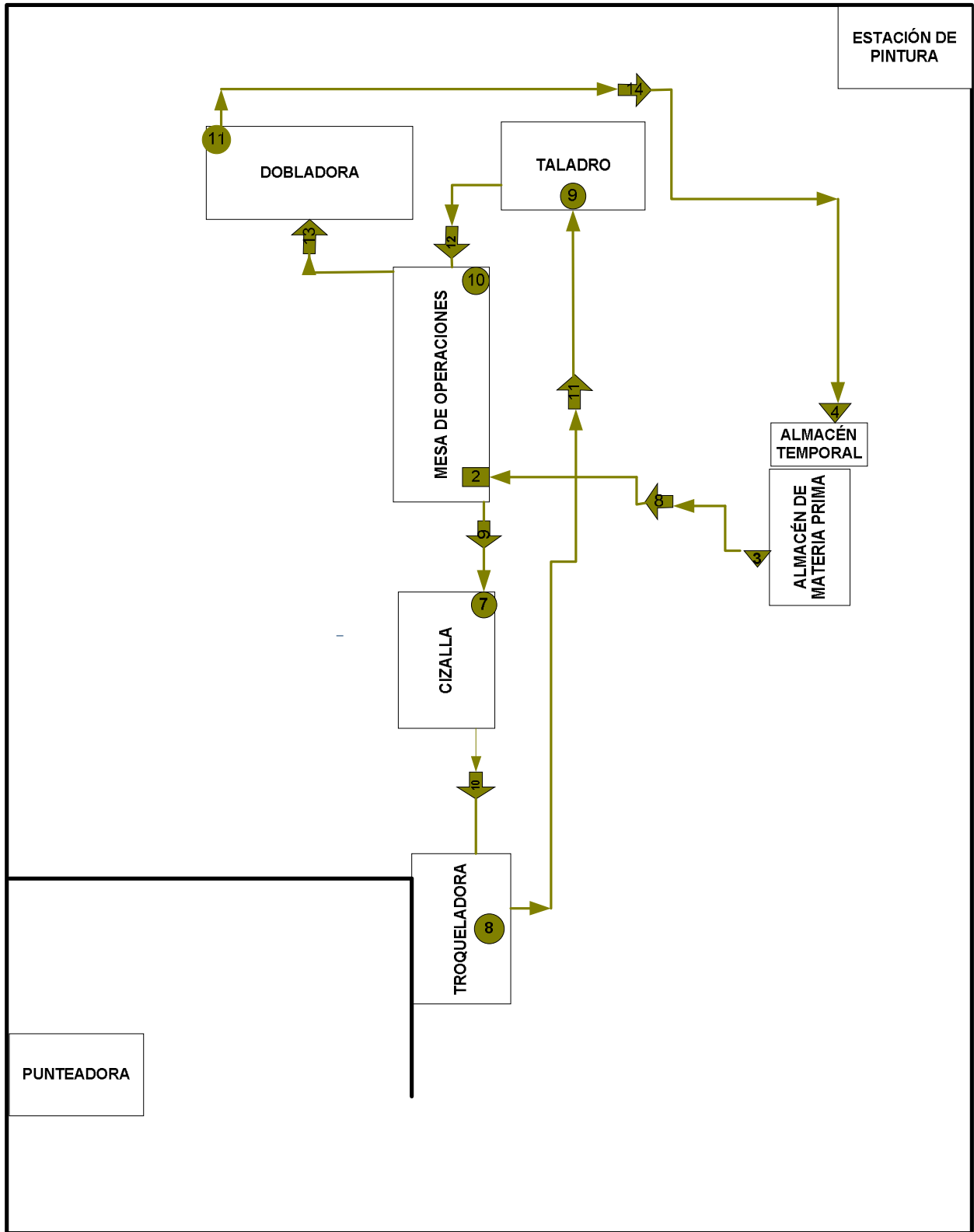
Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	○	□	⇨	◻	▽			
Almacén de material	○	□	⇨	◻	▽		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	○	□	⇨	◻	▽	260	1	0.29
Medir	○	■	⇨	◻	▽		1	0.32
Transportar la lámina a sizalla	○	□	⇨	◻	▽	240	1	0.17
Cortar lámina	●	□	⇨	◻	▽		1	0.72
Trasportarla a troqueladora	○	□	⇨	◻	▽	2.44	1	0.15
Troquelar,para colocar el difusor de gases	●	□	⇨	◻	▽		1	2.49
Transportar a el taladro para barrenar	○	□	⇨	◻	▽	10.61	1	0.43
Barrenar	●	□	⇨	◻	▽		1	2.16
Transportar a mesa de operaciones para cortar con sacabocados	○	□	⇨	◻	▽	1.33	1	0.05
Corte con sacabocados	●	□	⇨	◻	▽		1	1.22
Transportar a dobladora	○	□	⇨	◻	▽	1.15	1	0.06
Doblar	●	□	⇨	◻	▽		1	0.74
Transportar a almacén temporal	○	□	⇨	◻	▽	2.35	1	0.23
Almacén temporal	○	□	⇨	◻	▽		1	
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			
	○	□	⇨	◻	▽			

+

Figura 21: Diagrama de flujo del proceso de Tapa superior. 70

DIAGRAMA DE RECORRIDO



■ TAPA SUPERIOR

Figura 22: Diagrama de recorrido de Tapa superior.

El diagrama de flujo de proceso del difusor de gases (Figura 23), al igual que la información de los demás diagramas, muestra la distancia que tiene recorrer el material, para construir la pieza, otro punto importante es que esta pieza necesita ser punteada, tal como lo muestra el diagrama de recorrido del difusor (Figura 24), la punteadora es la que se encuentra más alejada, puede surgir la pregunta, por que se punteo y después se dobló, pudiendo puntearse y mandarse al almacén, esta secuencia de operaciones, como se ha mencionado, se realizó en base a un análisis de las piezas, si primero se puntea y después se dobla, el tamaño de el difusor aumenta, provocando que sea difícil colocar el difusor en la punteadora por resistencia, lo cuál hará más difícil acomodar la pieza, y por tanto retrasaría el proceso.

En resumen del diagrama de flujo de procesos del difusor proporciona la siguiente información.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
4	1	6	2	0

Distancia recorrida: 20.53 m.

Tiempo de fabricación: 2.80 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO ACTUAL Reg. No. 3
 METODO PROPUESTO Pág. 3 de 9 págs.

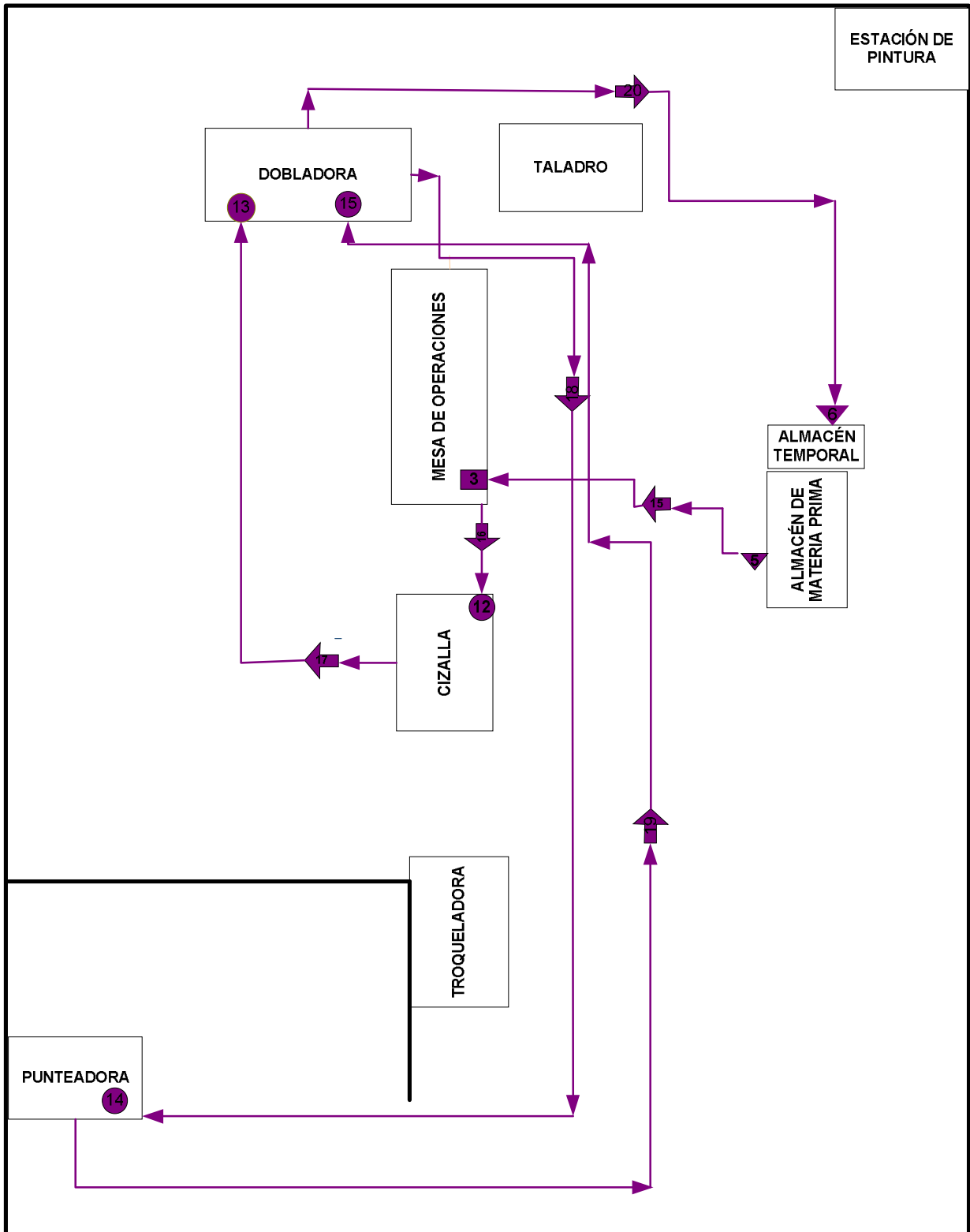
Nombre del proceso Difusor de gases
 Plano No. CCAE-DG-03 Pieza Difusor de gases Diagrama No. 3
 Hombre Material Departamento
 Se inicia en: Almacén de material
 Se termina en: Almacén temporal
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Almacén de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	1	0.29
Medir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.22
Transportar la lámina a sizalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.40	1	0.17
Cortar lámina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.41
Transportar a dobladora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.44	1	0.15
Doblar la campana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.35
Trasportar a soldadora por presión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.61	1	0.43
Puntear	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.42
Transportar a dobladora para doblar las pestañas para ensamblarla a la tapa superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.33	1	0.05
Doblar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.25
Transportar a almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.15	1	0.06
Almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

+—

Figura 23: Diagrama de flujo del proceso de difusor de gases.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



■ DIFUSOR DE GASES

Figura 24: Diagrama de recorrido de difusor de gases.

El diagrama de flujo de procesos de la pieza de centro (Figura 25), muestra el proceso de la pieza de centro, en comparación con las otras piezas, esta lleva pocas operaciones, ya que por su geometría, el troquelarla ahorra muchos cortes y dobleces.

Y como se visualiza en el diagrama de recorrido Figura 26, su proceso es más rápido.

El resumen del diagrama de flujo de procesos es el siguiente.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
3	1	5	2	0

Distancia recorrida: 2.88 m.

Tiempo de fabricación: 9.03 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO ACTUAL Reg. No. 4
 METODO
 PROPUESTO Pág. 4 de 9 págs.

Nombre del proceso Pieza de centro

Plano No. CCAE-PC-04 Pieza Pieza de centro Diagrama No. 4

Hombre Material Departamento

Se inicia en: Almacén de material

Se termina en: Almacén temporal

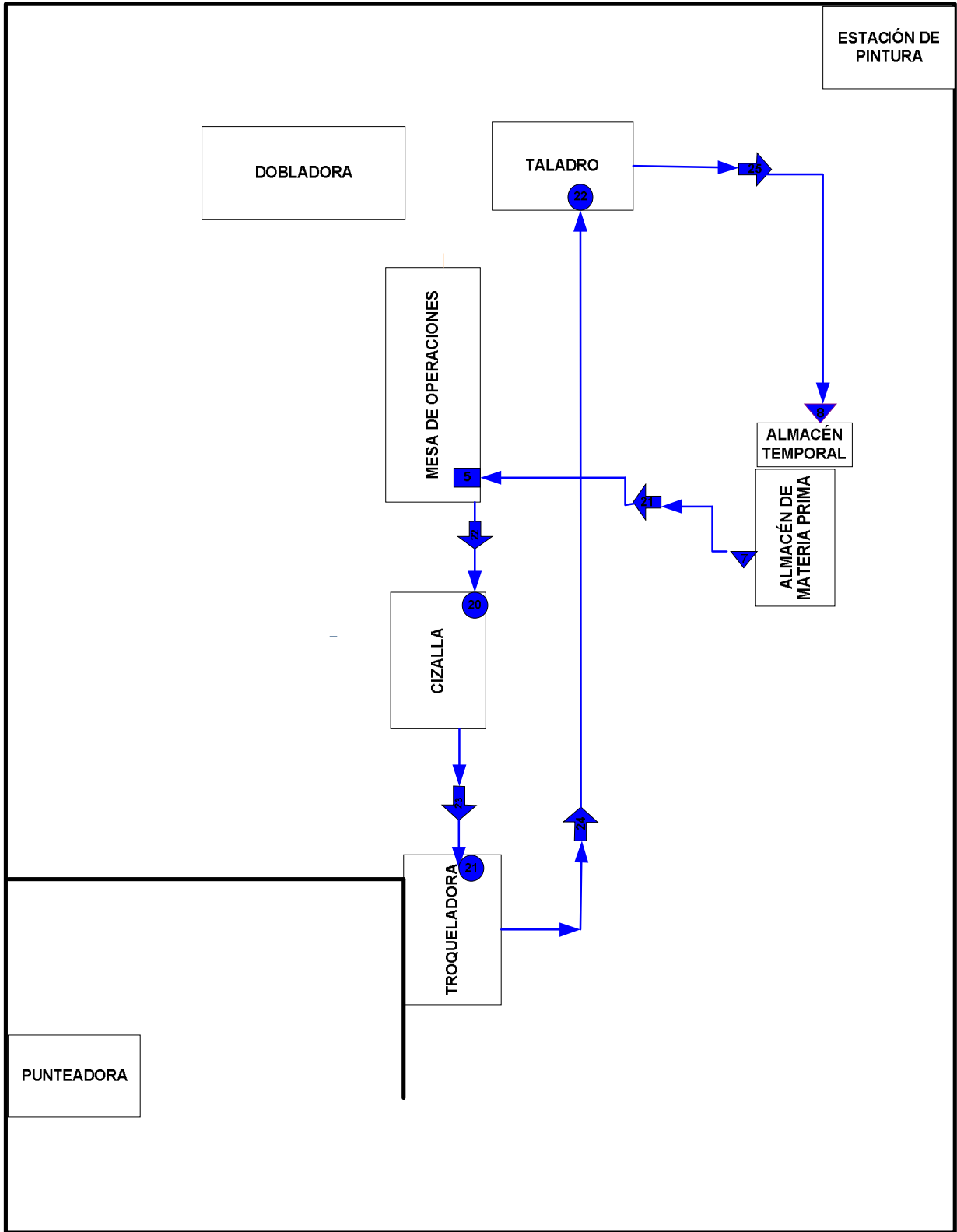
Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08

Unidad de costo: _____ Producción anual: 2291

Descripción del método	Operación					Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje			
Almacén de material	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	260	1	0.29
Medir pieza de centro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.12
Transportar a cizalla	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	240	1	0.17
Cortar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.32
Transportar a troqueladora para troquelar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	623	1	0.41
Troquelar la pieza de centro	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	1.28
Transportar al taladro para perforar y colocar el termostato	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.61	1	0.43
Barrenar la pieza de centro	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.30
Transportar a almacén temporal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.11	1	0.34
Almacén temporal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 25: Diagrama de flujo del proceso de la pieza de centro.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



 PIEZA DE CENTRO

Figura 26: Diagrama de recorrido de la pieza de centro.

El diagrama de flujo de proceso de los cintos (Figura 27), señala ó describe el camino que siguen, al igual que la pieza anterior su proceso es corto, ya que son piezas sumamente sencillas, y solo constan de corte y dobléz, cabe destacar que los cintos si no se hacen a la medida necesaria, pueden provocar que no ensamblen de manera correcta al cuerpo ó envolvente, siendo estos una pieza muy importante, porque es la que proporciona mayor seguridad al usuario.

En el diagrama de recorrido se puede visualizar de manera rápida que su trayectoria es corta.

Resumen del diagrama de flujo.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
2	1	4	2	0

Distancia recorrida: 15.91 m.

Tiempo de fabricación: 2.23 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO ACTUAL Reg. No. 4
 METODO PROPUESTO Pág. 4 de 9 págs.

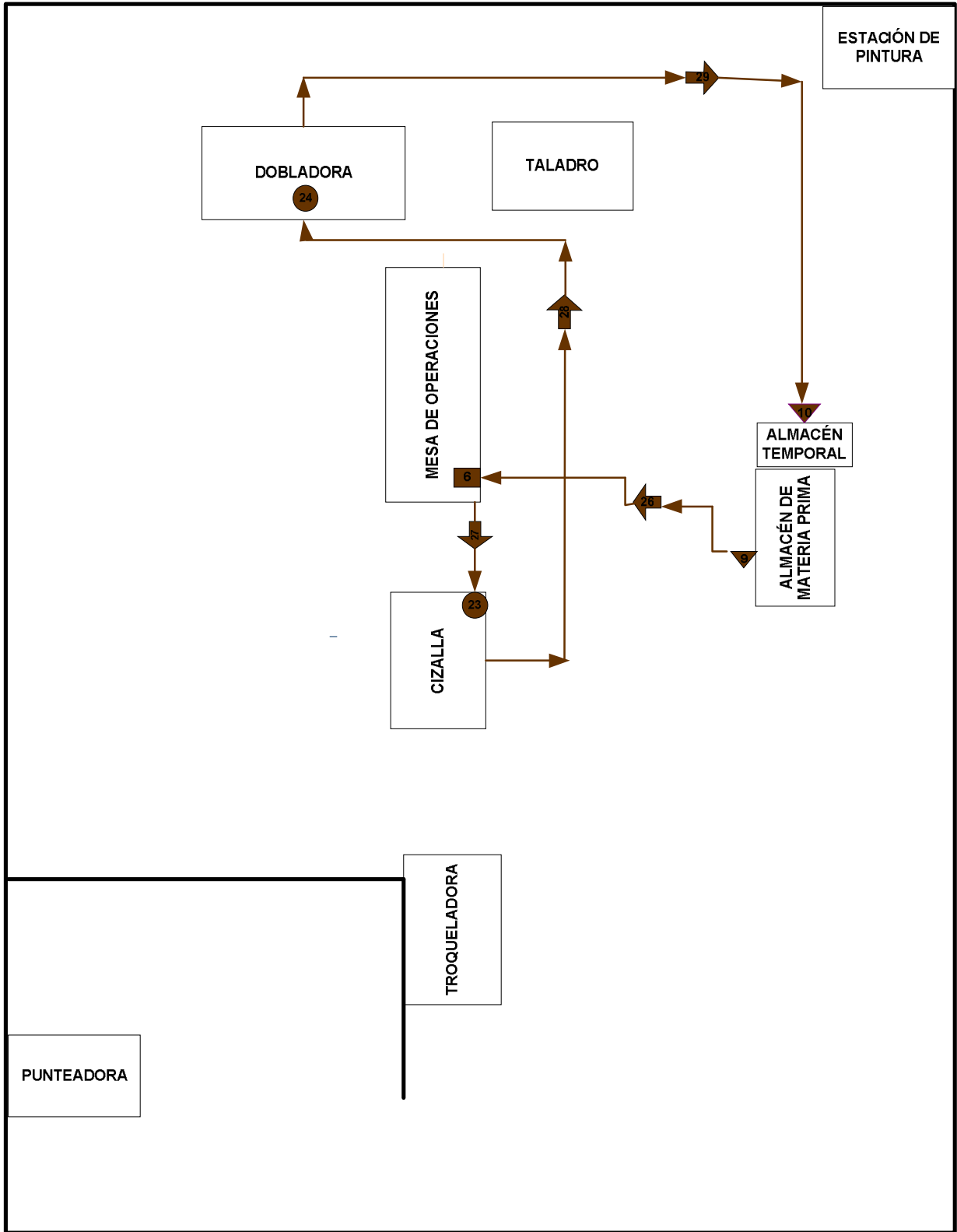
Nombre del proceso Cintos laterales
 Plano No. CCAЕ-CL-04 Pieza Cintos laterales Diagrama No. 4
 Hombre Material Departamento _____
 Se inicia en: Almacén de material
 Se termina en: Almacén temporal
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método						Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje			
Almacén de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		2	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	2	0.29
Medir para cortar los cintos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	0.12
Transportar la lámina a sizalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.40	2	0.17
Cortar cintos laterales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	0.40
Transportar a dobladora para doblar los cintos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.59	2	0.18
Doblar cintos laterales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	0.64
Transportar a almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.23	2	0.43
Almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

+

Figura 27: Diagrama de flujo del proceso de los cintos laterales.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



 CINTOS LATERALES

Figura 28: Diagrama de recorrido de cintos laterales.

El diagrama de flujo de procesos de la base de la puerta (Figura 29) muestra el flujo de operaciones, al igual que las anteriores su proceso es muy corto, solo que esta lleva un mayor numero de dobleces, pero al realizarse en una misma máquina su recorrido es mínimo, como lo muestra el diagrama de recorrido figura 30.

Resumen del diagrama de flujo del proceso de la Base puerta.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
2	1	4	2	0

Distancia recorrida: 15.82 m.

Tiempo de fabricación: 1.90 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

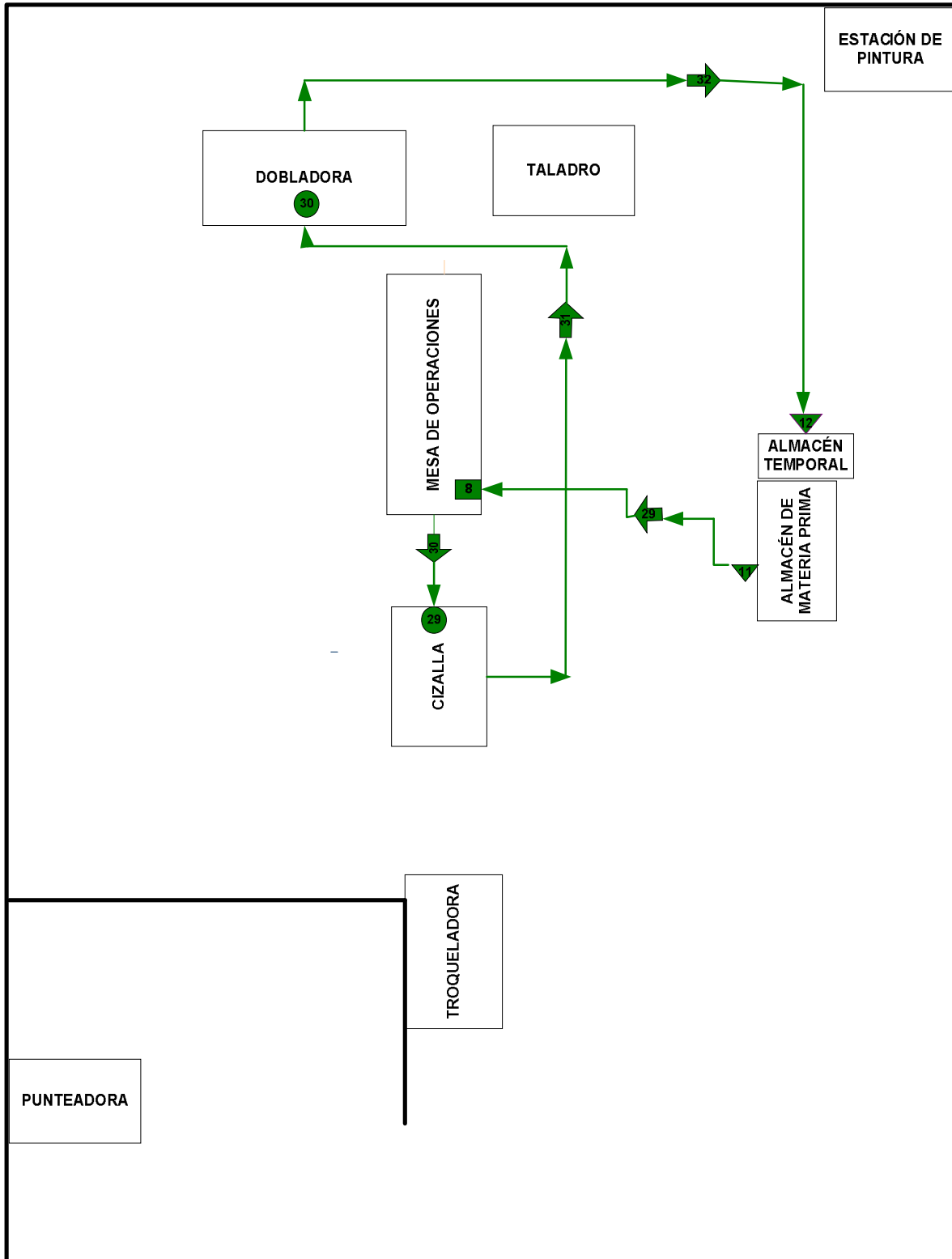
METODO ACTUAL Reg. No. 6
 METODO Págs. 6 de 9 págs.
 PROPUESTO

Nombre del proceso Base puerta
CCAE-BP-06 Pieza Base puerta Diagrama No. 6
 Hombre Material Departamento _____
 Se inicia en: Almacén de material
 Se termina en: Almacén temporal
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Almacén de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	260	1	0.29
Medir la base de la puerta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.25
Transportar la lámina a sizalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.40	1	0.17
Cortar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.35
Transportar a dobladora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.59	1	0.18
Doblar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.23
Transportar a almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.23	1	0.43
Almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 29: Diagrama de flujo de proceso de la base de la puerta.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



 BASE PUERTA

Figura 30: Diagrama de recorrido de la base de la puerta.

El diagrama de flujo de proceso de la puerta (Figura 31) muestra el proceso de construcción, esta pieza resultó ser una de las más sencillas para su construcción, y es otra de las cuales necesita puntos de soldadura, por lo tanto es otra de las piezas que se ve afectada, por lo alejada que se encuentra la punteadora, son pocas, por lo tanto esta no tiene gran influencia en el proceso de manufactura de la carcasa total.

El recorrido para la puerta, como lo muestra el diagrama de recorrido (Figura 32) es afectado por la punteadora, siendo este largo.

Resumen del diagrama de flujo de proceso de la puerta.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
5	1	5	2	0

Distancia recorrida: 44.45 m.

Tiempo de fabricación: 7.09 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO ACTUAL Reg. No. 7
 METODO
 PROPUESTO Pág. 7 de 9 págs.

Nombre del proceso Puerta

Plano No. CCAEP-07 Pieza Puerta Diagrama No. 7

Hombre Material Departamento

Se inicia en: Almacén de material

Se termina en: Almacén temporal

Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08

Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo(min)
Almacén de material	○	□	⇨	D	▼		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	○	□	⇨	D	▽	2.60	1	0.29
Medir	○	■	⇨	D	▽		1	0.12
Transportar la lámina a sizalla	○	□	⇨	D	▽	2.40	1	0.17
Cortar lámina	●	□	⇨	D	▽		1	0.42
Transportar a dobladora	○	□	⇨	D	▽	6.59	1	0.43
Doblar la puerta	●	□	⇨	D	▽		1	0.64
Transportar a la punteadora para colocar manija	○	□	⇨	D	▽	19.72	1	2.12
Puntear manija a la puerta	●	□	⇨	D	▽		1	0.23
Cortar con tijeras para colocar las bisagras	●	□	⇨	D	▽		1	0.44
Puntear bisagras a la puerta	●	□	⇨	D	▽		1	0.21
Transportar a almacén temporal	○	□	⇨	D	▽	13.14	1	2.02
Almacén temporal	○	□	⇨	D	▼		1	
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			
	○	□	⇨	D	▽			

Figura 31: Diagrama de flujo de proceso de la puerta.

DIAGRAMA DE RECORRIDO

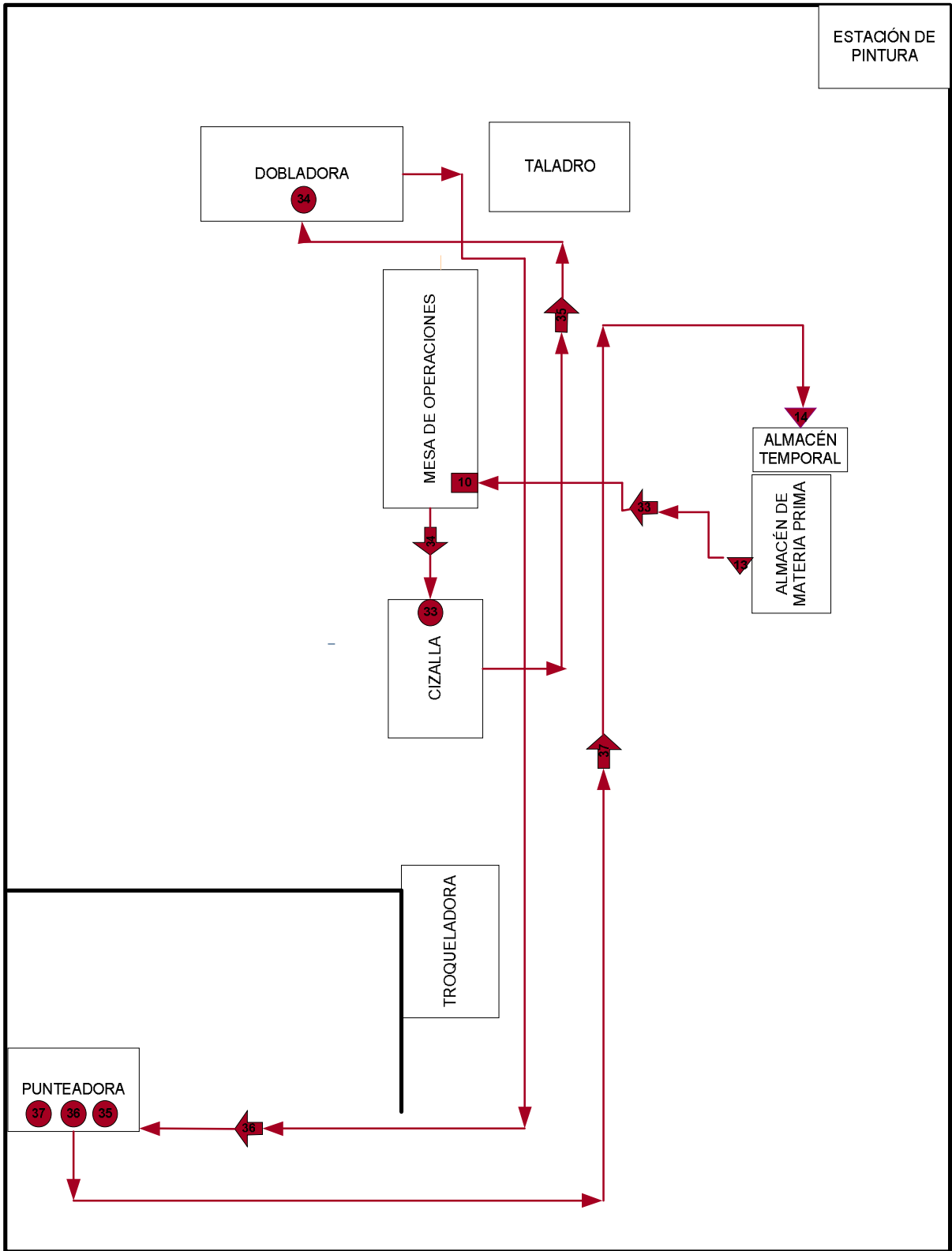


Figura 32: Diagrama de recorrido de la puerta.

Por último el diagrama de flujo de procesos de la tapa superior (Figura 33), muestra el recorrido de esta pieza, como se puede observar trata de evitar en la mayor medida posible los retrocesos, pero son necesarios debido a la distribución de la maquinaria, pero el tiempo de transporte es mínimo, ya que la maquinaria involucrada en su construcción se encuentra cerca, como se observa en el diagrama de recorrido de la tapa inferior figura 34.

Resumen del diagrama de flujo de proceso de la Tapa Inferior.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
4	1	6	2	0

Distancia recorrida: 16.80 m.

Tiempo de fabricación: 10.42 min.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

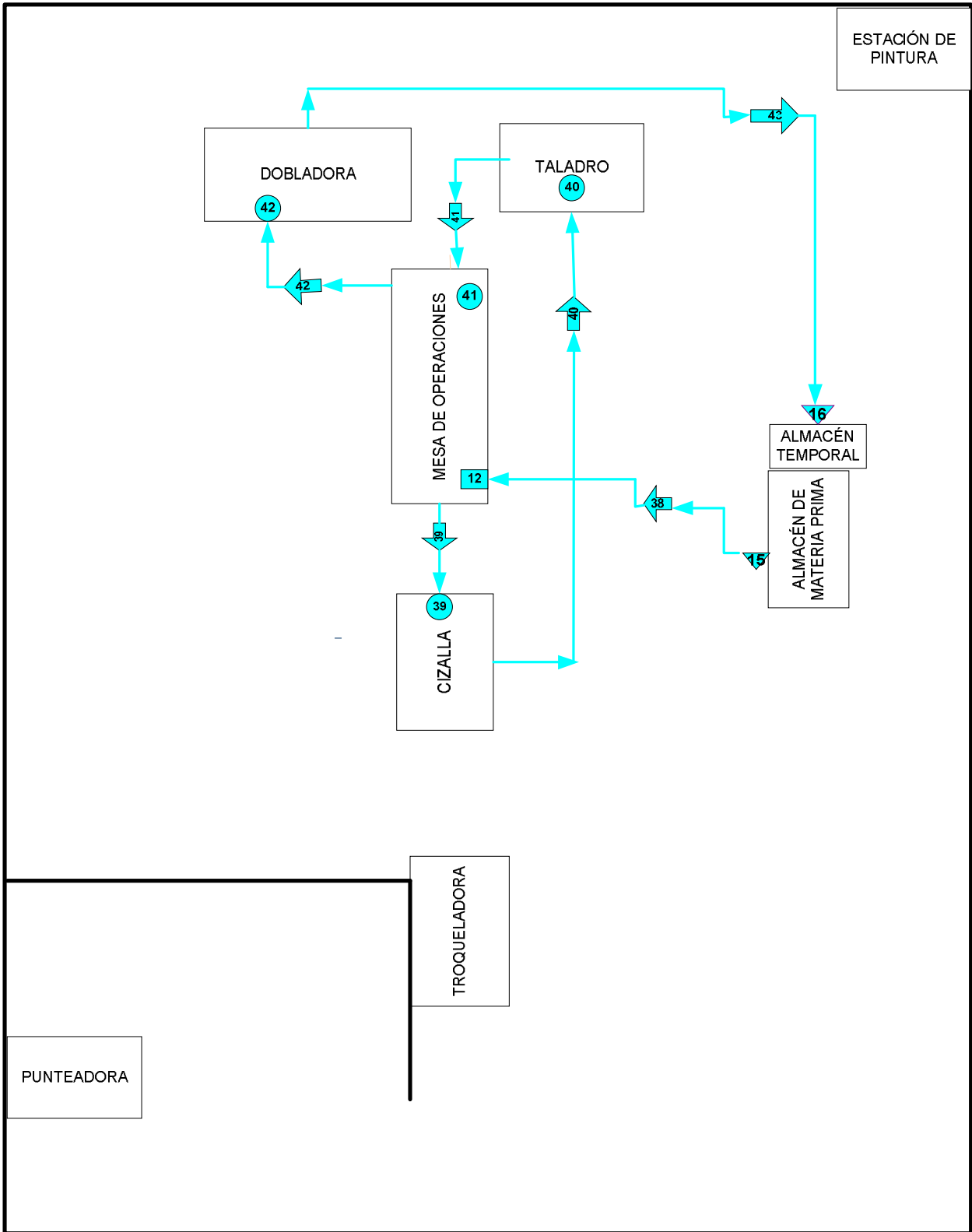
METODO ACTUAL Reg. No. 8
 METODO
 PROPUESTO Pág. 8 de 9 págs.

Nombre del proceso Tapa inferior
 Plano No. CCAETI-08 Pieza Tapa inferior Diagrama No. 8
 Hombre Material Departamento
 Se inicia en: Almacén de material
 Se termina en: Almacén temporal
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	<i>Operación</i>	<i>Inspección</i>	<i>Transporte</i>	<i>Demora</i>	<i>Almacenaje</i>	<i>Distancia en metros</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo(min)</i>
Almacén de material	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
Transportar lámina negra calibre 22 , a mesa de operaciones para medir	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	1	0.29
Medir	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.31
Transportar la lámina a sizalla	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.40	1	0.17
Cortar lámina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.71
Transportar a Taladro	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.78	1	0.40
Barrenar para que respire el quemador y mejorar la combustión	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.88
Transportar a la mesa para cortar con sacabocados	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.34	1	0.07
Cortar con sacabocados	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	6.56
Transportar a dobladora	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.15	1	0.06
Doblar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.74
Transportar a almacén temporal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.53	1	0.23
Almacén temporal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 33: Diagrama de flujo de proceso de la tapa inferior.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



 TAPA INFERIOR

Figura 34 : Diagrama de recorrido de la tapa inferior.

El diagrama de flujo de la carcasa (figura 35), muestra el flujo de ensamble, para construir la carcasa del calentador de alta eficiencia, como se observa, el transporte es mínimo, pero en el diagrama de recorrido, se puede observar que la distancia de recorrido es larga, ya que una estación a la cuál se debe de dirigir el ensamble es a la punteadora, y la mayoría de las operaciones se realizan en una estación, que es la mesa.

Resumen del diagrama de flujo de la carcasa.

Operaciones	Inspecciones	Transportes	Almacenamientos	Demoras
14	5	4	2	0

Distancia recorrida: 36.26 m.

Tiempo de fabricación: 27.60 min.

Se decidió este flujo de ensamble, como se mencionó anteriormente, buscando evitar demoras y facilitando el proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

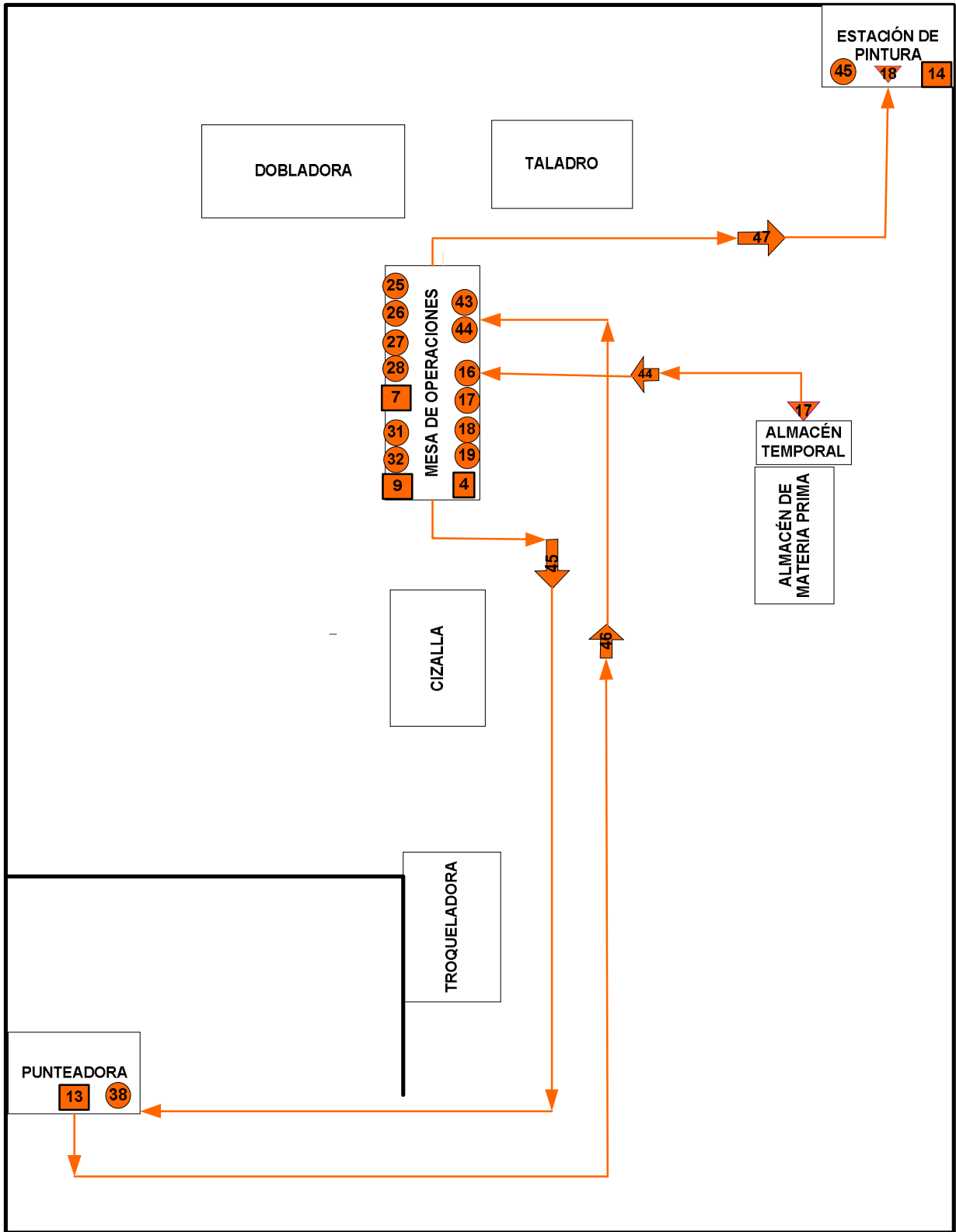
METODO ACTUAL Reg. No. 9
 METODO
 PROPUESTO Pág. 9 de 9 págs.

Nombre del proceso Carcasa
 Plano No. CCAE-09 Pieza Carcasa Diagrama No. 9
 Hombre Material Departamento _____
 Se inicia en: Almacén temporal
 Se termina en: Área de pintura
 Hecho por: Ramírez Saenz Yesenia Fecha: 10/10/08
 Unidad de costo: _____ Producción anual: 2.291

Descripción del método	Operación					Distancia en metros	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje			
Almacén temporal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		8	
Mover del almacén temporal las partes de la carcasa a la mesa de operaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	8	0.29
Barrenar la Tapa superior y el difusor de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.76
Remachar la tapa superior y el difusor de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.78
Barrenar el ensamble anterior al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.12
Remachar el ensamble anterior al cuerpo o envoltente a la tapa superior y el difusor de gases	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.25
Inspeccionar el ensamble para verificar que no exista ninguna deformidad en el producto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.08
Barrenar la pieza de centro y los cintos laterales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.73
Remachar cintos laterales y pieza de centro, formando el cinturón de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.76
Barrenar el cinturón de seguridad al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.76
Remachar el cinturón de seguridad al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.80
Inspeccionar el ensamble del cinturón de seguridad al cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.08
Barrenar la base de la puerta al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.77
Remachar la base de la puerta al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.76
Inspeccionar el ensamble de la base al cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.08
Transportar a punteadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.53	1	1.84
Puntear las bisagras de la puerta al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.42
Inspeccionar el ensamble	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.08
Transportar el ensamble a la mesa de operaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.53	1	1.84
Barrenar la tapa inferior al cuerpo o envoltente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.17
Remachar la tapa inferior y el envoltente 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2.33
Trasladar la carcasa a la estación de pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.60	1	0.30
Pintar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	7.50
Inspeccionar el producto final	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	0.10
Almacenar a en la estación de pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 35: Diagrama de flujo de proceso de la carcasa.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



CARCASA

Figura 36: Diagrama de recorrido de la carcasa.

En general se puede mencionar que el recorrido que realiza cada pieza es mínimo, gracias a que la maquinaria se encuentra cerca, en base a la información que proporcionan estos diagramas, se puede realizar una redistribución de la maquinaria, como por ejemplo, acercar la punteadora ó cambiar alguna máquina para disminuir retrocesos.

4.1.9 HOJAS DE RUTA

A continuación se presentan las hojas de ruta, cada una de las cuales corresponde una de las piezas que forman la carcasa del calentador de alta eficiencia, estas presenta información importante, para los obreros o quien lo requiera.

En las hojas de ruta, también se puede encontrar la herramienta auxiliar que se utilizó para la construcción de cada pieza, así como el tiempo observado, estas hojas, son de mucha importancia para producción, ya que generalmente se van a producción para realizar la construcción de la pieza.

Tabla 9: Hoja de ruta de producción de el cuerpo ó envolvente.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Cuerpo		Pieza No: 1		
Ensamble No: A-5		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-P-08		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 1		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación
No.	Descripción			T.O. (min)		(min)
1	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.48		
1	Cortar la pieza de lámina para pasar a troquelado	Cizalla Manual		0.84		
2,3	Troquelar para colocar la peza de centro del cinturón y para colocar base de la puerta	Troqueladora		2.50		
4	Barrenar para la conexión al gas	Taladro	Prensas	0.58		
5	Doblar el cuerpo ó envolver	Dobladora		2.02		
6	Remachar para fijar el cuerpo ó envolvente	Mesa de Op.		0.58		
18	Barrenar, con la tapa superior, la cuál ya se encuentra ensamblada con el difusor	Taladro	Pinzas	2.12		
19	Remachar con la tapa superior generando el ensamble A-1	Remachadora		2.25		
4	Inspección			0.08		
27	Barrenar con el cinturón de seguridad	Taladro	Pinzas	0.76		
28	Remachar para realizar el ensamble A-2	Remachadora		0.80		
7	Inspección			0.08		
31	Barrenar base de la puerta al cuerpo ó envolvente			0.77		
32	Remachar la base de la puerata al envolvente			0.76		
9	Inspeccionar			0.08		
38	Puntear las bisagras que se encuentran ensambladas a la puerta a el envolvente para realizar el ensamble A-4	Punteadora	Pinzas	0.42		
13	Inspección			0.08		
43	Barrenar la tapa inferior y el envolvente	Taladro	Pinzas	2.17		
44	Remachar la tapa inferior y el envolvente para formar el ensamble A-5	Remachadora	Pinzas	2.33		
45	Pintar todo el ensamble			7.5		
14	Inspección			0.10		

Tabla 10 : Hoja de ruta de producción de la tapa superior.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Tapa superior		Pieza No: 2		
Ensamble No: SA-1		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-TS-02		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 2		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación T.O. (min)	M.O.	Tpo. De preparación (min)
No.	Descripción					
2	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.32		
7	Cortar la pieza de lámina para pasar a troquelado	Cizalla Manual		0.72		
8	Troquelar para colocar el difusor	Troqueladora		2.49		
9	Barrenado para la entrada de agua fría y caliente	Taladro	Pinzas de presión	2.16		
10	Corte con sacabocados	Mesa de Op.	Pinzas de presión	1.22		
11	Doblar	Dobladora		0.74		
16	Barrenar con el difusor de gases	Taladro	Pinzas de presión	0.76		
17	Remachar para unir la tapa y el difusor	Remachadora		0.78		

Tabla 11 : Hoja de ruta de producción del difusor de gases.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Difusor de gases		Pieza No: 3		
Ensamble No: SA-1		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-DG-03		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 3		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación T.O. (min)	M.O.	Tpo. De preparación (min)
No.	Descripción					
3	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.22		
12	Cortar	Cizalla Manual		0.41		
13	Doblar la lámina para formar una campana	Dobladora		0.35		
14	Puntear el doblado superior para cellar el difusor	Soldadora por resistencia		0.42		
15	Doblar la base para soldar el difusor a la tapa superior	Dobladora		0.25		

Tabla 12: Hoja de ruta de producción de la pieza de centro.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Pieza de centro		Pieza No: 4		
Ensamble No: SA-2		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-PC-04		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 4		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación
No.	Descripción			T.O. (min)		(min)
5	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.12		
20	Troquelar para obtener la pieza con medidas exactas	Cizalla Manual		0.32		
21	Barrenar para incluir termostato	Taladro	prensas	1.28		
22	Barrenar con los cintos laterales	Taladro	Pinzas de presión	0.30		
25	Barrenar con los cintos para formar el cinturón de seguridad	Taladro		0.73		
26	Remachar con los cintos para formar el cinturón de seguridad	Remachadora		0.76		

Tabla 13: Hoja de ruta de producción de los cintos laterales.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Cintos laterales		Pieza No: 5		
Ensamble No: SA-2		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-CL-05		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 5		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación
No.	Descripción			T.O. (min)		(min)
6	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.12		
23	Cortar los cintos	Cizalla Manual		0.40		
24	Doblarlos para ensamblarlos con la pieza de centro	Dobladora		0.64		

Tabla 14: Hoja de ruta de producción de la base puerta.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Base puerta		Pieza No: 6		
Ensamble No: A-3		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-BP-06		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 6		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación (min)
No.	Descripción			T.O.(min)		
8	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.25		
29	Cortar la pieza de lámina para pasarla a la dobladora	Cizalla Manual		0.35		
30	Doblar	Dobladora		0.23		

Tabla 15: Hoja de ruta de producción de la puerta.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Puerta		Pieza No: 7		
Ensamble No: SA-3		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-P-07		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 7		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación (min)
No.	Descripción			T.O.(min)		
10	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.12		
33	Cortar	Cizalla Manual		0.42		
34	Doblar la lámina para colocar las bisagras y manija	Dobladora		0.64		
35	Puntear la manija a la puerta	Punteadora por presión	Pinzas	0.23		
36	Cortar la puerta para colocar bisagras	Tijeras	Pinzas	0.44		
37	Puntear las bisagras a la puerta	Punteadora por presión	Pinzas	0.21		

Tabla 16: Hoja de ruta de producción de la tapa inferior.

HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN						
Producto: Carcasa del calentador		Parte: Tapa inferior		Pieza No: 8		
Ensamble No: A-5		Fecha: 6/11/08		Código: CCAE-P-08		
Material: Lámina negra calibre 22		Hoja No: 8		Elaboró: RSY		
Operación		Máquina	Equipo auxiliar	Tiempo de operación	M.O.	Tpo. De preparación
No.	Descripción			T.O. (min)		(min)
12	Medir en la mesa de operaciones	Mesa de Op.	Flexómetro	0.31		
39	Cortar la pieza de lámina para barrenar	Cizalla Manual		0.71		
40	Barrenar 6 veces, para poder cortar con sacabocados	Taladro	Prensas	0.88		
41	Cortar con sacabocados	Mesa de Op.	Pinzas de presión	6.36		
42	Doblar, para darle la forma a la tapa	Dobladora		0.74		

Las tablas, diagramas y hojas de ruta presentadas, fueron elaboradas según los estándares establecidos, debido a las delimitaciones de el presente trabajo, algunas tablas solo se llenaron parcialmente, es decir que hacen falta algunos datos, como en las hojas de ruta, las cuales podrán ser llenadas, una vez que se recabe la información.

4.1.10 BALANCEO DE LÍNEA

Para determinar el número de operadores necesarios para construir la carcasa, se calcula de la siguiente manera.

En la tabla (17), se muestran todas las actividades necesarias para construir la carcasa del calentador, así como el tiempo observado para llevar a cabo cada actividad.

Pero al tiempo observado se le asignan suplementos, los suplementos se utilizan para llegar a un tiempo justo, con la finalidad de tomar en cuenta las interrupciones, demoras y disminuciones en el paso causadas por fatiga, en toda tarea asignada (Niebel et. al., 2004).

Los suplementos por fatiga tienen una relación estrecha con las necesidades personales.

La fórmula para asignar los suplementos al tiempo observado se realiza mediante la siguiente fórmula.

Tiempo observado con suplementos: $T.O. (\text{tiempo observado}) * (1 + \% \text{ Suplementos})$

El porcentaje de suplementos asignado es del 9%, el cuál se obtienen de la suma:

Suplemento por fatiga básica 4%

Suplemento por necesidades personales 5%

Tabla 17: Tiempo por actividad.

Unidad de trabajo	Componente	Tiempo (min.)	Tiempo con suplementos 9%
00	Cuerpo ó envolvente	10,93	11,91
01	Tapa superior	9,03	9,84
02	Difusor de gases	2,80	3,05
03	Pieza de centro	3,66	3,99
04	Cintos laterales	2,23	2,43
05	Base Puerta	1,90	2,07
06	Puerta	7,09	7,73
07	Tapa inferior	10,42	11,36
08	Subensamble SA-1	1,83	1,99
09	Ensamble A-1	4,45	4,85
10	Subensamble SA-2	1,78	1,94
11	Ensamble A-2	1,90	2,07
12	Ensamble A-3	1,61	1,75
13	Ensamble A-4	4,47	4,87
14	Ensamble A-5	12,64	13,78

La producción deseada para cubrir la demanda es:

Piezas por día= 9 piezas.

Con un tiempo disponible de una jornada de trabajo de 8 horas, es:

Tiempo trabajado= 480 min.

Se establece la matriz de precedencias para determinar el orden de las unidades de trabajo, y poder determinar la lista de pesos.

Tabla 18: Matriz de precedencia.

Matriz de precedencia Balanceo de líneas																			
Tiempo observado por estación (min.)	Tiempo	Unidad de trabajo	Unidad de trabajo																
			00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14		
Cuerpo ó envolvente	11,91	00											1		1	1	1	1	
Tapa superior	9,84	01											1	1		1	1	1	1
Difusor de gases	3,05	02											1	1		1	1	1	1
Pieza de centro	3,99	03													1	1	1	1	1
Cintos laterales	2,43	04													1	1	1	1	1
Base Puerta	2,07	05															1	1	1
Puerta	7,73	06																1	1
Tapa inferior	11,36	07																	1
Subensamble SA-1	1,99	08												1		1	1	1	1
Ensamble A-1	4,85	09														1	1	1	1
Subensamble SA-2	1,94	10														1	1	1	1
Ensamble A-2	2,07	11															1	1	1
Ensamble A-3	1,75	12																1	1
Ensamble A-4	4,87	13																	1
Ensamble A-5	13,78	14																	

Esta matriz indica los elementos que deben realizarse antes de realizar otro elemento de trabajo, es decir el elemento ó unidad 00, debe terminarse antes para poder realizar los elementos 09,11,12,13,14.

Una vez que se tiene la matriz, se determinan los pesos de cada unidad de trabajo,

Los pesos determinan el orden en que se deben de realizar cada una de las actividades.

Para determinar los pesos se suman, los tiempos estimados de cada una de las unidades de trabajo, en el caso de la unidad 00, para determinar su peso se realiza la siguiente suma.

Peso de posición para la unidad 00 = \sum 00, 09, 11, 12, 13, 14.

Obteniendo lo siguiente:

Peso de posición: $11.91+4.85+2.07+1.75+4.87+13.78 = 39.23$

Los resultados obtenidos para cada una de las estaciones, se muestran en la tabla 19

Se establece la lista de pesos en orden decreciente, de lo siguiente y al mismo tiempo los predecesores, es decir los que se deben realizar antes, de la unidad de trabajo indicada, por ejemplo, para realizar el elemento 08, se necesita tener los elementos 01 y 02 , de tal manera que si estos no están terminados, el elemento 08 no se puede realizar.

Tabla 19: Elementos de trabajo ordenados de acuerdo al peso

Elementos de trabajo ordenados	Peso de posición	Predecesores
00	39.23	-----
01	39.16	-----
02	32.37	-----
08	29.32	01,02
03	28.41	-----
09	27.33	08,00
04	26.85	-----
06	26.38	-----
07	25.14	-----
10	24.42	03,04
05	22.48	-----
11	22.48	09,10
12	20.40	05,11
13	18.65	06,12
14	13.78	07,13

En la tabla (20), se determina que cuantas estaciones se necesitan para lograr producir 9 calentadores por día, asignando a cada estación un trabajador, de tal manera que el tiempo para realizar cada elemento no rebase el tiempo de ciclo del sistema.

$$\text{Tiempo de ciclo} = 480 \text{ min.} / 9 \text{ piezas} = 53.33 \text{ min.}$$

Tabla 20: Línea de ensamble balanceada

Trabajo		Pesos de posición	Predecesores inmediatos	Tiempo de elemento de trabajo	Tiempo de estación		Observaciones
Estación	Elemento				Acumulativo	No asignado	
1	00	39.23	-----	11,9	11,9	41,43	-----
1	01	39.16	-----	9,83	21,73	31,6	-----
1	02	32.37	-----	3,05	24,78	28,55	-----
1	08	29.32	01,02	1,99	26,77	26,56	-----
1	03	28,41	-----	3,99	30,76	22,57	-----
1	09	27,33	08,00	4,85	35,61	17,72	-----
1	04	26,85	-----	2,43	38,04	15,29	-----
1	06	26,38	-----	7,73	45,77	7,56	-----
1	07	25,14	-----	11,36	57,13	-----	Inacceptable
2	07	25,14	-----	11,36	11,36	41,97	-----
2	10	24,42	03,04	1,94	13,3	40,03	-----
2	05	22,48	-----	2,07	15,37	37,96	-----
2	11	22,48	09,10	2,07	17,44	35,89	-----
2	12	20,40	05,11	1,75	19,19	34,14	-----
2	13	18,65	06,12	4,87	24,06	29,27	-----
2	14	13,78	07,13	13,78	37,84	15,49	-----

De acuerdo a la tabla (20), 1 operador puede realizar las piezas, en tanto que otro realiza el ensamble, ya que el tiempo de ciclo de trabajo es de 53.33, por lo cuál solo se necesitan 2 estaciones para cumplir con la demanda, y como se asigna un trabajador a cada estación sólo se necesitan 2 trabajadores con un mínimo desperdicio de tiempo, y sin afectar la secuencia de ensamble, ya que un trabajador tiene el tiempo suficiente para realizar cada una de las piezas, en tanto el trabajador número 2 puede ensamblar sin ningún problema.

Para determinar la producción real con el balanceo de líneas se elige de cada estación, el tiempo acumulado mas alto, que será el que va a determinar la producción.

Para este caso es en la estación 1 elemento 06, con un tiempo de 45.77.

Determinando la producción real de la siguiente manera.

Tiempo trabajado/Tiempo acumulado mayor = Producción real

$$480/45.77= 10.49$$

Por lo tanto con 2 operadores se tiene la capacidad de realizar 11 carcasas.

Para determinar el tiempo ocioso que se tiene con este balanceo de línea, se utilizan los tiempos acumulados mayores de las dos estaciones de trabajo, que son 45.77 y 37.84, cómo 45.77 es mayor y es el que determina la producción, para obtener el tiempo ocioso de cada estación se resta el mayor tiempo acumulado de los mayores de las otras estaciones como se muestra a continuación.

$$\text{Tiempo ocioso} = (45.77 - 45.77) + (45.77 - 37.84) = 0 + 7.93 = 7.93 \text{ min.}$$

Como se observa el tiempo ocioso es muy poco, lo que significa que la línea se encuentra balanceada.

CAPITULO

5

CAPITULO: 5

En este capítulo se presentan las conclusiones acerca del problema de investigación, la metodología utilizada para resolverlo, el diseño del proceso y los objetivos del proyecto.

5.1 CONCLUSIONES

El problema de diseñar un proceso de manufactura para la carcasa del calentador de alta eficiencia, específicamente estableciendo las operaciones de manufactura y su secuencia, así como el tiempo de fabricación fue resuelto, tomando en cuenta maquinaria utilizada, la demanda probable, y con el tiempo obtenido se cumple con las piezas requeridas por día, la solución se muestra en el capítulo 4, en donde se encuentra de manera clara la documentación sobre el proceso de manufactura, cumpliendo con los objetivos y acorde a las delimitaciones.

Se logró establecer una secuencia y tiempos de fabricación de la carcasa del calentador, así como mostrar su ensamble, lo cuál es de gran ayuda para el proyecto de Calentador de alta eficiencia, en el presente trabajo se puede encontrar información que no existía acerca del producto, ya que el diseño de la carcasa es totalmente nuevo, por tal razón no existía información sobre su manufactura, con la gráfica de DE-A se demuestra que el proceso puede ser más eficiente reordenando la maquinaria, pero la eficiencia no será muy alta porque cada pieza sigue su propia ruta de trabajo, se logran reducir los retrocesos en gran medida. Los diferentes diagramas que se presentan, servirán para que los operadores conozcan cada una de las operaciones que deben de realizar para construir cada pieza, así como la herramienta auxiliar que necesitarán la cuál se encuentra en las hojas de trabajo.

Se presenta el cálculo del número de operadores necesarios para la fabricación de la carcasa, lo cuál será de gran utilidad para estimar el número de personas que se contratarán para laborar en la planta, estos serán suficientes para cumplir con la producción establecida.

La metodología empleada fue muy útil, ya que gracias a esta se siguió una secuencia lógica, para lograr la planeación de procesos ,específicamente las operaciones, su secuencia y sus tiempos de fabricación, se aplicaron técnicas de registro y análisis, la solución mostrada en el trabajo se selecciono tomando en cuenta diversas alternativas pero gracias a el análisis geométrico se eligió la adecuada, que facilita la ejecución de cada operación, colocando de manera lógica la secuencia, este proceso se corroboró en la construcción del prototipo, por otra parte el tiempo observado se tomo durante la construcción del prototipo, y una vez terminadas todas las operaciones se llegó a la propuesta mostrada en el trabajo.

El diseño de procesos es una herramienta muy útil, para poder llevar acabo una planeación de procesos el planeador debe de saber interpretar los planos de ingeniería, así como conocer las tecnologías de fabricación disponibles, pero el tiempo de su implementación y desarrollo depende del especialista y su experiencia.

El presente trabajo se realiza de manera manual, la información que contiene este documento puede servir de base para comenzar a fabricar la carcasa del calentador, así como para una distribución de planta, además realizar una selección de maquinaria, desde luego que no sería el único documento a revisar ya que es un proyecto que incluye otro tipo de documentación, tales como diseño del producto, factibilidad económica entre otros.

Cabe mencionar que este documento contiene las operaciones, los tiempos, gráficas de ensamble, entre otras, las cuales serán de gran ayuda cuando el proceso este en marcha, ya que para hacer mejoras, se tendrá una base de la cuál partir y con la cuál comparar mejoras.

MESOGRAFÍA:

Alting, Leo 1996

Alting, Leo. Procesos para ingeniería de manufactura, México (1996), ed. Alfaomega.

Ashley, 1991

Ashley,S. Rapad prototyping systems, in mechanical engineering, April (1991), pp 35-43.

Gallegos , Hernández, 2007

Gallegos Acevedo Patricia M.,Hernández Castillo Ignacio, Apuntes de Procesos de manufactura, 2007.

Mendoza Jasso, 2007

Mendoza Jasso Alvaro, Apuntes de Sistemas integrados de manufactura ,2007.

Crazo Luna, 2008

Crazo Luna José A., Apuntes de Diseño de Plantas, 2008.

Mendoza Jasso, 2008

Mendoza Jasso Alvaro, Apuntes de Planeación y control de la producción, 2008.

Curtis, 1996

Curtis Mark a., Planeación de procesos 1ª ed. (1996), editorial Limusa (pp. 1-2).

Comisión metropolitana para la prevención y control de la contaminación ambiental en el valle de México (1992).

Doyle, 1998

Doyle Lawrence, procesos y materiales de manufactura para ingenieros,3a ed. (1998), editorial Prentice Hall (p.18).

Diseño de un calentador de agua de alta eficiencia con base en tubos de calor, R. Carro López, A. J. Mendoza Jasso, V. M. Cruz Martínez, (2004).

García, 2005

García Criollo Roberto .Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo, México (2005), MacGrawHill (pp. 1-16,41-70,90-101).

Gaither et. al. , 1999

Norman Gaither, Greger Frazier, administración de producción y operaciones 8ª ed. (1999) , Editorial Internacional Thomson (pp. 5-17).

Hodson,1996

Hodson, William, Manual del ingeniero industrial maynard, 4a ed. (1996), Editorial McGraw Hill, tomo I (secciones 3.3,3.6,4.3,7.49,7.56.).

Infonavit, 2006

http://www.infonavit.gob.mx/empresario/canal_emp/sintesis/060911.pdf

Secretaría de energía, 2003.

Secretaría de energía. *BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA, 2003.* (En línea). http://200.23.166.141/work/appsite/publicaciones/balance_2003.pdf (8 de septiembre de 2005).

<http://www.unizar.es/aeipro/finder/ingenieria%20de%20productos/bf05..htm>

http://www.collado.com.mx/articulo_detalle.asp?hdnarticle=10

Krick, 1996

Krick, Edward, Ingeniería de métodos México (1996): Limusa, (pp. 29-38, pp88-111).

Legaria ,2009

Legaria Griselda, Diseño de la carcasa para un calentador de agua doméstico de alta eficiencia, 2009.

Mather, Hall 1990

Mather, Hall. Manufactura competitiva, México (1990): ventura ediciones.

Millar,1992

Millar, David, Ingeniería Industrial e investigación de operaciones,1ª edición, Ed. Limusa,1992 (pp. 97/101).

Plan de negocios Informativo, Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2005.

Patente, PA/a/2004/000588

Patente registrada el día 28 de enero de 2004, con número de expediente pa/a/2004/000588, y como propietario la Universidad Tecnológica de la Mixteca; obtenida 28 de febrero 2005

Monks,1991

Monks, Joseph G., Administración de operaciones,1a ed. (2003), editorial, McGrawHill (pp. 126-127).

Niebel et.al. 2005

Benjamín W. Niebel, Adris Freivalds. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª edición, ed. Alfaomega (pp.1-18,56-63).

Norma Oficial Mexicana NOM-020-SEDG-2003, Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial. Requisitos de seguridad ,métodos de prueba y marcadores.

Sánchez, 1998

Sánchez Aguilar Camilo, Diseño del proceso de manufactura de un RoomGame mediante Dinámica de Sistemas y Simulación Discreta, Perú (1998).

Schroeder, 2003

Schroeder, Roger, Administración de operaciones, México (2003): McGraw-Hill interamericana (pp. 117-140).

Scharer Ulrich, 1991

Scharer Ulrich: Ingeniería de manufactura,1ª edición (1991) , ed. Continental(pp. 50-51).

Singh,1996

Singh, Computer-Integrated design and manufacturing de John Wiley and Son (1996) pp. 158,167.

Sule, 2001

Sule R., Dileep, Instalaciones de manufactura (2001),ed. Thomson (pp. 135-140).

ANEXOS

Anexo 1:

La propuesta del proceso de manufactura, es efectiva ya que el tiempo obtenido cumple con las expectativas de producción, de acuerdo a la producción estimada que se requiere de calentadores requeridos por año según datos del plan de negocios, realizado por la Universidad Tecnológica de la Mixteca es de 2,291 Unidades por año, al iniciar la fabricación del calentador.

De acuerdo al tiempo obtenido en el presente trabajo se obtiene lo siguiente.

PRONÓSTICO DE PIEZAS

TOTALES

DATOS	
Demanda anual(Unidades)	2291
Días laborados	250
Unidades por día	9
Horas trabajadas por día	8
Tiempo obtenido de construcción de la carcasa (min.)	69.28
Piezas totales por día(Unidades)	7

El aumento ó disminución de este tiempo depende en gran medida de la maquinaria que se utilice, la habilidad del operador, entre otros factores.

Anexo 2:

MAQUINARIA:

Como se ha mencionado este trabajo servirá de base para realizar una selección de maquinaria, por lo cuál se muestra a continuación más información de la maquinaria utilizada.

La maquinaria utilizada para realizar el diseño de procesos es la que se muestra

MAQUINARIA UTILIZADA ESPECIFICACIONES						
MAQUINA	DOBLADORA	CIZALLA MANUAL	TALADRO	SOLDADORA POR RESISTENCIA	TALADR O MANUAL	REMACHAD ORA MANUAL
FABRICANTE	Dizher	Dizher	Vimalert	Mac's	Bosch	Black Becker
MODELO	204	G04IR	M154	PMP30	s/m	TTSSA
ESTADO	Usada	Usada	Usada	Usada	Usado	Usado
OPERARIOS	2	1	1	1	1	1
BASE	Anclada al piso	Anclada al piso	Anclada al piso	Anclada al piso		
POTENCIA DEL MOTOR	Manual	manual	1/2 Hp	0	10 rpm	Manual
COMBUSTIBLE,VO LTAJE	0	0	Eléctrico 60	Eléctrico 220	Electrico 11	0
VOLTAJE	0	0	Watts	Watts	0 Watts	0
DIMENSIONES	2.73 m. x1.00 m. x1.38 m.	1.39 m.x1.41m.x1.0 15m	71m. X.41 m. x 1.72 m.	1.26 m. x .46 m. x 1.23 m.		9"x2"
USO	Dobladora de material	Cortar material	Barrenar	Puntear	Barrenar	Remachar