

308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

3

ESCUELA DE INGENIERIA

2ej

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

PROYECTO INTEGRAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL, PARA EL
DESARROLLO E IMPLANTACION DE UN SISTEMA
PRODUCTIVO, ORIENTADO A LA FABRICACION DE
VENTANAS AUTOMOTRICES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

RODRIGO SERGIO ARROYO CARDENAS

DIRECTOR: ING. JORGE GONZALEZ COTA

MEXICO, D. F.

1983

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
I. LA EMPRESA Y SUS PRODUCTOS	
1.1. SEMBLANZA DE LA EMPRESA	9
1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	10
1.3. AREAS PRODUCTIVAS Y ALMACENES	10
1.4. LOS PRODUCTOS FABRICADOS	13
1.5. LA MAQUINARIA	14
II. DETECCION DE LA PROBLEMATICA	
2.1. INTRODUCCION	16
2.2. METODOLOGIA DE ANALISIS	16
2.3. PROBLEMATICA GENERAL DETECTADA	18
III. ANALISIS POR PRODUCTO	
3.1. INTRODUCCION	23
3.2. CONTRAMARCO LATERAL D/M	24

3.3	MARCO LATERAL D/M	29
3.4	CORREDIZO LATERAL	33
3.5	MARCO PERIMETRAL F/C	37
3.6	CUERNO Y MANGUETE G	41
3.7	MARCO LATERAL Y POSTERIOR V	45
3.8	FLUJOS DE MATERIALES	48

IV. CAMBIOS Y MEJORAS REALIZADAS

4.1.	INTRODUCCION	51
4.2	CAMBIOS Y MEJORAS	51
4.2.1.	GENERALES	51
4.2.2	CONTRAMARCO LATERAL D/M	52
4.2.3	MARCO LATERAL D/M	56
4.2.4	CORREDIZO LATERAL	62
4.2.5	MARCO PERIMETRAL F/C	63
4.2.6	CUERNO Y MANGUETE G	67
4.2.7	MARCO LATERAL Y POSTERIOR V	74
4.2.8	AREA DE PIEZAS CHICAS	74

V. RECOMENDACIONES FINALES Y EVALUACION ECONOMICA	
5.1. INTRODUCCION	80
5.2 RECOMENDACIONES GENERALES	80
5.3 RECOMENDACIONES POR LINEA DE FABRICACION	82
5.3.1 CONTRAMARCO LATERAL D/M	82
5.3.2 MARCO LATERAL D/M	83
5.3.3 PICK UP Y MARCOS V	84
5.3.4 PIEZAS CHICAS	85
5.4. JUSTIFICACION ECONOMICA	85
CONCLUSIONES FINALES Y BENEFICIOS ADICIONALES	
CONCLUSIONES FINALES	89
BENEFICIOS ADICIONALES	92
BIBLIOGRAFIA	94
ANEXOS	
A. RESUMENES DE OPERACION A DIFERENTES VOLUMENES DE PRODUCCION	96
B. INDICE DE LOS MANUALES OPERATIVOS ELABORADOS	103

C.	EJEMPLO DEL CONTENIDO DE LOS MANUALES OPERATIVOS	105
D.	GLOSARIO DE TERMINOS	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general de VENTALSA	11
Figura 2. Distribución General de VENTALSA	12
Figura 3. Diagrama de Proceso actual Contramarco D/M	25
Figura 4. Diagrama de Proceso actual Marco Lateral D/M	30
Figura 5. Diagrama de Proceso actual Corredizo Lateral	34
Figura 6. Diagrama de Proceso actual Marco Perimetral F/C	38
Figura 7. Diagrama de Proceso actual Cuerno y Manguete G	42
Figura 8. Diagrama de Proceso actual Marco Lateral y Posterior V	46
Figura 9. Diagrama concentrado de flujo de materiales	49
Figura 10. Layout y flujo de materiales modificados	53
Figura 11. Diagrama de Proceso modificado Contramarco D/M	57
Figura 12. Resumen de Operaciones Contramarco D/M	58
Figura 13. Diagrama de Proceso modificado Marco Lateral D/M	60
Figura 14. Resumen de Operaciones Marco Lateral D/M	61
Figura 15. Diagrama de Proceso modificado Corredizo Lateral	64
Figura 16. Resumen de Operaciones Corredizo Lateral	65
Figura 17. Diagrama de Proceso modificado Marco Perimetral F/C	68
Figura 18. Resumen de Operaciones Marco Perimetral F	69
Figura 19. Resumen de Operaciones Marco Perimetral C	70

Figura 20. Diagrama de Proceso modificado Cuerno y Manguete G	71
Figura 21. Resumen de Operaciones Cuerno G	72
Figura 22. Resumen de Operaciones Manguete G	73
Figura 23. Diagrama de Proceso modificado Marco Lateral y Posterior V	75
Figura 24. Resumen de Operaciones Marco Lateral V	76
Figura 25. Resumen de Operaciones Marco Posterior V	77
Figura 26. Resumen de Operaciones Piezas Chicas	78
Figura 27. Justificación Económica	86

INTRODUCCION

Durante el presente sexenio, nuestro país ha presentado un cambio radical en todos los aspectos. Uno de ellos, la economía, ha tenido un repunte considerable, lo que ha provocado que, tanto la inversión nacional como la extranjera, vaya en aumento.

Con esta base, y la apertura comercial que enfrentaremos a través del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá, la industria nacional se verá obligada, para poder competir con los productos de importación, a fabricar productos de alta calidad, a bajos costos de producción.

Para que las empresas mexicanas logren obtener productos con las características mencionadas, deben establecer sistemas de producción adecuados a sus necesidades.

Un recurso importante para la definición de un sistema de producción adecuado a las necesidades de cada empresa es la Ingeniería Industrial, ya que mediante ella, se logrará elaborar e implementar dichos sistemas de producción.

La presente Tesis de Ingeniería Industrial, está enfocada a resolver la problemática existente en el área de fabricación de una empresa fabricante de ventanas para autobuses y camionetas, ya que ésta no cuenta con un sistema de producción definido, ocasionando que los productos fabricados, estén perdiendo colocación en el mercado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Con base en la presente tesis de Ingeniería Industrial, además de elaborar los Manuales de Operación para el Area de Fabricación, la empresa contará con información confiable para determinar con mayor precisión el tamaño de las líneas de producción, definiendo los métodos de trabajo a realizar por los operarios en cada estación de trabajo, la distribución de éstas, la distribución general del Area, así como la de los materiales y herramientas a utilizar y la cantidad de mano de obra requerida, minimizando los transportes de materiales y procesos, lo que implica un incremento de productividad en el área.

Objetivos Específicos

1. Elaborar la secuencia de operaciones y diagramas de Proceso para cada uno de los productos.
2. Elaborar la distribución general del Area de Fabricación.
3. Elaborar la distribución de las estaciones de trabajo.
4. Determinar y asignar a cada estación de trabajo las operaciones a realizar.
5. Definir, documentar y formalizar los métodos de trabajo detallados a seguir para la realización de las operaciones.
6. Determinar los tiempos estándar requeridos para la realización de todas y cada una de las operaciones.
7. Determinar el tiempo ciclo para cada línea de producción.
8. Determinar y asignar a cada estación de trabajo, el personal requerido y calcular el porcentaje de saturación de su tiempo.
9. Determinar las necesidades y características de contenedores, mesas de trabajo, dispositivos y herramientas en cada estación de trabajo.
10. Elaborar las ayudas visuales para cada estación de trabajo, tanto para la mano de obra directa, como la indirecta para todos los productos.

11. Realizar el seguimiento y la supervisión de la aplicación de los programas de adiestramiento para cada puesto, así como del uso de los instructivos de operación y ayudas visuales.
12. Realizar la implementación de las facilidades, así como el seguimiento del correcto uso de las mismas.
13. Coordinar y llevar a cabo el plan de implantación del proyecto.

CAPITULO I

LA EMPRESA Y SUS PRODUCTOS

1.1 Semblanza de la Empresa

VENTALSA es una empresa del ramo metalmeccánico, dedicada a la fabricación de Ventanas, portabultos y molduras para autobuses de pasajeros y ventanas para camionetas pick up y camionetas de pasajeros y carga.

Con más de 20 años sirviendo a la industria automotriz, se ha convertido en una de las empresas más importantes del ramo, puesto que durante este tiempo, y en forma continua, distintas empresas fabricantes de autobuses y camionetas, han sido atendidos por ella.

Hoy en día, dentro de este segmento de mercado y, según estadísticas de la propia empresa, VENTALSA tiene una participación aproximada del 60%. Sin embargo, no hace más de cinco meses, su participación era aproximadamente del 66%.

Esta participación se ha visto afectada, ya que la calidad de sus productos ha disminuido en forma considerable, debido a la falta de un Sistema de Ingeniería Industrial adecuado a las necesidades

de la planta, lo que ha provocado un bajo nivel de servicio y altos volúmenes de rechazo por parte de los clientes.

1.2 Estructura Organizacional

VENTALSA cuenta en la actualidad con un total de 350 empleados, 90 son personal de confianza y 260 son operarios sindicalizados.

La Dirección General es la encargada de coordinar a las 6 Gerencias que la componen, siendo éstas: Administración y Finanzas, Comercial, Logística, Manufactura, Ingeniería y Relaciones Industriales (figura 1).

1.3 Areas Productivas y Almacenes

En la actualidad, VENTALSA cuenta con 7 áreas productivas: Fabricación, Fibrado, Pulido, Ensamble Ventana Lateral, Ensamble Ventana Operador y Servicio, Ensamble Portabultos, Ensamble Ventanas Pick Up y V. Además, existen en la planta tres almacenes: Materia Prima, General y Producto Terminado (figura 2).

FIGURA 1. ORGANIGRAMA GENERAL DE VENTALSÀ

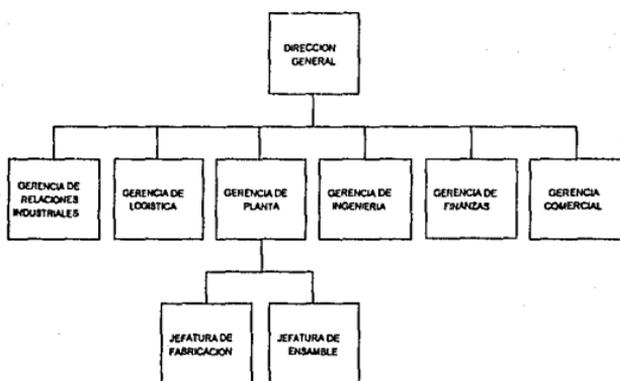
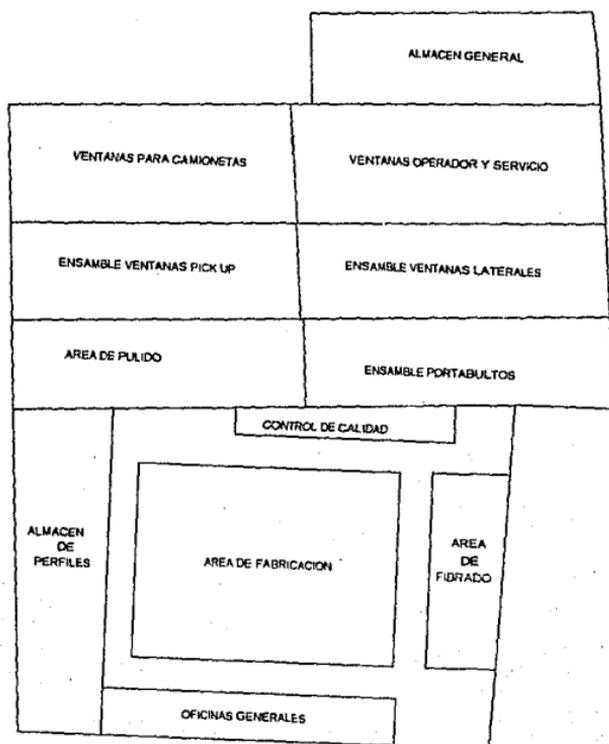


FIGURA 2. DISTRIBUCION GENERAL DE VENTALS A



Como se observa en la figura 2, todas las áreas están saturadas. Por instrucciones de la dirección, las reestructuraciones necesarias para el área, solo se pueden realizar en el espacio que se tiene asignado.

1.4 Los Productos Fabricados

VENTALSA fabrica actualmente 12 productos distribuidos en 6 clientes distintos. Estos productos son los siguientes:

- 1.4.1 Ventana lateral D
- 1.4.2 Ventana lateral M
- 1.4.3 Ventana operador D
- 1.4.4 Ventana operador M
- 1.4.5 Ventana servicio M
- 1.4.6 Ventana pick up F
- 1.4.7 Ventana pick up C
- 1.4.8 Ventana pick up G
- 1.4.9 Ventana lateral V
- 1.4.10 Ventana posterior V
- 1.4.11 Portabultos D
- 1.4.12 Portabultos M
- 1.4.13 Molduras

1.5 La Maquinaria

El área de fabricación de la empresa, cuenta con la siguiente maquinaria:

MAQUINA	CANTIDAD
Roladoras	4
Prensas	10
Dobladoras	2
Sierras Radiales	8
Sierras Péndulo	1
Soldadoras	5
Punteadoras	1
Taladros Columna	4
Taladros de Banco	3
Dobladora Manual	1
Cizalla Chicago	1
Cizalla 90 grados	1
Fresadoras	7

CAPITULO II

DETECCION DE LA PROBLEMÁTICA

2.1 Introducción

El análisis que se realizó en el área de fabricación incluyó todos los tipos de procesos llevados a cabo para la fabricación de los diferentes productos.

Durante este análisis se determinará la problemática general existente en el área, en cuanto al Layout general del área, el Layout por estación de trabajo, los flujos de materiales, las secuencias de operaciones, los métodos de trabajo, las facilidades para el manejo de materiales, la documentación existente referente a hojas de proceso, instructivos de operación y ayudas visuales.

Determinaremos también, la metodología de estudio de la problemática detectada, con el propósito de dar soluciones óptimas a ésta.

2.2 Metodología de Análisis

A continuación se presenta la metodología para el análisis de la problemática general del área:

Recopilación y Análisis de Información en cuanto a:

- 1. El Producto.** Información tal como listados de partes, planos, especificaciones de calidad, características de apariencia, etc.
- 2. El Proceso.** Información tal como diagramas de Proceso, métodos de trabajo, estudios de tiempos, Layouts, etc.
- 3. Maquinaria y Equipo.** Información en cuanto a listados de herramientas, con planos de especificaciones, dispositivos, manuales de operación, equipos de seguridad, etc.
- 4. Materiales.** Información en cuanto a listados de materiales directos e indirectos, indicando descripción, presentación de empaque, procedencia (almacén), características físicas, números de parte, cantidad utilizada por producto, etc.

2.3 Problemática General Detectada

Estos fueron los problemas generales encontrados en el área:

1. La producción de las piezas A debe ser en forma continua, hasta cumplir con su programa de producción, mientras que las partes B y C deben ser producidas en lote. Sin embargo, las partes A no se están procesando en forma continua, ya que se utiliza la misma maquinaria para estas partes y las partes B y C, provocando la interrupción del flujo de operación.
2. Se encontró que no existen diagramas de Proceso, instructivos de operación, métodos de trabajo y tiempos definidos para cada parte. Esto provoca que la producción de cada parte se realice en forma diferente por cada operario implicando diferentes tiempos de fabricación, rutas de fabricación y métodos de trabajo complicados.
3. La distribución general del área (Layout) no es la adecuada, ya que no permite un flujo continuo de los materiales, sin que éstos se crucen en algunas operaciones. Esto es debido más que nada a la falta de rutas de fabricación consistentes, que determinen las máquinas por las que debe de ser procesada cada parte.

4. No existen contenedores para las partes procesadas en ninguna estación de trabajo, lo que provoca que el material se esté colocando en el piso, en cualquier posición y lugar, provocando que se rayen contra el mismo y que sean pateados por el personal que está laborando en el área.
5. El material entra al proceso denominado fibrado, en el cual, todos los perfiles de aluminio que van a pasar al anodizado son tallados con fibra "Scotch Brite", con el fin de eliminar todas las rayaduras y excesos de rebaba que éstos tengan. Este proceso es normal, pero actualmente se realiza con una gran cantidad de personal, debido a lo mencionado en el punto anterior.
6. No se tiene determinado un proceso de autoinspección de calidad por parte de los operarios, ni ayudas visuales en la línea que les ayude a elaborar de forma mas apropiada su labor, provocando que estos procesen partes fuera de especificaciones provocando retrabajos de las partes y rechazos por parte de los clientes.
7. No se tiene la suficiente maquinaria para producir la cantidad demandada, ya que se están utilizando, por ejemplo, dos dobladoras para la producción de cuatro partes A con este proceso, generándose cuellos de botella importantes.

8. Se encontraron procesos de fabricación que se realizan en el área de ensamble. Estos procesos tales como barrenados y avellanados, están provocando rayaduras en materiales ya anodizados, teniendo como consecuencia incremento en los costos de producción por los retrabajos realizados.

Debido a toda esta problemática, es necesario realizar el análisis a detalle a partir de las partes clasificadas como A, ya que la determinación del Layout del área, estará basada en el proceso que siguen cada una de estas partes.

Las partes clasificadas como A, son las siguientes:

1. Contramarco Lateral D.
2. Contramarco Lateral M.
3. Marco Lateral D.
4. Marco Lateral M.
5. Corredizo Lateral.
6. Marco Perimetral F.
7. Marco Perimetral C.
8. Cuerno G.
9. Manguete G.
10. Marco Lateral V.
11. Marco Posterior V.

12. Larguero Delantero/Trasero Izquierdo/Derecho
P. Bultos D.
13. Larguero Delantero/Trasero Izquierdo/Derecho
P. Bultos M.
14. Tapa Larguero Delantera/Trasera
Izquierda/Derecha P.B. D.
15. Tapa Larguero Delantera/Trasera
Izquierda/Derecha P.B. M.

CAPITULO III

ANALISIS POR PRODUCTO

3.1 Introducción

Durante el presente análisis, veremos a detalle el proceso actual de cada una de las partes A mencionadas en el capítulo anterior, con excepción de los largueros y las tapas de portabultos, ya que la empresa está mas interesada en solucionar los problemas de las restantes, y posteriormente solucionar los de portabultos.

Levantaremos la información en cuanto a diagramas de proceso y rutas de fabricación comúnmente utilizadas; analizaremos todos y cada uno de los diagramas y las rutas para determinar el Layout óptimo del área; así mismo, analizaremos todos los procesos que intervienen para la fabricación de estas partes antes de ser llevadas al maquilador para su anodizado y posteriormente a ensamble, determinando si éstos son necesarios, y si lo son, determinar sus posibles mejoras.

A su vez, determinaremos los procesos que se están realizando en las líneas de ensamble, para que sean trasladados al área de fabricación.

Por último, se implementarán los cambios y mejoras determinadas y en base a éstos, determinaremos los tiempos estándar de fabricación para todas las partes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de cada uno de las partes ya mencionadas y, en el capítulo siguiente se establecerán los cambios y las mejoras propuestas.

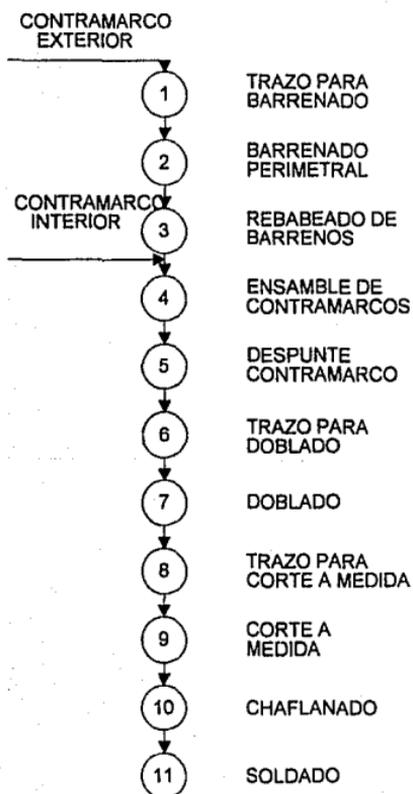
3.2 Contramarco Lateral D/M

Los contramarcos laterales de la ventana D y la ventana M, están elaborados con dos perfiles de aluminio. Estos son el contramarco exterior y el contramarco interior. Siguen exactamente el mismo proceso, sin embargo el perfil del contramarco exterior es diferente en dimensiones.

A continuación, detallaremos el diagrama de proceso actual del contramarco lateral (figura 3).

La primera operación de trazo, es para marcar los puntos donde se debe barrenar el contramarco exterior para que al ser ensamblado al autobús, se coloquen en ese lugar las pijas. Esta operación no lleva una medida específica, ya que el cliente no especifica la distancia entre barrenos, sino que es aproximada. Por otra parte, esta operación se realiza a todo lo largo del perfil, es decir, a los 6.1 mts. que mide el perfil, lo que abarca una gran cantidad de espacio.

FIGURA 3. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL CONTRAMARCO D/M



Es realizada por dos operarios, realizando el trazo contra una regla previamente marcada a varios perfiles al mismo tiempo.

En la operación de barrenado del contramarco exterior, al igual que en la del trazo, se hace en toda la extensión del perfil, además de que la colocación del taladro de piso es inadecuada, ya que el perfil queda perpendicular al flujo de la operación, bloqueando otras operaciones. Esta operación la realiza uno de los dos operarios que trazan los perfiles, mientras que el otro, acomoda en la mesa los perfiles del contramarco interior, para su posterior ensamble.

La operación de rebabeado se realiza en la misma mesa en que se realiza el trazo. En ésta, se utiliza un taladro para quitar la rebaba provocada por el barrenado y es llevada a cabo para que el contramarco exterior ensamble sin problemas con el contramarco interior. Esta operación es realizada por dos operarios.

Posteriormente, los perfiles del contramarco exterior e interior son ensamblados y se les coloca una pija para la sujeción de los mismos en esa misma estación de trabajo.

Ya ensamblado, el contramarco pasa a un despunte que se realiza del lado en que fue colocada la pija, con el fin de tener el corte a escuadra y poder realizar la siguiente operación.

Una vez despuntado el contramarco, pasa a un nuevo trazo, donde se marcan los cuatro puntos en los que se debe de realizar el doblado. Esta operación la realizan los dos operarios que posteriormente realizarán el doblado.

Posteriormente viene la operación de doblado, en donde se coloca la punta del perfil con el corte a escuadra y la pija, colocada en la cabeza de la dobladora, con el fin de que el corrimiento que ocurre al momento del doblado en el perfil del contramarco interior, no afecte las dimensiones de la pieza. Durante la operación, uno de los operarios sostiene el perfil que se va doblando, mientras que el otro opera la dobladora. En esta operación existe un cuello de botella, ya que como se observa en el diagrama concentrado de flujo de materiales (figura 9) comparte la dobladora con el Marco Lateral D/M.

Una vez doblado el contramarco en forma rectangular, es pasado a un nuevo trazo, donde dos operarios lo llevan a cabo. Uno sostiene los topes manuales que se colocan en cada lado del contramarco y el otro toma el flexómetro, marcando el lugar donde se tiene que despuntar el perfil para que quede a medida.

Ya trazado, se lleva a la sierra radial, donde 3 operarios realizan la operación del corte a medida. El primero toma la punta con el corte inicial y la sostiene para que el segundo sostenga la otra

punta contra el tope de la sierra, colocando la marca del trazo en la posición por la que pasa el disco de corte. Finalmente el tercero sostiene la parte posterior del contramarco para que éste no se deforme.

Ya cortado a medida, cada punta es chaflanada para formar un pequeño canal cuando se juntan las puntas del contramarco. Esta operación es realizada en el piso y sin ningún lugar de trabajo determinado.

Posteriormente el contramarco pasa a la caseta de soldadura, donde se unen las dos puntas del contramarco. Durante su traslado, se cruza con la ruta de fabricación del Marco Lateral D/M, como se observa en el diagrama concentrado de flujo de materiales (figura 9). Esta operación es crítica, ya que lleva mucho tiempo su realización, y solo la está realizando una sola persona, provocando un cuello de botella.

Por otra parte existen 2 operaciones que se realizan en la línea de ensamble. La primera es un barrenado para la colocación de la bisagra y la segunda es un barrenado para la colocación de la placa retén, ambas sobre el contramarco interior. Estas operaciones están causando rayaduras sobre el material ya anodizado, lo que provoca reprocesos de estas piezas, ya sea con pintura o, si está

muy maltratado, un desanodizado y anodizado, provocando faltantes en la línea de ensamble y costos por reprocesos.

3.3 Marco Lateral D/M

El Marco lateral de las ventanas D/M, está elaborado es fabricado siguiendo el mismo proceso y se utiliza el mismo perfil de aluminio, por lo que le llamaremos marco lateral para efectos del estudio.

A continuación, detallaremos el diagrama de proceso actual del marco lateral (figura 4).

La primera operación que se realiza en el marco lateral, es el fresado horizontal, donde se desbasta el perfil, con el fin de que el agua no se acumule dentro de éste. Esta operación es realizada en una fresadora horizontal a lo largo del perfil de 5.4 mts. de longitud por un operario, el cual utiliza una botella salsera para rociar el líquido enfriante.

Posteriormente, pasa al corte a medida despuntando una pequeña porción de uno de los extremos del perfil y llevando éste a un tope para tener el corte a medida, ambos con un corte a escuadra de 90 grados. Estas dos operaciones, las realiza el mismo operario.

FIGURA 4. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL MARCO LATERAL D/M

MARCO LATERAL



Posteriormente, pasa al corte a medida despuntando una pequeña porción de uno de los extremos del perfil y llevando éste a un tope para tener el corte a medida, ambos con un corte a escuadra de 90 grados. Estas dos operaciones, las realiza el mismo operario.

Una vez terminado el corte, pasa a limpieza, donde se le quita toda la rebaba proveniente del fresado y se trazan los 4 puntos donde se va a doblar el perfil para formar la ventana, utilizando un flexómetro y tomando el inicio en el extremo despuntado en la operación anterior. Esta operación la realizan dos operarios, mismos que posteriormente realizan la operación de doblado.

Se realiza el doblado de igual forma que el contramarco, tomando el perfil y colocándolo en la cabeza de la dobladora. Un operario sostiene el marco lateral y el otro opera la dobladora. Aquí también existe el cuello de botella mencionado en la operación de doblado del contramarco lateral, ya que comparten la dobladora.

Una vez doblado, pasa a la operación de barrenado, donde se realiza el barrenado para la colocación de la solera unión, del tope bisagra, de la contra operador, del manguete felpa y del manguete liso. Por la cantidad de barrenos y los diferentes diámetros, esta operación la realizan 4 operarios con 3 brocas diferentes, con el fin de evitar el cuello de botella. Es realizada sobre un escantillón que a

la vez sirve como punto de inspección, ya que si el marco no está doblado dentro de las especificaciones, éste no entra en el escantillón. Al final de los barrenados, se coloca una marca con lápiz en cada extremo del marco para el troquelado del tirante.

Ya que el marco lateral fue barrenado, éste pasa a la siguiente operación, donde se avellan los barrenos para la colocación de solera unión, con el fin de que los tornillos colocados durante el ensamble queden al ras del perfil del marco. Esta operación la realiza un operario.

Posteriormente se lleva a un troquelado para la colocación del tirante de la ventana. Este troquelado se realiza en ambos lados del marco. Esta operación ha presentado algunos problemas, ya que durante el avellanado, el operario borra la marca realizada después del barrenado, ocasionando que el marco regrese a ser marcado, provocando un acumulación de materiales en la estación anterior.

Finalmente, se realiza el troquelado del desagüe en el extremo inferior del marco, con el fin de que el agua no se acumule dentro del perfil. Este utiliza el troquelado del tirante como marca para su realización. Estas dos últimas operaciones las realiza el mismo operario.

Al ser llevado al área de fibrado, tiene un cruce de ruta con el contramarco lateral, como se aprecia en el diagrama concentrado de flujo de materiales (figura 9).

Durante el estudio, también se encontraron operaciones de barrenado que se realizan en la línea de ensamble. Estas son barrenados para la colocación del tope corredizo y del pin para la bisagra. Estos barrenados están ocasionando el mismo problema que en el contramarco, ya sea retrabajos por pintura o desanodizado y anodizado, ocasionando faltantes de materiales en la línea de ensamble y costos de reprocesos.

3.4 Corredizo Lateral

El corredizo lateral es la pieza, que junto con el manguete, contienen los cristales de las ventanas D y M. Cada ventana utiliza dos de estos corredizos; es fabricado con un perfil de aluminio y su proceso de fabricación es muy simple.

A continuación, detallaremos el diagrama de proceso actual del corredizo lateral (figura 5).

FIGURA 5. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL CORREDIZO LATERAL



La primera transformación para la fabricación del corredizo lateral, es un corte aproximado a medida del perfil. De este corte, salen 2 piezas de corredizo con un pequeño desperdicio de material. Esta operación la realiza un operario y es relativamente rápida.

Posteriormente, pasa a la operación de trazo donde se le realizan dos marcas para los dos dobleces que se le realizarán. Esta operación la realizan los 2 operarios que llevan a cabo la operación de doblado.

Una vez que fue trazado, el perfil cortado, pasa a doblado donde se le da la forma de "U" que es la definitiva, siguiendo el mismo procedimiento que el marco lateral.

Ya doblado, el corredizo pasa a la sección de pulido, donde se le da un acabado opaco, eliminando todas las rayas que tiene el material. Esta operación no está contemplada dentro del presente estudio.

Posteriormente, se manda al maquinador donde el corredizo es anodizado.

Al regresar del anodizado, el corredizo es trazado nuevamente. En cada uno de los extremos, se realizan dos trazos. El primero es para dar la medida final en el corte. El segundo, determina la distancia hasta la que llegará el fresado.

Una vez trazado, el corredizo es llevado a la sierra, donde se realiza el corte a medida en cada uno de sus extremos. Esta operación y la anterior, las realiza un solo operario.

Una vez cortado a medida, el corredizo pasa a la operación de fresado, donde se realiza un desbaste hasta la línea trazada, dejando una espiga para la unión del manguete vertical que terminará por contener al cristal. Esta operación está causando problemas de rayado en el corredizo anodizado, ya que la rebaba generada durante el proceso, se pega al material con el líquido congelante que se utiliza para lubricar el desbaste.

Esta es la última operación que se le realiza al corredizo. Sin embargo, se detectó una operación de barrenado que se realiza en la línea de ensamble. Esta operación es para la colocación del operador de la ventana. Esto está provocando rayaduras en el material ya anodizado, provocando los mismos retrabajos que en el marco lateral y el contramarco lateral.

Estas operaciones son realizadas sin una ruta fija, es decir, pueden ser realizadas en cualquier máquina a excepción de la de doblado, que se realiza en la misma dobladora en la que se realiza el doblado de marco lateral y contramarco lateral. Sin embargo, mostramos en el diagrama concentrado de flujo de materiales (figura

9), la ruta comúnmente seguida por el corredizo durante su proceso de fabricación, el cual se programa cuando ya se terminó la fabricación de contramarcos y marcos.

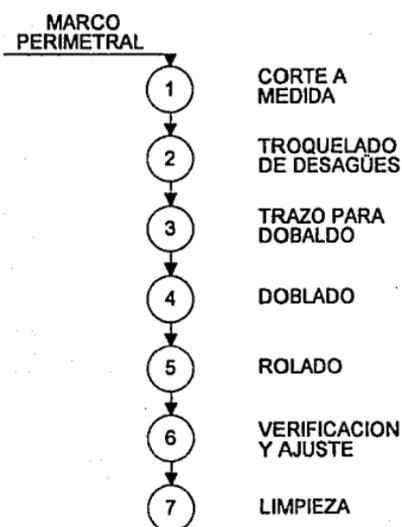
3.5 Marco Perimetral F/C

El marco perimetral F y C es el alma de la ventana de pick up. Estos marcos siguen exactamente el mismo proceso, aunque utilizan diferentes perfiles de aluminio. La otra diferencia significativa, aunque no afecta el proceso, es que la ventana F es más ancha que la ventana C. Este proceso es de los más críticos dentro de la planta, ya que estos perfiles están sufriendo deformaciones durante el doblado. Esto será descrito más adelante. Para efectos de estudio, llamaremos a este tipo de marco, marco perimetral.

A continuación, detallaremos el diagrama de operaciones actual del marco perimetral (figura 6).

La primera operación realizada al perfil del marco perimetral es el corte a medida. Este corte, al igual que los anteriores, es a escuadra. Esta operación es realizada por un operario.

FIGURA 6. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL MARCO PERIMETRAL F/C



Ya cortado el perfil, éste pasa al proceso de troquelado de desagües, donde se le hacen 6 agujeros en la parte inferior del perfil, utilizando un troquel con topes que señalizan el lugar del troquelado. Estos agujeros, evitan el acumulamiento de agua dentro del perfil. Esta operación la realiza un operario.

El perfil pasa a trazo, donde se le realizan 4 marcas para los 4 dobleces que llevará el marco perimetral. Esta operación la realizan entre 2 operarios, quienes son los mismos que realizan la operación de doblado.

Una vez que fue trazado, el perfil pasa a doblado, donde se realizan los 4 doblados para dar la forma de la ventana. Este doblado no es a 90 grados como se realiza en el contramarco, marco lateral y corredizo. En esta operación se detecto un defecto crítico, ya que el material se está ondulando debido a que el perfil no hace completamente contacto con los discos de doblado. Esto es provocado porque el perfil tiene una pequeña saliente que evita este contacto. Para remediar esta situación, se están colocando calzas en los perfiles, disminuyendo notablemente estas ondulaciones. Sin embargo no se han logrado evitar del todo.

Ya doblado, el marco perimetral pasa a la operación de rolado donde se le da una concavidad tanto al larguero como a los costados.

Esta operación la realizan 3 operarios en 3 roladoras, y al igual que la operación anterior, está causando muchos problemas, ya que el material está siendo rayado por los discos. Esto se debe a que no existe un procedimiento adecuado de rolado, por lo que los operarios están dando una presión diferente a los discos, cada vez que rolan un marco.

Ya que fue rolado el marco perimetral, este pasa a los escantillones para su verificación. Si el marco no cumple con las especificaciones, es golpeado con un mazo, para que cumpla las especificaciones. Esto está deformando en forma notable el marco, lo que provoca que durante el pulido, se ajusten estos problemas desbastando el material hasta que quede parejo. Esta operación la realizan los mismos operarios que lo rolan.

Finalmente, se limpia el marco perimetral, quitándoles toda la manteca que se le colocó durante el doblado y el rolado.

Se detectó la operación de barrenado para la colocación de solera unión, que se realiza en la línea de ensamble. Esta operación, como las anteriores detectadas en las diferentes líneas de ensamble, está provocando rayaduras en el material y los reprocesos mencionados anteriormente.

Otra operación que se realiza fuera del área de fabricación, es la colocación de solera unión. Esta operación es necesaria antes de que el marco perimetral pase a pulido, ya que actualmente, en la sección de pulido, le están colocando una solera improvisada para evitar la deformación del marco perimetral durante el proceso de pulido.

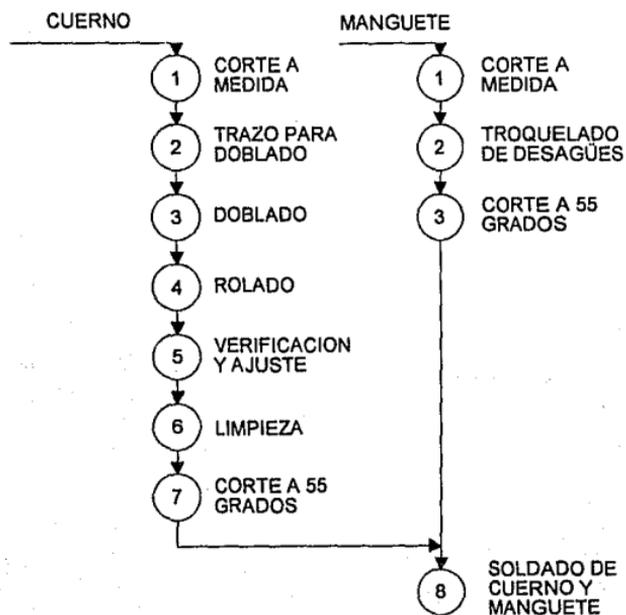
3.6 Cuerno y Manguete G

El marco perimetral de la ventana G, está compuesto de 2 piezas: El cuerno y el manguete horizontal. A diferencia de los marcos perimetrales de F y C, este marco, tiene dos esquinas puntiagudas, es decir, el cuerno lleva únicamente dos dobleces en lugar de 4, y posteriormente se solda al manguete horizontal.

A continuación, detallaremos el diagrama de proceso actual del cuerno y el manguete G (figura 7).

El cuerno y el manguete G comparten la primera operación, ya que del perfil que se corta, salen ambas piezas. Al llevarlo al tope izquierdo, se da la medida del cuerno, y al llevarlo al tope derecho, se da la medida del manguete. Esta operación la realiza un operario.

FIGURA 7. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL CUERNO Y MANGUETE G



Una vez cortados todos los perfiles proporcionados, el cuerno pasa a la operación de trazo, donde se le colocan dos marcas para los dos dobleces que se le realizan. Esta operación la realizan los mismos que trabajan el doblado.

El manguete pasa al troquelado para el desagüe, que al igual que los marcos perimetrales de F y C, se hacen 6 agujeros. Esta operación la realiza el mismo operario que corta el perfil.

Ya que fue trazado el perfil, se coloca en la dobladora y se realizan los dos dobleces para formar el cuerno. Esta operación tiene los mismos problemas mencionados en el doblado del marco perimetral F y C.

El manguete regresa nuevamente a una operación de corte, donde se prepara la sierra a un ángulo de 55 grados. Este corte se aplica en ambos extremos del manguete, dejándolo listo para la operación de soldado. Esta operación la realiza el mismo operario que realiza el primer corte.

Ya doblado, el cuerno pasa a la operación de rolado, donde al igual que los marcos perimetrales F y C, sufre rayaduras notorias, causando los mismos problemas que se presentan en éstos. Esta operación también es realizada por 3 operarios, en tres máquinas roladoras.

Posteriormente, el cuerno es llevado a verificación en los escantillones, presentándose los mismos problemas que se presentan en los marcos perimetrales F y C. Esta operación la realizan los mismos operarios que lo rolan.

De ahí pasa a limpieza, donde se le quita toda la manteca utilizada en el doblado y rolado.

Se sigue el proceso, colocando el cuerno en un escantillón que le da la posición y sujeción necesaria al operario para realizar el corte a 55 grados. Este corte es realizado para soldarlo al manguete horizontal. Esta operación la realiza un solo operario.

Finalmente, se unen el cuerno y el manguete horizontal mediante la operación de soldado. Esta operación se realiza colocando el cuerno y el manguete en un escantillón, donde los extremos de cada uno son sujetados firmemente para la colocación de la soldadura. Esta operación la realiza un operario y sólo presenta algunos problemas de método, pero no causa problemas de proceso.

Durante la investigación, no se encontraron operaciones de fabricación en la línea de ensamble para estas piezas.

3.7 Marco Lateral y Posterior V

Los marcos lateral y posterior para la ventana V, llevan los mismos procesos y siguen la misma ruta de fabricación. La diferencia significativa se presenta en dos de los cuatro dobleces.

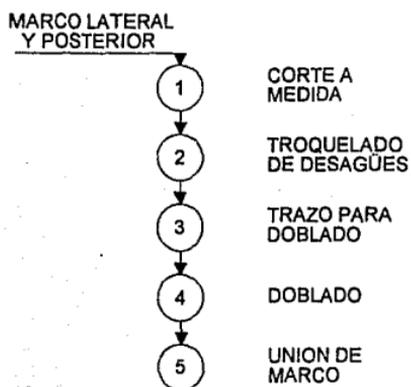
En la ventana lateral, todos los dobleces son a 90 grados, mientras que en la ventana posterior, dos dobleces son a 90 grados, uno a 135 grados y el otro a 45 grados.

A continuación, detallaremos el diagrama de proceso actual de los marcos lateral y posterior (figura 8).

El primer paso en el proceso de los marcos lateral y posterior, es el corte a medida. En este corte, se despunta y se da la medida final a estos marcos. Esta operación es realizada por un operario.

Una vez realizada esta operación, el perfil pasa al proceso de troquelado de desagües, donde se le hacen 5 agujeros en la parte inferior del perfil, utilizando un troquel con topes que señalizan el lugar del troquelado. Estos agujeros, evitan el acumulamiento de agua dentro del perfil. Esta operación la realiza el mismo operario que corta a medida el material.

FIGURA 8. DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL MARCO LATERAL Y POSTERIOR V



El perfil pasa a trazo, donde se le realizan 4 marcas para los 4 dobleces que llevarán los marcos lateral y posterior. Esta operación la realizan entre 2 operarios, quienes son los que realizarán la operación de doblado.

Una vez que fue trazado, el perfil pasa a doblado, donde se realizan los 4 doblados para dar la forma de la ventana. Estos 4 dobleces son a 90 grados en el marco lateral V, y 2 a 90 grados, uno a 135 y otro a 45 grados en el marco posterior. En esta operación, a diferencia del doblado de los marcos perimetrales F, C y Cuerno G, no sufre deformaciones el material, ya que el perfil es consistente en toda su superficie.

En el último proceso, los marcos lateral y posterior, pasan a la unión del corte, donde se le coloca una solera unión sin barrenar, con el fin de que a la hora del pulido, estos marcos no se deformen.

Para estos perfiles, también existe la operación de barrenado para la colocación de solera unión. Esta operación se está haciendo en la línea de ensamble, provocando rayaduras en el material ya pulido con un acabado espejo, lo que provoca que regresen algunos marcos a la sección de pulido.

3.8 Flujos de materiales

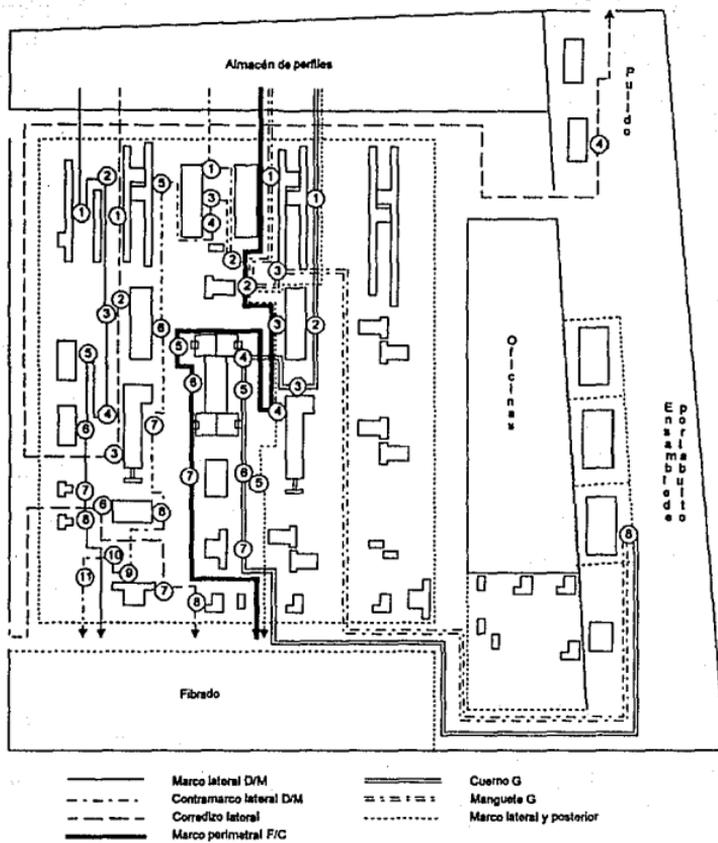
Como se mencionó anteriormente, no se tienen definidas las rutas de fabricación para cada parte, presentándose entonces las que se siguen en la mayoría de las corridas de producción.

En la figura 9, se muestran los flujos de materiales para las partes en estudio. Como se puede observar, existen cruces de materiales durante el proceso productivo. Las dos dobladoras existentes están saturadas por todos estos productos. En una, se procesan los marcos laterales, los contramarcos y los corredizos y, en ocasiones, se procesan marcos perimetrales y cuernos. En la segunda es a la inversa, además de procesarse los marcos V.

Por otra parte, la fabricación de las piezas por lote se realiza en cualquier máquina, y en ocasiones obstruye el proceso productivo de las partes A.

La dirección general desea que esta obstrucción no se presente, ya que está provocando que los tiempos de entrega de los materiales (que no se tienen definidos con exactitud), sean mayores, retrasando el tiempo global de la producción.

FIGURA 9. DIAGRAMA CONCENTRADO DE FLUJO DE MATERIALES



CAPITULO IV

CAMBIOS Y MEJORAS REALIZADAS

4.1 Introducción

En el transcurso de este capítulo, se describen los cambios y mejoras generales realizados al área en estudio, así como a detalle para cada una de las partes estudiadas. Se muestra el layout del área modificado de acuerdo a las necesidades de los materiales y los flujos de éstos a través del área, las secuencias de operaciones para las partes en análisis, y las operaciones anexadas al área, las cuales se llevaban a cabo en el área de ensamble.

4.2 Cambios y Mejoras

4.2.1 Generales

1. Se realizó la redistribución del área en base al proceso de las partes A estudiadas, separándolas por línea de fabricación y determinando la secuencia de operaciones más adecuada para cada una de éstas (figura 10).

Las líneas quedaron distribuidas de la siguiente forma: línea uno Contramarco D/M, línea dos Marco Lateral D/M y Corredizo Lateral, Línea 3 Marco Perimetral F/C, Cuerno G, Manguete G,

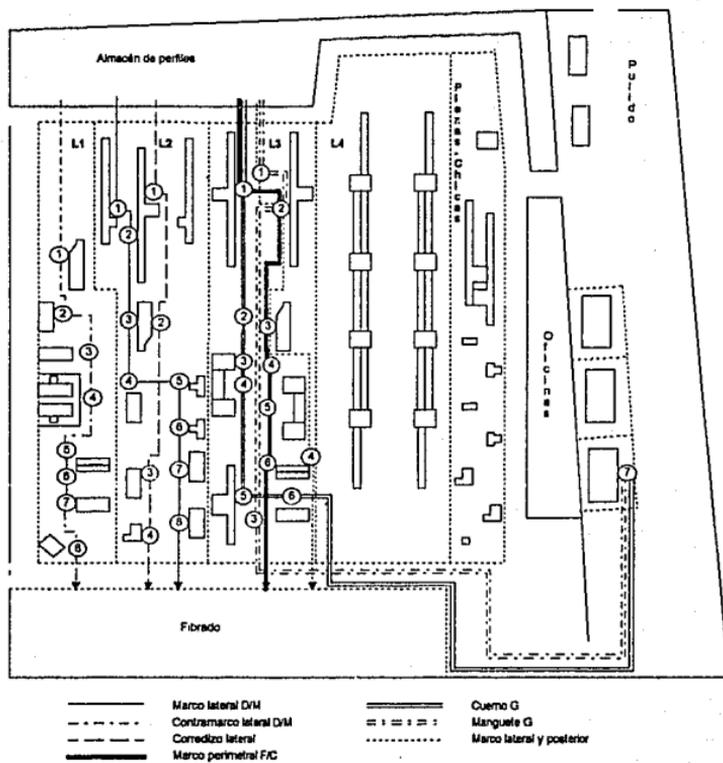
Marco Lateral V y Marco Posterior V, Línea 4 Portabultos (fuera de estudio). Además se creó el área denominada "Piezas Chicas", donde se procesan todas las partes B y C.

2. Se elaboraron los nuevos diagramas de proceso para las partes A, en base a la secuencia de operaciones definida. Estos diagramas se muestran posteriormente en este capítulo.
3. Se diseñó el layout por estación de trabajo.
4. Se formalizaron todos los métodos de trabajo para cada proceso de fabricación.
5. Se determinaron los tiempos estándar de fabricación para cada parte (incluyendo B y C), así como los tiempos ciclo de cada línea.
6. Se diseñaron los contenedores y dispositivos de trabajo para cada estación de trabajo.

4.2.2 Contramarco Lateral D/M

1. Debido a que el contramarco lateral y marco lateral comparten una dobladora, y son parte del mismo ensamble, se decidió adquirir una nueva, con el fin de incrementar la producción de producto terminado y evitar cuellos de botella.

FIGURA 10. LAYOUT Y FLUJO DE MATERIALES MODIFICADOS



2. Las operaciones del trazo (01) y barrenado (02), que se realizaban para la colocación de la ventana en el autobús, fueron modificadas. La primera quedó eliminada, al elaborar un escantillón especial para el barrenado, donde al no necesitarse exactitud en las distancias de perforación, se marco el lugar aproximado del barrenado. Este barrenado, ahora se realiza después de que la ventana fue doblada, con lo que se ganó espacio dentro del área.
3. La colocación de la pija y ensamble de perfiles (04), también fue eliminada, ya que se demostró físicamente, que es factible doblar el material sin que esto afecte, y el ensamble de los dos perfiles, se realizará en la operación de doblado.
4. Las operaciones de despunte (05), trazo (08) y corte a medida (09), fueron resumidas en una sola estación de trabajo. Para esto se diseñó un escantillón especial donde se coloca el contramarco ya doblado, se sostiene con sujetadores, para finalmente ser cortado.

Con este escantillón el despunte y corte a medida, se realizan al mismo tiempo, y la operación de trazo queda eliminada. Esta nueva operación la puede realizar un solo operario, por lo que los tres restantes quedan libres para otras asignaciones.

5. Las operaciones de trazo (06) y doblado (07) son concentradas en una sola. El trazo es eliminado al colocar un sistema de topes en la dobladora, los cuales dan la medida exacta para cada doblez. Por otra parte, en el doblado se elimina la persona que sostiene el perfil, al colocar un barandal en la dobladora, el cual realiza la función de sostenimiento del operario. Este barandal fue recubierto con tubo PVC, con el fin de no rayar el material y evitar los retrabajos.
6. Para la operación de chafianado (10) se diseñó un mesa con escantillón, evitando así las rayaduras que se generaban en el perfil por realizar la operación en el piso.
7. Para la operación de soldado (11), se determinó que debe ser realizada por dos operarios, para eliminar el cuello de botella que esta operación representa.
8. Las dos operaciones de barrenado que se realizaban en el área de ensamble, fueron llevadas al área de fabricación. Para éstas, también se diseñaron mesas de trabajo y escantillones, evitando así, los retrabajos mencionados en el análisis.
9. Se colocan contenedores para las estaciones de doblado, chafianado, soldadura, barrenado de placa retén y planchado.

En resumen, se eliminaron seis operaciones innecesarias, el personal se redujo de 11 a 8 operarios para un volumen de 150 contramarcos diarios, y se generaron dos nuevas operaciones, las cuales se realizaban en el área de ensamble.

Por todo lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 11 y el resumen de operaciones se muestra en la figura 12.

4.2.3 Marco Latral D/M

1. Al comprarse la dobladora para la línea de contramarco, quedó libre la otra para este proceso.
2. Para la operación de fresado (01), se colocó un dispositivo para rociar el líquido enfriante.
3. En la operación de limpieza y trazo (03), se eliminó la operación del trazo de la misma forma que el contramarco: colocando topes en la dobladora. Así mismo, se colocó un barandal con el fin de evitar que un operario sostenga el marco. La operación de limpieza, quedó integrada a la del corte a medida (02).
4. Para las operaciones de avellanado (06), troquelado (07) y troquelado (08) se asignó un solo operario en lugar de dos.

FIGURA 11. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO
CONTRAMARCO D/M

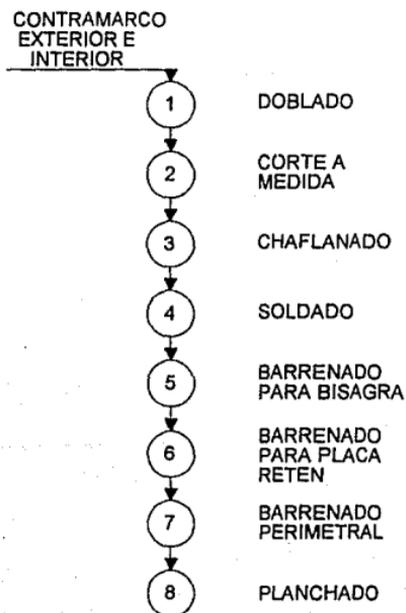


FIGURA 12. RESUMEN DE OPERACIONES CONTRAMARCO D/M

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 100 piezas.
 TIEMPO CICLO = 4.400 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNO REQ/DIA	CARGA %
D1 S1 E1	DOBLADO DEL PERFIL CORTE DEL MARCO A MEDIDA CHAFLANEADO	2.451 0.737 0.598 3.786	2	15.848	112.250	0.891	86.05%
A1	SOLDADO DE CONTRAMARCO	3.142	1	19.096	135.258	0.739	71.41%
E2 E3	BARRENADO PARA BISAGRA BARRENADO PARA P. RETEN	1.245 1.550 2.795	1	21.467	152.050	0.658	63.52%
E4 P1	BARRENADO PERIMETRAL PLANCHADO	3.422 0.271 3.693	1	16.247	115.077	0.869	83.93%
TOTALES			5			0.891	

5. Para la operación de barrenado (05) los tiempos medidos determinaron que solo se necesitan dos operarios, asignando los dos sobrantes a otras actividades.
6. Para la operación de avellanado, se elaboró una mesa con escantillón.
7. Las dos operaciones de barrenado que se realizaban en el área de ensamble fueron llevadas al área de fabricación. También se diseñó un escantillón en el cual se pueden realizar las dos operaciones al mismo tiempo, eliminando así los costosos retrabajos.

En resumen, se eliminó una operación, el personal se redujo de 10 a 7 operarios para un volumen de operación de 150 marcos diarios, y se generó una nueva operación, la cual se realizaba en el área de ensamble.

Por todo lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 13 y el resumen de operaciones se muestra en la figura 14.

FIGURA 13. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO
MARCO LATERAL D/M

MARCO LATERAL



FIGURA 14. RESUMEN DE OPERACIONES MARCO LATERAL D/M

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 100 piezas.
 TIEMPO CICLO = 4.400 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
F1 S2	FRESADO DEL PERFIL CORTE DEL MARCO A MEDIDA	2.950 0.857 3.807	1	15.760	111.631	0.896	88.52%
D2	DOBLADO DEL PERFIL	2.107	2	28.477	201.699	0.496	47.89%
E5	1er. BARRENADO DEL MARCO	3.814	1	15.732	111.426	0.897	86.68%
P2 P3 E6 E7	TROQUELADO TIRANTE TROQUELADO DESAGÜE AVELLANADO DEL MARCO 2o. BARRENADO DEL MARCO	0.715 0.612 0.793 0.552 2.672	1	22.455	159.049	0.629	60.73%
TOTALES			5			0.897	

4.2.4 Corredizo Lateral

1. En la operación de corte (01), este se realizaba a una longitud mayor que la medida especificada. Se determinó que esto no era necesario, ya que el anodizador puede sujetar el perfil de las puntas que se desbatarán en el proceso de fresado, quedando el corte a medida, eliminando uno de los dos trazos de la operación (06) y la operación de corte a medida (07).
2. La operación de trazo (02), al igual que en los procesos anteriores, fue eliminada al utilizar el sistema de topes en el procesos de doblado.
3. Se demostró que los procesos de pulido (04) y anodizado (05) se pueden realizar después del fresado, evitando así los retrabajos provocados por llevar a cabo esta operación después del anodizado.
4. La operación de barrenado para la colocación del operador de la ventana, fue llevada al área de fabricación, para lo que se elaboró un escantillón donde, mediante unos topes, se realiza la operación de trazo (06) en el corredizo.

En resumen, se eliminaron tres operaciones innecesarias, el personal se redujo de cinco a tres operarios para un volumen de 300

corredizos diarios, y se generó una nueva operación que se realizaba en el área de ensamble.

Por todo lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 15 y el resumen de operaciones se muestra en la figura 16.

4.2.5 Marco Perimetral F/C

1. Debido a la exactitud requerida para el corte a medida (01) del perfil a 90 grados, y al tiempo de uso de las sierras radiales, se decidió adquirir una sierra de péndulo neumática, la cual otorga las características deseadas en el corte.
2. Las operaciones de corte a medida (01) y troquelado (02), serán realizadas por un solo operario en lugar de dos, debido a los tiempos de proceso determinados.
3. La operación de trazo (03), fue eliminada utilizando el sistema de topes ya mencionado.
4. Durante el análisis de la operación de doblado (04), se determinó que la velocidad del brazo de la dobladora, estaba ocasionando las ondulaciones de los perfiles, además de lo antes mencionado.

**FIGURA 15. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO
CORREDIZO LATERAL**

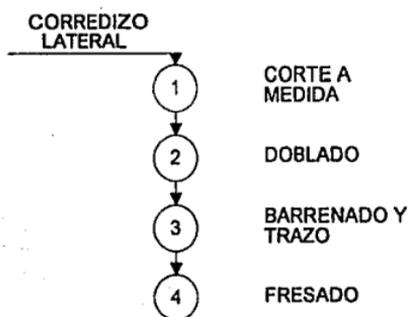


FIGURA 16. RESUMEN DE OPERACIONES CORREDIZO LATERAL

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 200 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.200 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S2 D2	CORTE DEL PERFIL A MEDIDA DOBLADO DEL PERFIL	0.523 0.995 1.518	1	39.526	279.960	0.714	69.00%
E8 F3	BARRENADO Y TRAZADO FRESADO	0.615 0.847 1.462	1	41.040	290.684	0.688	66.45%
TOTALES			2			0.714	

Se disminuyó esta velocidad, reduciendo así notoriamente las ondulaciones. Sin embargo, existe otra variable que provoca que el material se ondule, siendo ésta el proceso de extrusión, el cual nos fue indicado por el departamento de Aseguramiento de la Calidad. Se sugirió que se comente con el proveedor para dar solución a este problema. A esta operación también se le colocó un barandal para sostener el marco, evitando que lo realice un operario.

5. En la operación de rolado (05) se fabricaron nuevos discos, con acabado espejo y un tratamiento térmico especial para disminuir el rayado. Además de que el rayado disminuyó notoriamente por los discos, al diseñarse un dispositivo neumático que baja los discos a la altura necesaria sin maltratar el material, se disminuyó aún mas. Con este dispositivo también se logró minimizar las deformaciones del marco, evitando el golpeo del marco con el mazo y el desbastado del material.
6. Se detectaron dos operaciones: barrenado y colocación de solera, las cuales fueron llevadas al área de fabricación.

En resumen, se eliminó una operación, una en el área de ensamble, el proceso mejoró notablemente y el personal se redujo de ocho a seis operarios, para un volumen de 100 ventanas diarias.

Con base en lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 17 y el resumen de operaciones se muestra en las figuras 18 y 19.

4.2.6 Cuerno y Manguete G

1. La operación de trazo (02) fue eliminada mediante la utilización del sistema de topes.
2. Todos los problemas de doblado y rolado fueron solucionados como se mencionó en el marco perimetral F/C.
3. Para la operación de corte (01) y doblado (03), por tiempos medidos, se redujo el personal de 3 a 2 operarios, al igual que en la operación de rolado (04).

En resumen, se eliminó una operación y se redujo el personal de 9 a 7 operarios para un volumen de 100 cuernos y 100 manguetes.

Con base en lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 20 y el resumen de operaciones se muestra en las figuras 21 y 22.

FIGURA 17. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO
MARCO PERIMETRAL F/C

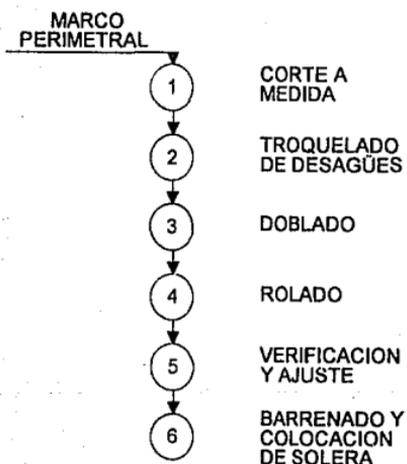


FIGURA 18. RESUMEN DE OPERACIONES MARCO PERIMETRAL F

TIEMPO POR DIA = 255 min.
 VOLUMEN = 60 piezas.
 TIEMPO CICLO = 4.250 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 P4	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL. TROQUELADO DE DESAGÜES	0.674 1.388 2.062	1	29.098	206.101	0.291	48.52%
D3	DOBLADO DEL PERFIL	3.628	2	16.538	117.139	0.512	85.36%
R1, R	ROLADO DEL MARCO	3.622	1	16.565	117.333	0.511	85.22%
E9	BARRENADO Y COLOCACION DE SOLERA	1.812	1	33.113	234.536	0.256	42.64%
TOTALES			5			0.512	

FIGURA 19. RESUMEN DE OPERACIONES MARCO PERIMETRAL C

TIEMPO POR DIA = 102 min.
 VOLUMEN = 40 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.550 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 P4	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL TROQUELADO DE DESAGÜES	0.674 1.414 2.088	2	57.471	407.069	0.098	81.88%
D3	DOBLADO DEL PERFIL	2.454	2	24.450	173.178	0.231	96.24%
R1, R	ROLADO DEL MARCO	3.622	2	33.131	234.666	0.170	71.02%
E9	BARRENADO Y COLOCACION DE SOLERA	1.944	1	30.864	218.611	0.183	76.24%
TOTALES			7			0.231	

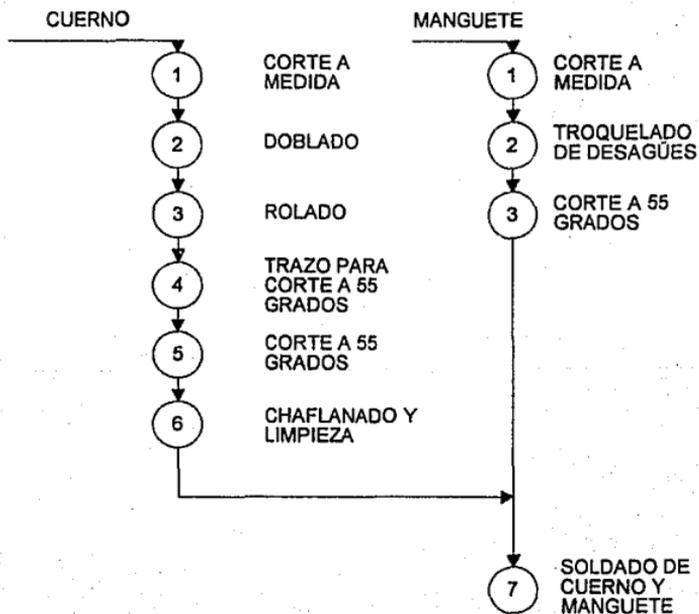
FIGURA 20. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO
CUERNO Y MANGUETE G

FIGURA 21. RESUMEN DE OPERACIONES CUERNO G

TIEMPO POR DIA = 268 min.
 VOLUMEN = 100 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.880 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 D3	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL. DOBLADO DEL PERFIL	0.441	2	67.912	481.019	0.208	65.93%
		1.326					
		1.767					
R1, R	ROLADO DEL MARCO	4.458	2	26.918	190.659	0.524	83.17%
T1 S4 E12	TRAZADO DE MARCO CORTE A 55° DESENGRASE DEL MARCO Y CHAFLANEADO	0.422	C/Auxiliar 1	26.064	184.613	0.542	85.90%
		0.888					
		1.184					
		2.302					
A3	SOLDADO 1er.PASO	1.383	1	43.384	307.289	0.325	51.60%
A4	SOLDADO 2o. PASO	2.571	1	23.337	165.298	0.605	95.93%
TOTALES			7			0.605	

FIGURA 22. RESUMEN DE OPERACIONES MANGUETE G

TIEMPO POR DIA = 124 min.
 VOLUMEN = 100 piezas.
 TIEMPO CICLO = 1.240 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 P4	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL. TROQUELADO DE DESAGÜES	0.409	1	53.097	376.088	0.266	91.13%
		0.721					
		1.130					
S4	CORTE A 55° DEL MANGUETE	0.809	1	74.166	525.315	0.190	65.24%
E12	CHAFLANEADO DE MANGUETE	1.194	1	50.251	355.930	0.281	96.29%
TOTALES			3			0.281	

4.2.7 Marco Lateral y Posterior V

1. La operación del trazo (03) fue eliminada mediante el uso del sistema de topes ya mencionado.
2. La operación del barrenado y colocación de solera, fue llevada al área de fabricación, colocando para ello una mesa con sujetadores.

En resumen, se eliminó una operación, y se trasladó una más del área de ensamble.

Con base en lo anterior, el diagrama de proceso queda como se observa en la figura 23 y el resumen de operaciones se muestra en las figuras 24 y 25.

4.2.8 Area de Piezas Chicas

1. Se elaboró un área especial para la fabricación de las piezas clasificadas como B y C.
2. Se determinaron los tiempos estándar de fabricación para los procesos de corte, troquelado, barrenado, avellanado y fresado.

Se muestra el resumen de operaciones en la figura 26.

FIGURA 23. DIAGRAMA DE PROCESO MODIFICADO MARCO
LATERAL Y POSTERIOR V

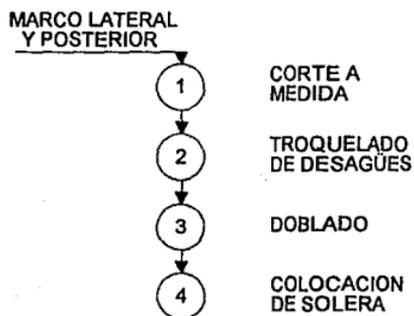


FIGURA 24. RESUMEN DE OPERACIONES MARCO LATERAL V

TIEMPO POR DIA = 146 min.
 VOLUMEN = 56 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.607 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 P4	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL. TROQUELADO DE DESAGÜES	0.649 1.254 1.903	1	31.529	223.321	0.251	72.99%
D3	DOBLADO DEL PERFIL	2.498	2	24.019	170.128	0.329	95.81%
E11	COLOCACION DE SOLERA	1.944	1	30.864	218.611	0.256	74.56%
TOTALES			4			0.329	

FIGURA 25. RESUMEN DE OPERACIONES MARCO POSTERIOR V

TIEMPO POR DIA = 30 min.
 VOLUMEN = 8 piezas.
 TIEMPO CICLO = 3.750 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S3 P4	CORTE A MEDIDA DEL PERFIL. TROQUELADO DE DESAGÜES	0.849 1.254 1.903	1	31.529	223.321	0.038	50.75%
D3	DOBLADO DEL PERFIL	3.557	2	16.868	119.477	0.067	94.85%
E11	COLOCACION DE SOLERA	1.944	1	30.864	218.611	0.037	51.84%
TOTALES			4			0.067	

FIGURA 26. RESUMEN DE OPERACIONES PIEZAS CHICAS

Minutos disponibles por turno = 440 minutos

PRODUCCION POR DIA

4	VENTANAS LATERALES D
6	VENTANAS LATERALES M
60	MARCO PERIMETRAL F
40	MARCO PERIMETRAL C
100	CUERNOS Y MANGUETES G
58	VENTANAS LATERALES V
8	VENTANAS POSTERIORES V

PROCESO	MINUTOS REQ/DIA	TURNOS REQ/DIA	PERSONAL REQ/DIA	CARGA DE TRABAJO	OPCIONES
CORTE	652.361	1.48	2	74.13%	1 máq. 2 turnos 2 máq. 1 turno
TROQUELADO	998.594	2.27	3	75.65%	3 máq. 1 turno 2 máq. 2 turnos
BARRENADO	765.459	1.74	2	86.98%	1 máq. 2 turnos 2 máq. 1 turno
FRESADO	493.652	1.12	2	56.10%	1 máq. 2 turnos 2 máq. 1 turno

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

79

CAPITULO 5

RECOMENDACIONES FINALES Y EVALUACION ECONOMICA

5.1 Introducción

Durante el presente capítulo, mencionaremos todas las recomendaciones necesarias, a fin de que la implantación del estudio de Ingeniería Industrial realizado, se mantenga actualizado y cumpla con los objetivos establecidos por la empresa.

Estas recomendaciones se presentan en primera instancia a nivel general del área y posteriormente, por línea de fabricación.

5.2 Recomendaciones generales

1. La supervisión de las líneas de fabricación debe ser más estricta, con el fin de que se cumplan los objetivos que persigue el estudio realizado.
2. Se deben realizar auditorías al sistema diseñado, en lapsos de tiempo determinados (recomendable cada seis meses), con el fin de evitar que éste no se desvirtúe y quede obsoleto.
3. Cada vez que surja una nueva operación, el departamento de ingeniería industrial debe elaborar los métodos de trabajo, hojas de proceso, ayudas visuales, etc., con el propósito de mantener actualizado el sistema y los manuales de operación.

4. La entrega de los materiales del almacén a las líneas de fabricación, debe realizarse en el carro contenedor correspondiente, desempapelado y acomodado de la forma determinada, la cual se describe más adelante en el presente capítulo, con el fin de evitar rayaduras de material, basura provocada por desempapelamiento y giros de materiales en línea, los cuales pueden provocar un accidente.
5. El material colocado en los carros contenedores debe ser surtido en camas de un piso, evitando amontonamientos de material en los mismos, para que no se raye el material.
6. El material colocado en los carros contenedores, no debe exceder la altura de los mismos, ya que de lo contrario, no puede ser colocado por debajo de las mesas de trabajo.
7. Cuando una orden de producción exceda la altura de los carros contenedores, ésta se surte las veces que sea necesario, y sólo debe haber un carro con material en línea de fabricación. Esto es, se surte el siguiente carro, faltando una cama para que se termine el que se encuentra en línea. Esta situación la notifica el supervisor al personal de almacén.
8. Si una orden de producción no cubre la capacidad del carro, no debe surtirse más material que el solicitado por la orden.

9. Una vez que un carro contenedor este vacío en la línea, el supervisor debe notificarlo al almacén para que lo retiren y lo asigne a la siguiente orden de trabajo que lo requiera.
10. Para que se cumplan todas las recomendaciones mencionadas de los puntos 4 al 9, es necesario que se tenga personal de planta en el almacén de perfiles.

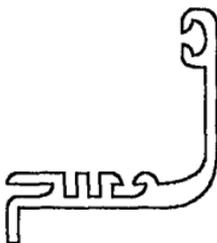
5.3 Recomendaciones por línea de fabricación

5.3.1 Contramarco Lateral D/M

1. Es necesario la contratación de un segundo operario para la operación de soldado de contramarco, de lo contrario, se generará un cuello de botella, provocando acumulación de materiales en la línea.
2. Se debe tener en la línea por lo menos tres carros contenedores.
3. La colocación del perfil del contramarco exterior en el carro contenedor, debe ser como se muestra en la figura, visto del área de fabricación hacia el almacén de perfiles:

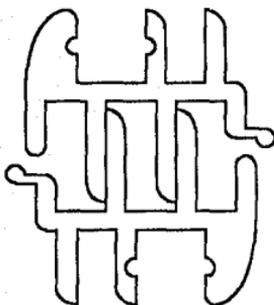


4. Para el perfil del contramarco interior, debe ser como sigue:



5.3.2 Marco Lateral D/M

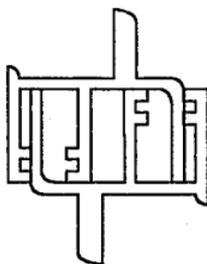
1. La colocación del perfil del marco lateral D/M en el carro contenedor, debe ser como se muestra en la figura, visto del área de fabricación hacia el almacén de perfiles:



2. La colocación del perfil del corredizo lateral no es relevante, ya que es simétrico.

5.3.3 Pick Up y Marcos V

1. Es necesario dar seguimiento a la fabricación de un escantillón para la operación de inspección de los marcos perimetrales F/C, ya que solo existe uno y esto provoca acumulamiento de material en la operación.
2. La colocación de todos los perfiles (la figura es similar) que pasan por esta línea en el carro contenedor, debe ser como se muestra en la figura, visto del área de fabricación hacia el almacén de perfiles:



5.3.4 Piezas Chicas

1. Es necesario diseñar y fabricar los carros contenedores para las piezas fabricadas por lote, y definir el manejo de materiales de las mismas.
2. Es necesario realizar la planeación de producción para estas piezas, basados en los tiempos determinados.

5.4 Justificación Económica

En la figura 27, se presenta la justificación económica del estudio. Esta justificación está basada en los siguientes puntos:

FIGURA 27. JUSTIFICACION ECONOMICA

Mes	Línea	Kilogramos Transform.	Desperdicio Generado	Horas Normales	Horas Extra	Horas Totales	% hrs. Extra
E	PU y V	10,072	414	1,807	94	1,901	
N	Carroceros	51,014	2,067	9,151	478	9,627	
E	Totales	61,086	2,511	10,958	570	11,528	4.94%
F	PU y V	9,587	563	1,364	162	1,526	
E	Carroceros	53,456	3,142	7,606	904	8,510	
B	Totales	63,043	3,705	8,970	1,066	10,036	10.62%
M	PU y V	24,852	1,025	3,418	175	3,593	
A	Carroceros	39,727	1,639	5,464	280	5,744	
R	Totales	64,579	2,664	8,882	455	9,337	4.87%
P	PU y V	14,837	668	2,196	144	2,340	
R	Carroceros	48,068	2,293	7,407	553	7,960	
O	Totales	62,903	2,961	9,603	697	10,300	6.77%
P	PU y V	14,851	?	3,262	0	3,262	
R	Carroceros	94,672	?	3,807	0	3,807	
Y	Totales	109,523	?	7,069	0	7,069	0.00%

INVENTARIO

Mes	Inventario en Proceso	Costo en USD/kg	Costo total en USD	Pesos por Dolar	Total en M.N.
Enero	28,381	4	113,524	3,068	348,064,584
Febrero	20,064	4	80,256	3,061	245,643,552
Marzo	24,705	4	98,820	3,084	304,711,470
Promedio	24,383	4	97,533	3,070	299,473,202
Proyecto	0	4	0	3,100	0
				AHORRO	299,473,202

MANO DE OBRA

Mes	Total de Obreros	Costo de M.O./día	Costo por Mes de M.O	Costo/Mes M.O. Hrs. X.	
Enero	104	26,625	83,070,000	4,285,280	
Febrero	98	26,625	78,277,500	8,014,189	
Marzo	102	26,625	81,472,500	3,420,690	
Promedio	101	26,625	80,940,000	5,240,047	
Prom.Pro.	176	26,625	140,927,962	9,123,661	
Proyecto	82	26,625	65,497,500	0	
				AHORRO	76,430,462

Rend. Anual
Mar-92 30.43%
Tomado de la Cuenta
Maestra Bancomer

Ahorro Total	
Mano Obra	84,554,123
Costo l. Proc.	7,594,141
Total/Mes	92,148,264

1. La información de los kilogramos transformados por mes para cada línea de fabricación, se obtuvieron de los reportes operacionales de los superintendentes de producción.
2. La información del inventario en proceso acumulado dentro del área de fabricación, fue proporcionada por el departamento de control de inventarios.
3. La información del personal obrero, tanto en número como en sueldo, fue proporcionada por el departamento de nóminas.
4. La información proyectada, fue elaborada en base a los estándares de producción determinados durante el estudio.

Como se puede observar en la figura 27, existen tres variables importantes que cabe que resaltar. Primero, los kilogramos transformados, aumentan en un 74%, utilizando aproximadamente el 31% menos de horas/hombre. Segundo, El costo del inventario en proceso se reduce en un 100%, ya que no se tendrán materiales que no correspondan a lo que se está fabricando en la línea. Y tercero, el costo de mano de obra se reduce en un 19%. Sin embargo, si proyectamos el personal que sería necesario tener actualmente para la producción de los kilogramos determinados en este estudio, la reducción del costo de mano de obra es de un 54%.

CONCLUSIONES FINALES Y BENEFICIOS ADICIONALES

Conclusiones Finales

1. Mediante los diagramas de proceso y la secuencia de operaciones de cada actividad, se facilitó y se facilitará, al personal actual y de nuevo ingreso, familiarizarse con el proceso general de cada producto.
2. Con los métodos de trabajo definidos en cada operación, el supervisor y el operario deberán realizar su trabajo en forma adecuada y sistemática, así como conocer a detalle el proceso de cada operación.
3. Se cuenta con estándares de producción definidos, lo que permite en cualquier momento, conocer la capacidad de producción de las diferentes líneas de fabricación.
4. Mediante el balanceo de líneas, se determinó la cantidad de personal requerido para éstas, y se distribuyó la carga de trabajo más equitativamente.
5. Con las cargas de trabajo determinadas, se conoce con exactitud el nivel de saturación de cada operario.
6. Con el diseño de los dispositivos de trabajo, contenedores, escantillones y carros transportadores, se mejoraron los métodos

de trabajo, se disminuyó el tiempo por operación, y se mejoró el manejo de materiales, lo cual reducirá el desperdicio generado.

7. Mediante el nuevo layout general del área y de cada estación de trabajo, los operarios realizarán transportes de material más cortos, y tendrán más facilidades en la realización de las operaciones.
8. Con los instructivos de operación (ayudas visuales), los operarios actuales y de nuevo ingreso, pueden auxiliarse al momento de presentarse alguna duda durante la operación, sin tener que consultar al supervisor o el manual.
9. Se tienen supervisores más capacitados para adiestrar a los operarios de nuevo ingreso en los métodos de trabajo desarrollados.
10. Se cuenta con ingenieros capaces de elaborar diagramas de proceso, métodos de trabajo adecuados y estándares de producción confiables, para futuras modificaciones o nuevos procesos.
11. Se cuenta con manuales operativos para cada línea del área, lo que permite a los supervisores tener información inmediata, acerca del proceso de los productos fabricados, y a los nuevos supervisores, contar con un libro de texto de los procesos de

fabricación, el cual les facilitará la familiarización con éstos a detalle.

12. Se determinaron las capacidades reales de producción para cada una de las líneas de fabricación, así como para el área de piezas chicas, basados en los estándares de producción.
13. Ningún operario del área de fabricación debe realizar la entrega de materiales al siguiente proceso, ya que esto es responsabilidad del departamento de logística, además de que no están incluidos en los tiempos determinados, por considerarse parte de la operación.
14. Se mejoraron los procesos productivos, realizando cambios radicales en la secuencia de operaciones.
15. Se eliminaron operaciones innecesarias, gracias a los cambios de método de trabajo y diseño de dispositivos.
16. Se generaron nuevas operaciones en el área, eliminándolas del área de ensamble, reduciendo con esto, los reprocesos innecesarios.

Beneficios Adicionales

Con base en el estudio realizado, se obtuvieron beneficios adicionales inherentes al mismo, tanto en el área de fabricación como en otras áreas de la empresa. Estos beneficios son los siguientes:

1. Se tienen bases sólidas para el establecimiento del programa de productividad.
2. Se tienen facilidades para la administración y control de la producción en el área.
3. Se tiene mayor seguridad en el manejo de materiales.
4. Se tienen bases más sólidas para la obtención de la norma Q1 y similares.
5. Con el nuevo sistema de manejo de materiales, la calidad de los productos terminados se verá beneficiada, y a su vez, los retrabajos se disminuyen.
6. Se redujo el tiempo ciclo de cada parte en el área.
7. Se tiene mayor capacidad para futuros crecimientos en los volúmenes de producción.
8. Se minimizó el desperdicio de materiales con la fabricación de nuevos instrumentales y dispositivos de trabajo.

9. Se tiene un ahorro sustancial en los costos de mano de obra directa e indirecta.
10. Disminuyeron los costos de producción unitarios, al prorratearse la mano de obra en el incremento del volumen de producción.
11. Se disminuyó la necesidad de personal en el área de fibrado.
12. Se tiene un mejor medio ambiente de trabajo, gracias al layout diseñado.
13. Se incrementó el servicio a clientes en cuanto a cantidad, calidad y tiempos de entrega de los productos.
14. Disminuyeron las devoluciones de los clientes.

BIBLIOGRAFIA

- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO
Introducción al Estudio del Trabajo
Tercera Edición.
Oficina Internacional del Trabajo, Suiza 1977, 442 p.
- NIEBEL, Benjamin W.
Ingeniería Industrial, Estudio de Tiempos y Movimientos
Quinta reimpresión.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México 1976,
664 p.
- JAUFFRED, Francisco
Métodos de Optimización
Segunda reimpresión.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México 1974,
720 p.

ANEXOS

Anexo A. Resúmenes de operación a diferentes volúmenes de producción.

A solicitud de la Dirección General, se elaboraron resúmenes de operación a diferentes volúmenes de producción, que el utilizado para la elaboración del estudio. Estos resúmenes sólo se elaboraron para los macos laterales D y M y el corredizo lateral, presentándose a continuación:

RESUMEN DE OPERACIONES CONTRAMARCO D/M A VOU MEN DE 150 PIEZAS DIARAS

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 150 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.933 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
D1	DOBLADO DEL PERFIL	2.451	2	24.480	173.390	0.885	83.56%
S1 E1	CORTE DEL MARCO A MEDIDA CHAFLANEADO	0.737 0.598 1.335	1	44.944	318.337	0.471	45.51%
A1	SOLDADO DE CONTRAMARCO	3.142	2	38.192	270.516	0.554	53.56%
E2 E3	BARRENADO PARA BISAGRA BARRENADO PARA P. RETEN	1.245 1.550 2.795	1	21.467	152.050	0.987	95.28%
E4 P1	BARRENADO PERIMETRAL PLANCHADO	3.422 0.271 3.693	2	32.494	230.154	0.652	62.95%
TOTALES			8			0.987	

RESUMEN DE OPERACIONES CONTRAMARCO D/M A VOLUMEN DE 200 PIEZAS DIARIAS

TIEMPO POR DIA = 850 min.
 VOLUMEN = 200 piezas.
 TIEMPO CICLO = 4.250 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
D1 S1 E1	DOBLADO DEL PERFIL CORTE DEL MARCO A MEDIDA CHAFLANEADO	2.451 0.737 0.598 3.786	2	15.848	112.250	1.782	89.08%
A1	SOLDADO DE CONTRAMARCO	3.142	1	18.096	135.258	1.479	73.93%
E2 E3	BARRENADO PARA BISAGRA BARRENADO PARA P. RETEN	1.245 1.550 2.795	1	21.467	152.050	1.315	65.76%
E4 P1	BARRENADO PERIMETRAL PLANCHADO	3.422 0.271 3.693	1	16.247	115.077	1.738	86.89%
TOTALES			5			1.782	

RESUMEN DE OPERACIONES MARCO LATERAL D/M A VOLUMEN DE 150 PIEZAS DIARIAS

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 150 piezas.
 TIEMPO CICLO = 2.933 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
F1 S2	FRESADO DEL PERFIL CORTE DEL MARCO A MEDIDA	2.950 0.857 3.807	2	31.521	223.262	0.672	64.89%
D2	DOBLADO DEL PERFIL	2.107	2	28.477	201.699	0.744	71.83%
E5	1er. BARRENADO DEL MARCO	3.814	2	31.463	222.853	0.673	65.01%
P2 P3 E6 E7	TROQUELADO TIRANTE TROQUELADO DESAGÜE AVELLANADO DEL MARCO 2o. BARRENADO DEL MARCO	0.715 0.612 0.793 0.552 2.672	1	22.455	159.049	0.943	91.09%
TOTALES			7			0.943	

RESUMEN DE OPERACIONES MARCO LATERAL D/M A VOLUMEN DE 200 PIEZAS DIARIAS

TIEMPO POR DIA = 850 min.
 VOLUMEN = 200 piezas.
 TIEMPO CICLO = 4.250 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TORNOS REQ/DIA	CARGA %
F1 S2	FRESADO DEL PERFIL CORTE DEL MARCO A MEDIDA	2.950 0.857 3.807	1	15.780	111.631	1.792	89.58%
D2	DOBLADO DEL PERFIL	2.107	2	28.477	201.699	0.992	49.58%
E5	1er. BARRENADO DEL MARCO	3.814	1	15.732	111.426	1.795	89.74%
P2 P3 E8 E7	TROQUELADO TIRANTE TROQUELADO DESAGÜE AVELLANADO DEL MARCO 2o. BARRENADO DEL MARCO	0.715 0.612 0.793 0.552 2.672	1	22.455	159.049	1.257	62.87%
TOTALES			5			1.795	

RESUMEN DE OPERACIONES CORREDIZO LATERAL A VOLUMEN DE 300 PIEZAS DIARIAS

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 300 piezas.
 TIEMPO CICLO = 1,467 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNO REQ/DIA	CARGA %
S2	CORTE DEL PERFIL A MEDIDA	0.523	1	114.723	812.581	0.369	35.66%
D2	DOSLADO DEL PERFIL	0.995	1	60.302	427.116	0.702	67.84%
E8 F3	BARRENADO Y TRAZADO FRESADO	0.615 0.847 1,462	1	41.040	300.944	0.997	99.68%
TOTALES			3			0.997	

RESUMEN DE OPERACIONES CORREDIZO LATERAL A VOLUMEN DE 400 PIEZAS DIARIAS

TIEMPO POR DIA = 440 min.
 VOLUMEN = 400 piezas.
 TIEMPO CICLO = 1.100 min.

# DE EST.	OPERACION	TIEMPO ASIG.	PERS. X Turno	PROD/ HORA	PROD/ TURNO	TURNOS REQ/DIA	CARGA %
S2	CORTE DEL PERFIL A MEDIDA	0.523	1	114.723	812.581	0.492	47.55%
D2	DOBLADO DEL PERFIL	0.995	1	60.302	427.116	0.937	90.45%
E8	BARRENADO Y TRAZADO	0.615	1	97.581	691.024	0.579	55.91%
F3	FRESADO	0.847	1	70.838	501.747	0.797	77.00%
TOTALES			4			0.937	

Anexo B. Índice de los manuales operativos elaborados.

A continuación se presenta el índice del contenido de los manuales operativos elaborados para la empresa:

1. INFORMACION GENERAL
 - 1.1 OBJETIVOS
 - 1.2 POLITICAS
 - 1.3 DISTRIBUCION DEL AREA
 - 1.3.1 UBICACION DEL AREA DE FABRICACION
 - 1.3.2 DISTRIBUCION GENERAL DEL AREA
 - 1.4 ORGANIGRAMAS
 - 1.4.1 DIRECCION GENERAL
 - 1.4.2 GERENCIA DE PLANTA

2. INFORMACION POR LINEA
 - 2.1 DISTRIBUCION GENERAL DE LA LINEA
 - 2.2 PLANTILLA DE PERSONAL

3. INFORMACION POR ESTACION DE TRABAJO
 - 3.1 DATOS TECNICOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO
 - 3.2 DIAGRAMA DE OPERACION
 - 3.2 INSTRUCTIVOS DE OPERACION
 - 3.3 HOJAS DE PROCESO

4. ANEXO
 - 4.1 PROCEDIMIENTO DE AUTOINSPECCION

Anexo C. Ejemplo del contenido de los manuales operativos.

En este anexo, presentaremos los ejemplos más significativos del contenido de los manuales operativos. Estos ejemplifican a todos los manuales elaborados que fueron los siguientes: Manual de Marcos Laterales y Contramarcos, Manual de Pick Up y Ventanas V y, Manual de Piezas Chicas.

Los ejemplos son los siguientes:

VENTALSA

PLANTILLA DE PERSONAL

AREA					
DESCRIPCION	1er. TURNO		2o. TURNO		TOTAL
FABRICACIÓN	42		42		84
TOTAL	42		42		84

LINEA					
LINEA	OPERADORES		AYUDANTES		TOTAL
	1 Turno	2 Turno	1 Turno	2 Turno	
PIEZAS CHICAS	8	8	3	3	22
TOTAL	8	8	3	3	22

PERSONAL EXTERNO ASIGNADO A LA SECCION					
AREA	DESCRIPCION	1 Turno	2 Turno	TOTAL	
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	INSPECTOR	1	1	2	
TOTAL		1	1	2	

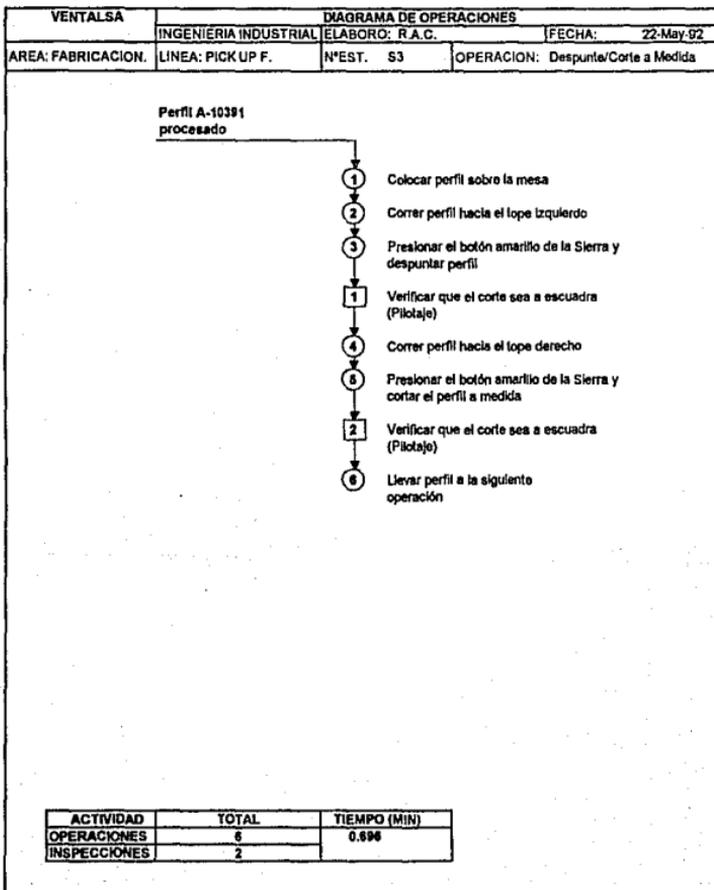
HORARIOS DE TRABAJO	
PRIMER TURNO	6:00 a 14:00 hrs. Comida 9:55 - 10:25 de lunes a sábado
SEGUNDO TURNO	14:00 a 21:30 hrs. Comida 18:55 - 19:30 de lunes a sábado

INSTRUCTIVO DE OPERACION

AREA:	FABRICACION.	LINEA:	MARCO LATERAL D/M	
ESTACION:	PRESA 08	No DE OPERARIOS:	1	HOJA 1 DE 1
TIEMPO ASIGNADO:	0.498 MIN.	CARGA DE TRABAJO:	27.8%	

DESCRIPCION DE LA OPERACION: TROQUELADO DE DESAGÜE PARA MARCO LATERAL D/M

ACTIVIDADES	DESCRIPCION		PUNTOS CRITICOS
	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	DE CALIDAD
1. Colocar el marco en la prensa.	Tome el marco del contenedor, introduzcalo y posicónelo en el troquel.	Tome el marco del contenedor, introduzcalo y posicónelo en el troquel.	Verifique que el marco no esté golpeado ni maltratado y verifique su posición correcta.
2. Alinear a referencia.	Ajuste el trazo del marco con referencia al troquel.	Ajuste el trazo del marco con referencia al troquel.	Evite maltratar el marco.
3. Troquelear marco.	Sujete el marco.	Accione la prensa presionando el pedal con el pie derecho.	Verifique la posición del marco y evite el movimiento al troquelear.
4. Retirar el marco.	Tome el marco y retírelo del troquel.	Tome el marco y retírelo del troquel.	Evite maltratar el marco al retirarlo.
5. Llevar el marco a la siguiente estación.	Lleve el marco a la siguiente estación de trabajo.	Lleve el marco a la siguiente estación de trabajo.	



Anexo D. Glosario de términos

El presente glosario de términos, tiene el propósito de definir todos y cada uno de aquellos términos cuyos tecnicismos causen duda al lector, por su desconocimiento del tema en cuestión.

1. **Anodizado.** Es un tratamiento oxidante de los metales, que además de darles un acabado especial, los hace resistentes a la corrosión.
2. **Avellanado.** Es un proceso mediante el cual se realiza un pequeño bisel en forma de avellana, a los agujeros previamente taladrados en el aluminio, a fin de que las pijas que se alojen en éste, queden al ras del mismo.
3. **Barrenado.** Es un proceso por el cual se perfora el perfil de aluminio con una broca, dejando un orificio cilíndrico a través de parte, o de todo el material.
4. **Chafinado.** Proceso para crear un ángulo en la esquina del perfil, permitiendo que la soldadura quede al ras de la unión de la otra esquina.

5. **Cizalla 90 grados.** Máquina utilizada para realizar cortes exclusivamente a 90 grados en piezas pequeñas y de poco espesor.
6. **Cizalla Chicago.** Máquina utilizada para para realizar cortes de láminas de gran espesor y tamaño.
7. **Despunte.** Proceso de corte para dar un ángulo específico a la punta de los perfiles de Aluminio. Normalmente, el ángulo es de 90 grados.
8. **Diagrama de Proceso.** Diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden tan sólo las principales operaciones.
9. **Dobladora Manual.** Máquina que se utiliza para realizar dobleces de partes pequeñas, con un ángulo de doblez no muy exacto.
10. **Dobladora.** Máquina automática mediante la cual se realizan todos los dobleces de los perfiles de aluminio. Esta máquina es de control numérico, por lo que es sencilla de utilizar, y da una seguridad del 100% a los ángulos de doblez realizados.
11. **Escantillón.** Plantilla utilizada para realizar operaciones en un lugar preciso, sin la necesidad de medir distancias.
12. **Fresado.** Proceso por el cual se da a los perfiles de aluminio, la forma de superficies planas o curvas, o bien se les provee de entalladuras, ranuras, dientes, etc.

13. **Fresadora.** Máquina que sirve para devastar metales. Estas pueden ser horizontales o verticales.
14. **Hoja de Proceso.** Hoja en la que se destaca el dibujo del proceso que se va a realizar. Incluye una breve narrativa del proceso, así como los materiales y herramientas necesarios. Normalmente se coloca en un lugar visible en la estación de trabajo.
15. **Instructivo de Operación.** Describe a detalle las operaciones a realizar en cada operación, separadas para cada mano (instructivo bimanual).
16. **Layout.** Es la colocación de las máquinas, escantillones, contenedores y transportadores en un área destinada a la transformación de materiales. Puede ser por estación de trabajo o por departamento.
17. **Manguete.** Parte de la ventana que enlaza las dos puntas del corredizo, a fin de sostener el cristal de la ventana.
18. **Prensa.** Máquina utilizada para realizar perforaciones o muescas a los perfiles de aluminio, utilizando troqueles diseñados especialmente para dichas operaciones.
19. **Punteadora.** Máquina utilizada para unir materiales mediante puntos de soldadura.

20. **Retrabajo.** Operación que se realiza para corregir defectos del material, ya sea porque se golpeo o se rayó, o porque una operación fué mal realizada.
21. **Roladora.** Máquina utilizada para dar una forma cóncava al material.
22. **Rolado.** Operación en la cual el material es colocado dentro de unos discos especiales, los cuales al girar, dan una forma cóncava al material procesado.
22. **Sierra.** Máquina utilizada para realizar cortes al material a diferentes grados de inclinación.
24. **Soldadora.** Máquina utilizada para unir dos perfiles, utilizando material preparado para soldar.
25. **Solera Unión.** Pieza de aluminio alargada, utilizada para unir los extremos de los marcos y ventanas.
26. **Taladro de Banco o Columna.** Máquina utilizada para oradar el material, produciendo un arranque de viruta. Consta de un bastidor en columna con el portabrocas fijo y el mecanismo de los movimientos y la mesa para el apoyo de las piezas.
27. **Trazo.** Operación que se efectúa con el propósito de marcar el material para realizar otra operación, tal como corte o doblado.

- 28. Troquel.** Molde utilizado para realizar orificios y muescas específicos en los materiales.
- 29. Troquelado.** Operación en la que se realizan orificios y muescas en los materiales.