



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**

**GUADALAJARA**

**"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
PRODUCCION EN CELDA PARA CARCASAS  
DE MOTORES MONOFASICOS"**

**DIEGO ADALBERT EWALD  
HERKOMMER UMMELMANN**

Tesis presentada para optar por el título de  
Licenciado en Ingeniería Industrial con re-  
conocimiento de Validez Oficial de  
Estudios de la SECRETARIA DE  
EDUCACION PUBLICA, según acuerdo  
número 81692 con fecha 17-XII-81

Zapopan, Jal. Marzo de 1994

587 a d u t o r

\_\_\_\_\_ LIBRARY  
\_\_\_\_\_ SUBJECT  
\_\_\_\_\_ AUTHOR  
\_\_\_\_\_ CALL NUMBER

CLASIF: \_\_\_\_\_  
ADQUIS: 50260  
FECHA: 04/09/03  
DONATIVO DE \_\_\_\_\_  
\$ \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**

**GUADALAJARA**

**"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
PRODUCCION EN CELDA PARA CARCASAS  
DE MOTORES MONOFASICOS"**

**DIEGO ADALBERT EWALD  
HERKOMMER UMMELMANN**

Tesis presentada para optar por el título de  
Licenciado en Ingeniería Industrial con re-  
conocimiento de Validez Oficial de  
Estudios de la SECRETARIA DE  
EDUCACION PUBLICA, según acuerdo  
número 81692 con fecha 17-XII-81

Zapopan, Jal. Marzo de 1994



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD GRANJA

45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS 27-12-09, 27-13-31 Y 27-19-80

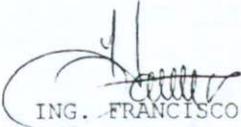
Enero 19 de 1993

COMITE DE EXAMENES PROFESIONALES  
ESCUELA DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Hago constar que el alumno: **DIEGO ADALBERT EWALD HERKOMMER UMMELMANN**, ha terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION EN CELDA PARA CARCASAS DE MOTORES MONOFASICOS**, que presentó para optar por el título de la Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

A t e n t a m e n t e

  
ING. FRANCISCO VILLANUEVA VILLANUEVA  
Asesor de Tesis Escuela de Ing. Ind.

cc Diego Adalbert E. Herkommer U.

## INDICE TEMATICO

A.- Introducción. ....	11
B.- Marco Teórico.	
1.- REFA. Método utilizado para el estudio de Tiempos y Movimientos.	
1.1 Apreciación del grado de Rendimiento. ....	4
1.2 Rendimiento Normal según REFA. ....	8
1.3 Requisitos para la Apreciación del grado de Rendimiento en tanto por ciento. ....	9
1.4 Evaluación de las tomas de tiempos. ....	11
2.- Desarrollo del estudio de tiempos y movimientos. ....	15
3.- Medios gráficos para el analista de métodos. ....	37
4.- Proceso de diseño en ingeniería para planeación de Instalaciones. ....	39
5.- Diseño de celdas para una manufactura de clase mundial. . .	45
C.- Antecedentes del centro de trabajo y del producto. ....	55
2.1- Diagrama de flujo de operaciones. ....	61
2.2- Rutas de Procesamiento del material. ....	62
2.3- Descripción de la Maquinaria. ....	68
2.4- Descripción de las operaciones. ....	88
2.5- Clasificación de la mano de obra. ....	91
2.6- Requerimientos de producción. ....	94

D.-	Análisis de optimización.	
4.1-	Carencias y defectos del centro de trabajo. ....	100
4.2-	Proyecto de organización del departamento sin adquisición de maquinaria nueva. ....	104
4.3-	Proposición de proyecto celda de trabajo. ....	108
E.-	Justificación económica del proyecto.	
5.1-	Análisis. ....	120
F.-	Resultados. ....	126
G.-	Conclusiones generales. ....	129
H.-	Conclusiones sobre el trabajo de tesis. ....	131
I.-	Bibliografía. ....	134
J.-	Anexos. ....	136

I N T R O D U C C I O N .

## 1.- INTRODUCCION

Dentro de lo que es esta nuestra época actual, ha existido mucho desarrollo en lo que respecta a la producción. Se escuchan términos como calidad total, planeación de requerimientos de manufactura, planeación de recursos materiales, planeación maestra de la producción, sistemas de manufactura flexibles, etc. Todos estos métodos y sistemas son el resultado de análisis profundos sobre lo que es la producción. Dentro de este desarrollo tecnológico, se encuentra como líder indiscutible Japón, el cual se ha dedicado no al desarrollo de nuevos productos, sino al desarrollo de nuevos métodos de producción para mejorar los productos ya existentes. Un ejemplo palpable es la ideología justo a tiempo, que ya pasó a formar parte esencial en los sistemas flexibles de manufactura.

Después de mencionar todos estos métodos, existe la incógnita de cómo aplicar todos estos métodos tan funcionales en nuestros sistemas de producción mexicanos. Como es sabido ya, la industria mexicana está un poco atrasada en este sentido y con la firma del tratado de libre comercio, se presenta como algo urgente la implantación de estos métodos. Es de tema actual decir que se debe producir con calidad, puesto que si no, las oportunidades de poder competir con productos extranjeros serán nulas. Pero este término ya debe ser tomado como hecho y se debe pasar a pensar en cómo sacar mi producto lo más rápido posible y de la manera menos costosa, para que mi cliente pueda obtener lo que quiere en el momento que el desee y a un

precio justo y competitivo.

Todo esto suena un poco utópico, pero es lo que se requiere para lograr ingresar a un mercado mundial.

Es por eso que esta tesis nos muestra la aplicación de un sistema de producción en celda a un proceso de producción ya existente. Este sistema es uno de los pasos a seguir en la implantación de sistemas flexibles de manufactura, ya que se requiere la reducción del tiempo de entrega y la eliminación total de demoras entre máquina y máquina.

Se hace un análisis completo de las cargas de trabajo de las máquinas existentes con requerimientos de producción actuales. Este consiste en definir cuanto tiempo se trabaja para obtener esta producción, cuanto tiempo se debe trabajar realmente, eliminar turnos excesivos de trabajo y con la proyección de aumentos en la producción, proponer la compra de maquinaria adecuada. Con esto se logra la implantación de un flujo continuo y se reduce el tiempo de proceso total, dando pie a la versatilidad en el cambio de producto. Cabe mencionar que los productos que se trabajan en la celda de trabajo son productos de una misma familia, es decir, que se les deben practicar las mismas operaciones de acuerdo a la maquinaria existente en la celda.

Esta tesis trata de facilitar más la adecuación de procesos existentes a procesos en celdas de trabajo para que la industria mexicana de

manufactura sea más versátil y pueda manejar una gama más amplia de productos; esto para poder competir fuertemente con los productos existentes en el mundo.

M A R C O T E O R I C O .

# 1. REFA. METODO UTILIZADO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

## 1.1 Apreciación del grado de rendimiento.

El tiempo para la ejecución de una determinada actividad laboral puede ser muy diverso. Aún empleando el mismo método de trabajo, con la misma tecnología y el empleo de los mismos medios de elaboración y materiales, así como otros muchos aspectos tomados de la misma forma, los trabajadores requieren tiempos diferentes para realizar la misma actividad. La causa principal de esto, es que el rendimiento de cada trabajador varía tanto debido a la capacidad de reacción de cada uno, como a la utilización de movimientos que no son ideales para esa actividad en específico.

Así pues, es posible que un trabajador se lleve, por ejemplo, 10 minutos en hacer una pieza mientras que otro trabajador, en las mismas condiciones y con el mismo equipo y materiales, haga la misma pieza en 15 o 20 minutos. Debido a este fenómeno los tiempos reales tomados se utilizan dentro de este método como tiempos previstos. Este concepto de tiempos previstos se utiliza para definir a los tiempos que se realizan en un estado previsto. Este estado previsto va a estar determinado por la tecnología de trabajo, en la cuál podríamos incluir el método de trabajo y las condiciones de trabajo. Para poder convertir un tiempo real en un tiempo relacionado con un rendimiento de referencia, es necesario conocer el grado de

rendimiento de referencia sobre el que se basa el tiempo real.

Siempre que se vaya a realizar una toma de tiempos, el grado de rendimiento de referencia será 100 %. De ésta manera, el grado de rendimiento sera:

$$\frac{\text{rendimiento real observado}}{\text{rendimiento de referencia ideal}} \times 100$$

Si este rendimiento lo expresáramos como número fraccionario, entonces sería la misma operación pero simplemente sin multiplicar por 100.

Todas éstas operaciones sólo son válidas utilizando la misma tecnología, el mismo método de trabajo y las mismas condiciones, tanto para el rendimiento de referencia, como para el rendimiento observado.

En trabajos donde influye la mano de obra es muy sencillo determinar la cantidad real de piezas a producir por simple observación. Lo que resulta difícil es determinar la cantidad a producir prevista o de referencia. En éste caso el rendimiento correspondiente a esta cantidad real de piezas producidas estará dado por la cantidad de piezas por unidad de tiempo que se esperan del trabajador.

En resumen, podríamos decir que el grado de rendimiento en tanto por ciento, expresa la relación entre la cantidad real a producir

influenciable y la cantidad a producir de referencia, influenciable también, expresadas en tanto por ciento.

Para la apreciación del grado de rendimiento, el encargado de la toma de tiempos, debe hacer una comparación entre el proceso de movimientos observado y el proceso de movimientos de referencia, para así obtener una cantidad de piezas previsiblemente alcanzada y la cantidad a producir de referencia.

Dentro de la apreciación de un proceso de movimientos deben existir dos conceptos básicos: la intensidad y la eficacia.

La intensidad siempre se manifiesta en la rapidez del movimiento y en la fuerza que requiera el mismo. Como una de las características más fácilmente enjuiciables en la apreciación de un proceso de movimientos, se presenta la velocidad del movimiento. La velocidad del movimiento o ritmo de trabajo es el aspecto en donde se pueden presentar diferencias palpables de un proceso de trabajo a otro. Esta velocidad se ve influenciada, así mismo, por la previsión y el esmero puestos por el trabajador.

Todos estos conceptos como "cantidad real a producir influenciable" , "cantidad a producir de referencia influenciable" , así como "eficacia e intensidad", son aspectos que evalúa la persona encargada de realizar el estudio. Es por eso que la persona encargada, debe tener bastante experiencia en lo que respecta a toma de tiempos y análisis de movimientos. Como se menciona en la

definición de intensidad, es necesario conocer la fuerza que requiere el movimiento para poder evaluarla correctamente. Esta fuerza se encuentra tabulada, de acuerdo al peso a mover y al tipo de movimiento a realizar, en tablas de estudios de tiempos ya existentes. Para éste caso en particular, se le dió mayor importancia a la experiencia adquirida a través del conocimiento de las actividades a realizar dentro del proceso, tomando como referencia simplemente un factor ya establecido por profesionales en este ramo dentro de la empresa. A pesar de este factor existen diferencias en la forma de calificar de acuerdo a la experiencia antes mencionada. Esto puede ser observado en los ejemplos de toma de tiempos anexos al final de este tema.

El otro aspecto en la intensidad, es la fuerza requerida para hacer ciertos movimientos. Esto influye bastante, ya que movimientos realizados contra resistencias como la carga de objetos pesados o el movimiento de palancas, son mucho más lentos que los movimientos no sometidos a estas fuerzas.

La eficacia, también tomada como otro de los aspectos importantes dentro de la apreciación de un proceso de movimientos, puede definirse como la calidad de la forma de trabajo de una persona. La eficacia se reconoce en el trabajo fluido, controlado, armonioso, seguro, responsable, exacto, rítmico y suelto.

Dentro de la eficacia uno de los principales aspectos que afectan es

la forma personal de realizar el trabajo. Esta forma personal de trabajo puede ser muy similar para varios trabajadores en lo que respecta a movimientos de transporte de un lugar a otro, pero hablando de movimientos específicos de elevación y colocación de un objeto determinado, no son similares. Es precisamente aquí donde se presentan las grandes diferencias en el desempeño de los trabajadores y, por consiguiente, en el grado de rendimiento.

En la observación cercana de éstos movimientos críticos, es donde se determinará la complejidad del movimiento, tomando en cuenta los aspectos que más influyen en el mismo. Estos serán: el tamaño del objeto, la forma de sus partes, el tipo de trabajo y las tolerancias para dicho movimiento.

## 1.2 Rendimiento normal según REFA.

Por rendimiento normal según REFA, se entiende la ejecución de una secuencia de movimientos, que para el observador es especialmente armoniosa, natural y equilibrada. Aquí cabe mencionar nuevamente que estos aspectos de armoniosa, natural y equilibrada dependerán de la experiencia y del criterio que la persona posea para poder ser detectados con claridad; esto a fin de cuentas es la parte medular para el análisis de un proceso en particular. Equilibrada principalmente en lo que respecta a movimientos aislados, a la sucesión de movimientos y a su coordinación. Este rendimiento puede lograrse con cualquier trabajador siempre y cuando este se atenga a

los tiempos concedidos para necesidades personales, así como para el descanso. Como otro requisito para el logro de esto, es necesario que el trabajador sea apto en la medida exigida, esté ejercitado y plenamente familiarizado con la tarea que va a desempeñar.

Comparado con otros rendimientos, el rendimiento normal según REFA se encuentra por debajo del rendimiento promedio de las personas que trabajan por incentivos.

Se define un rendimiento normal para este método en base a una secuencia de movimientos realizada de forma armoniosa, constante y natural. La diferencia radica en que en el rendimiento promedio de un trabajo por incentivos, el trabajador no realiza una actividad armoniosa, constante y natural, sino que es forzado a lograr una meta cuantificada para obtener una mayor remuneración. Esto le permite manipular el tiempo disponible, de tal manera que al principio tiene un rendimiento normal y al final uno bastante más alto elevando así el promedio. Esto es un aspecto básico dentro de la implantación de sistemas de celda de trabajo, en donde se produce de acuerdo a los requerimientos de la demanda establecida.

### 1.3 Requisitos para la apreciación del grado de rendimiento en tanto por ciento.

Primeramente se debe observar si existe la posibilidad de una apreciación del grado de rendimiento en el proceso observado, debido al tipo de trabajo del que se trata. Cumpliendo este requisito

se deberá atender a la existencia de las siguientes características:

1.- Debe tratarse de una sucesión de movimientos plenamente identificable y reconocible.

2.- Se debe tratar de una actividad que puede ser influida por el trabajador y no sólo por el medio de elaboración, el objeto a elaborar o por la organización del trabajo.

La metodología de ésta apreciación debe seguir los siguientes puntos, para que se realice una toma de tiempos correcta:

1.- Se debe hacer una descripción exacta del proceso de trabajo y de la instrucción del trabajador en el método de trabajo, así como de la tecnología de trabajo utilizada y de las demás condiciones de trabajo. Factores de efectividad son aquellos que nos indican, en porcentajes, el número de errores cometidos durante el desarrollo de la actividad en un determinado lapso de tiempo y sólo pueden apreciarse en aquellos procesos en los que no se modifica el método de trabajo durante la toma de tiempos.

2.- Se debe hacer una separación y clasificación del proceso de trabajo en fases de proceso de manera que se puedan apreciar modificaciones en el grado de rendimiento en el curso de la operación, así como para poder separar las operaciones que son influenciadas por el hombre de las que no lo son. En las hojas a utilizar para la toma de tiempos ya se tienen contempladas éstas divisiones.

3.- Se debe comprobar si los trabajadores son aptos en la medida requerida para el trabajo que desempeñan, si están ejercitados y plenamente familiarizados con él. En éste punto es recomendable preguntar a los superiores, ya que la falta de aptitud, ejercitación, así como de familiaridad con el trabajo, proporciona una imagen no reconocible, que hace difícil y casi imposible la apreciación del grado de rendimiento.

4.- Es necesario comprobar después, si los trabajadores se atienen al método de trabajo prescrito, o si es necesario incitarles a ello.

5.- Se debe comprobar si todas las personas que van a realizar el estudio, están enteradas de las particularidades así como de la tecnología utilizada en la operación a ser analizada.

6.- Es necesario analizar la seguridad de la que disponen las personas que realizan la toma de tiempos en lo que respecta a la apreciación del grado de rendimiento. Deben tener algunos conocimientos sobre el trabajo y sobre todo, tener la suficiente experiencia como para no inquietar a la persona durante la toma de tiempos. La persona debe ganarse la confianza del trabajador para poder indicarle en que movimientos es ineficaz y, por consiguiente, que el trabajador los quiera corregir.

#### 1.4 Evaluación de las tomas de tiempos.

Paso 1.- Se debe verificar si se han identificado correctamente las condiciones de trabajo, las fases del proceso y los puntos de referencia, las cantidades de referencia y las fases del proceso adicionales.

Paso 2.- Calcular los tiempos parciales reales:

a) Calcular el tiempo parcial real para las fases del proceso planificadas y para las adicionales.

b) Completar hasta donde sea posible los tiempos parciales reales.

c) Comprobar los tiempos parciales reales: errores de lectura, fugas, hacer un balance de tiempos.

Paso 3.- Hacer la evaluación estadística. Esta evaluación estadística se realiza con la ayuda de un programa de evaluación de tiempos de REFA.

Paso 4.- Cálculo de los tiempos previstos o de los tiempos normales.

$$t = \frac{L}{100} \times t_i$$

En la fórmula L "testada" representa el promedio aritmético de la eficiencia observada, es decir la suma de las eficiencias de cada ciclo

dividido entre el número total de ciclos. Por otro lado,  $t_i$  "testada" representa el promedio aritmético del tiempo obtenido en cada ciclo, es decir la suma de los tiempos obtenidos en cada uno de los ciclos dividido entre el número total de ciclos. La  $t$  representa entonces el tiempo real obtenido para la realización de la operación, habiendo aplicado un factor de eficiencia observado.

Paso 5.- Adición de los tiempos previstos y traspaso de los mismos.

Se realiza la suma de los tiempos previstos de las fases de proceso y después se traspasa este valor como parte integrante del tiempo  $t_g$  (tiempo base) para el cálculo de  $t_e$  (tiempo por unidad). (Ver ejemplo en anexo 1 y 2).

Paso 6.- Determinación del tiempo por unidad  $t_e$ .

a) Se determina el tiempo básico  $t_g$ . Esto se hace adicionando al paso anterior el tiempo de alguna otra operación que no pudo ser tomada o que se encuentra especificada previamente en algún otro manual.

b) Se determina el tiempo de descanso  $t_{er}$ . Se realiza de acuerdo al tipo de proceso que se esté realizando, ya que es posible que el trabajador ya tenga un tiempo de espera  $t_w$ , por lo cuál no requiera tiempo de descanso.

c) Se determina un tiempo distributivo  $t_v$  que es determinado a partir de un factor en % de posibilidad de haber observado alguna baja en la eficiencia o de observar un movimiento pequeño que se hizo y que no correspondía a la secuencia. Tal factor denotado por  $Z_v$ , es multiplicado por el tiempo base  $t_g$  y así obtenemos el tiempo distributivo o  $t_v$ .

d) Se determinan otros suplementos que pueden ser por ejemplo, para riesgos especiales o un suplemento de método.

e) Al tiempo base  $t_g$ , se le suman entonces los tiempos de descanso (ter.), distributivo ( $t_v$ ) y de otros suplementos para así obtener el tiempo por unidad  $t_{e1}$ . Cuando se hace referencia al tiempo  $t_{e1}$  quiere decir que se trata del tiempo por una unidad; éste también se puede expresar para 100 o para 1000 ( $t_{e100}$  y  $t_{e1000}$  respectivamente). Este tiempo, para cualesquiera de las unidades cuantitativas 1, 100 o 1000, debe ser expresado en minutos o en horas con un máximo de dos cifras significativas después del punto.

Es conveniente anotar el tiempo de preparación del sistema de trabajo, si éste es conocido por tomas de tiempos anteriores. Para el redondeo de cifras, si se trata de un tiempo largo se podrá redondear con mayor generosidad, pero si se trata de un tiempo corto, resulta inconveniente éste redondeo. Para complementar la información obtenida existen factores de desviación así como suplementos

por

descanso. Estos factores y suplementos proporcionan una mayor exactitud en los tiempos obtenidos y son utilizados siempre que se trate de tiempos con necesidad de exactitud a centésimas. Al final del punto 2 se encuentran estudios de toma de tiempos realizadas a diferentes actividades del centro de trabajo en análisis.

## **2.-DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.**

Dentro de lo que es el estudio de tiempos y movimientos se considera a Frederick W. Taylor como el "Padre" u originador de todos estos estudios. Entre muchos de los conceptos que él implanta, surge el de "tarea" que se define como la asignación con un día de anticipación y especificado en detalle por escrito, lo que se debe producir el día siguiente.

No sólo persiste este concepto, sino muchas actividades que entonces se realizaban ocasionalmente y para estudios complicados, ahora se realizan de manera cotidiana en la optimización de procesos y sistemas productivos.

Algunas de estas actividades son:

- La realización de estudios de tiempos para obtener estándares de producción.
- La estandarización del herramental y maquinaria utilizados dentro de la fábrica.
- Existencia de un departamento de Planeación para la planeación

de la producción.

- El concepto de incentivos para el trabajador.
- La codificación de productos con nombres mnemotécnicos y así mismo la definición de rutas de trabajo de estos mismos. (Estos son dos conceptos indispensables en la implantación del MRP II dentro de cualquier empresa manufacturera y de transformación).

Todas estas actividades creaban renuencia al cambio en los trabajadores y lo siguen haciendo actualmente en nuestras empresas. Con estas actividades y con los métodos de Taylor, que son métodos de investigación en operaciones, se crea el concepto de "Administración Científica". Este concepto consistía simplemente en la aplicación de avances tecnológicos y métodos matemáticos existentes para el control dentro de la empresa.

En lo que respecta específicamente a los estudios de tiempos y movimientos en la era moderna, se encuentra como creador de la técnica Frank B. Gilbreth.

Como definición moderna del estudio de tiempos y movimientos se tiene:

"El estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorar esta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios y estableciendo luego la secuencia o

sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima."

Actualmente el estudio de tiempos y movimientos se considera como un instrumento clave para el desempeño eficaz de cualquier empresa. Dentro de todos estos estudios es imposible hacer a un lado el aspecto humano, ya que para que un estudio de esta índole funcione, se debe tomar en cuenta, dentro del apartado de mano de obra, el sexo, la edad, la fuerza física, etc., ya que influyen de manera importante en el rendimiento del trabajador. Dentro de este mismo apartado cabe mencionar que en el momento de aplicar mejoras al proceso, gracias a los resultados obtenidos de estos estudios, la renuencia por parte del trabajador a un aumento en la productividad se hace presente inmediatamente. Aquí es donde entra una segunda parte humana del estudio, en donde hay que hacer labor de convencimiento con el trabajador, aclarándole porqué la disminución de costos le permite a la empresa acceder otros mercados, y como consecuencia más trabajo y por lo tanto mayor ingreso para él y para todos. Se debe mencionar también que existe oposición por parte de los sindicatos a que se implanten estándares por hora, así como sistemas de incentivos, por lo cual es de suma importancia que la persona que realice estos estudios, sea una persona de buena preparación tanto en el aspecto técnico como en el humano.

# Hoja estudio de tiempos T2 ciclos repetitivos

No. archivo: 4403110380 Hoja 1 de 1 hojas

Tarea del trabajo: SOLDAR CARCASA ROLADA

No. pedido: <u>MMY00145</u>	Cantidad in del pedido: <u>1155</u>	Depto./Secc: <u>033</u>	CENGAS: <u>107</u>
Fecha estudio de tipo:	Principio hora cant:	Final hora cant:	Duración:

Suma de tiempos por unidad	Tiempo en cent. min. h.	Origen
		Suplementos:
Tiempo base $t_g$	1.414	NEC. PERSON = 9%
Tiempo de descanso ter para $z_{er} = 9\%$	0.1272	FMG. PIE = 2%
Distribución del tiempo $t_v$ para $z_v = 7\%$	0.0489	Moda VOT = 5%
Otros suplementos		16%
$t$ por unidad $t_{e1}$	1.64	
$t_b$ 1000, 1000, 1000 90 M/H	164	
Tiempo de prep. $t_p$ en min/h		

Diagrama:

Procedimientos y métodos de trabajo:   
 \* Tomar conjunto de carcassas del suelo (9) y separar en la mesa acomodandolos por filas, toma carcasa con mano derecha y coloca en dispositivo, cierra dispositivo, toma portaelectrodo solda 1º punto, aploja dispositivo mueve carcasa para soldar 2º punto, quita carcasa de disposit, y solda linea completa, suelta portaelectrodo, con mano derecha acomoda en mesa. \* Toma de mesa 4 carcassas con curvas, manos y acomoda a su lado, suelta carcassas

Objeto de trabajo memorial	Denominación	Material	Estado original	No. dibujo	No. material	Medida, forma, pesos
	i) Carc. Rolada Capuator Op. IRE3	Laminu Negra	roladura	14/04		

Hombre	Nombre	No. ficha	Sexo M	F	Edad	Tiempo de práctica en trabajos similares	trabajo que se estudia
	Victor Cardenas	3193	X		25	2 años	1 año

Máquina herramientas utillaje	Denominación tipo	Cant	No. máq. herr	Modelo	Datos técnicos, estado
	Soldadora "Miller"	1	033		Buen Estado
	Cable P/soldar	1			Estado
	Guantes	1 par			

Influencias del ambiente: Calor y Humo provocado por la soldadura Clase de salario: ra

Observaciones: \* Estas acciones ocurren cada 30 carcassas, según cada operador varia, es por eso que no estan repetitiva

Calidad del trabajo obtenido: Buena

Valido a partir de: hasta Revisión: \_\_\_\_\_ Elaboración: Diego H.

Fecha: firma \_\_\_\_\_ Fecha: firma \_\_\_\_\_

ver reverso

No	Descripción de la op. y punto de medición	Cam	Magnitud de la influencia	Valor obtenido	C/C	Z	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ L n	L	L	100	100	
1.	Tomar Corriente del Suelo deposita en mesa y ser	8			L	120	120	120	120	120	120	120	120								720	120		12.52	66
	Suelo - Última Corriente				T	74	107	80	83	79	82	80	83								568	104.3			
					F	24	357	535	733	974	1163	1292	1373								64				
2.	Tomar corriente de mesa con mano derecha cubren en dispositivo y apretar	1			L	105	115	130	120	125	105	125	130	115	125	130	130				1453	111.77		18.22	66
	Tomar electrodos				T	25	19	19	15	13	34	13	11	17	12	11	11				212	16.3			
					F	62	320	569	747	929	1166	1365	1562	1727	1891	2044	2204				13				
3.	Soldar 5" punto, 4" boboi dispositivo y mover correa	1			L	130	130	130	135	130	115	110	120	110	120	105	120	125			1590	127.30		21.63	66
	Tomar Electrodo				T	13	14	14	3	15	21	19	16	26	19	30	20	15			250	17.69			
					F	115	384	670	955	1237	1522	1807	2092	2377	2662	2947	3232				13				
4.	Soldar 2" uco punto, 4" boboi y quitar dispositivo	1			L	120	110	120	120	120	125	115	110	120	130	130	130	130			1509	116		17.74	66
	Suelo Electrodo				T	19	20	28	32	12	14	15	16	17	11	11	13	11			194	15.30			
					F	119	464	844	1224	1604	1984	2364	2744	3124	3504	3884	4264				13				
5.	Soldar línea completa y quitar dispositivo	1			L	100	110	120	115	115	115	110	105	110	105	115	105				1450	111.53		11.08	66
	Sello dispositivo				T	55	40	38	40	45	43	39	37	54	37	45	48	65			13				
					F	222	440	658	876	1094	1312	1530	1748	1966	2184	2402	2620				13				
6.	Tomar corriente de elip. sermo y conectar en.	1			L	100	100	100	115	120	120	120	120	120	120	120	110				1350	107.89		6.14	66
					T	7	7	8	6	7	4	5	5	6	6	5	6				17				
					F	219	451	692	933	1174	1415	1656	1897	2138	2379	2620	2861				13				
7.	Tomar 4 corrientes de mesa (con ambos manos) y de suelo en el suelo y de dispositivo en el suelo	4			L	120	120	120	120	120	120	120	120								960	120		4.08	66
					T	15	14	13	12	13	14	13	15								8				
					F	344	655	966	1277	1588	1899	2210	2521								109	341			

Suma de tiempos por cables 37  
Amplitud: 5 como 10  
Z 100% = 100%

# Hoja estudio de tiempos T2 ciclos repetitivos

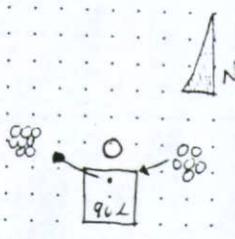
No. archivo 0110277 Hoja 1 de 2 hojas

Tarea del trabajo Aplanar Sección sin rotar. Depto / Secc IRF3 14 P/02

No. pedido 05470311 Cantidad m del pedido 6217 Final hora cant 107 CENGAS 107

Fecha estudio de tpo. Principio hora cant Final hora cant Duración

Suma de tiempos por unidad	Duración	Origen
	Tiempo en emi min h	
Tiempo base $t_g$	.59	
Tiempo de descanso ter para $Z_{er} = \dots$		
Distribución del tiempo $t_v$ para $Z_v = 10\%$	.06	
Otros suplementos		
t por unidad $t_{e1}$	.65	
$t_{e1} \times 100$ en min h	65	
Tiempo de prep. $t_p$ en min h		



Procedimientos y métodos de trabajo Se sujeta la pieza con mano izquierda y se coloca en dispositivo de la carcasa (962) se empuja el disp. c/ mano der. hasta posición. se activa la prensa (botón) c/ mano der. Presionar. Se jala el dispositivo hasta afuera. Quitada la pieza. c/ ambas manos y la coloca en disp para golpear costura de soldadura c/ martillo mano der. Golpea ambas lados de la carcasa terminaci y coloca la pza en el piso. acomoda y pasa a la sig pza.

Objeto de trabajo memorial	Denominación	Material	Estado original	No dibujo	No material	Medida, forma, pesos
	<u>Carcasa rotada capavito cp IRF3</u>	<u>humina negra calibre 16 N° 42090</u>	<u>Soldada</u>	<u>14/6/02</u>		<u>Según dib</u>
Hombre	Nombre	No. ficha	Sexo M F	Edad	Tiempo de práctica en trabajos similares	el trabajo que se estudia
	<u>Escamilla José de Joux</u>	<u>1820</u>	<u>X</u>	<u>26</u>	<u>1 año</u>	<u>3 meses</u>
Máquina / Herramientas / Utillaje	Denominación, tipo	Cant	No. máq. herr	Modelo	Datos técnicos, estado	
	<u>Prensa (Komatsu)</u>	<u>1</u>	<u>962</u>		<u>Buen estado</u>	

Influencias del ambiente Ruidoso / poco iluminado Clase de salario:

Observaciones El estudio es válido

Calidad del trabajo obtenido Buena calidad

Válido a partir de hasta Revisión Elaboración

*[Handwritten Signature]* 01/09/02

Fecha/firma



Zerkaufname : 0110277

08.07.1991

Yklus	1	2	3	4	5
REKAP- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
tj	10	145	9	10	10
F	10	135	228	271	315
REKAP- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
tj	5	4	5	4	5
F	15	150	233	275	320
REKAP- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
tj	24	29	28	30	33
F	41	219	261	305	353
Yklus	6	7	8	9	10

REKAP- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
tj	17	9	11	12	11
F	307	417	430	525	578
REKAP- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
tj	4	11	4	4	5
F	369	423	474	529	583
REKAP- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
tj	29	31	29	28	28
F	408	459	513	567	621
Yklus	11	12	13	14	15

REKAP- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
tj	10	9	10	13	14
F	671	677	726	810	870
REKAP- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
tj	4	4	4	5	4
F	675	681	730	815	882
REKAP- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
tj	23	25	27	29	27
F	680	716	797	864	924

Zeitaufnahme : 0110277 08.07.1991

zyklus	16	17	18	19	20
BLAFAB- schritt 1 1	0	0	0	0	0
ti	14	41	74	10	9
F	978	1059	1146	1215	1265
BLAFAB- schritt 1 2	0	0	0	0	0
ti	37	4	4	5	5
F	975	1054	1170	1220	1270
BLAFAB- schritt 1 3	0	0	0	0	0
ti	34	38	35	36	38
F	1099	1092	1205	1256	1308
zyklus	21	22	23	24	25
BLAFAB- schritt 1 1	0	0	0	0	0
ti	11	9	11	10	11
F	1319	1367	1418	1463	1511
BLAFAB- schritt 1 2	0	0	0	0	0
ti	4	5	4	5	5
F	1323	1372	1422	1468	1516
BLAFAB- schritt 1 3	0	0	0	0	0
ti	35	35	31	32	37
F	1338	1407	1453	1500	1553
zyklus	26	27	28	29	30
BLAFAB- schritt 1 1	0	0	0	0	0
ti	7	10	10	11	14
F	1540	1616	1667	1721	1778
BLAFAB- schritt 1 2	0	0	0	0	0
ti	1540	1689	1740	1784	1824
BLAFAB- schritt 1 3	0	0	0	0	0



2	30	5.90	36.58	6.05	102.51	38.34	5.00	1682
3	30	36.53	54.26	7.37	20.16	7.54	5.00	66

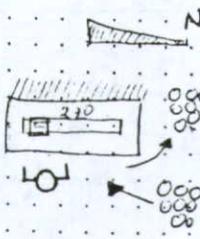
# Hoja estudio de tiempos T2 ciclos repetitivos

No. archivo 4620110252 Hoja 1 de 1 hojas

Tarea del trabajo Tornear Long A 149.3mm IRF3

No. pedido 11860417 Cantidad m del pedido 7442 Depto / Secc 107 CENGAS 107  
 Fecha estudio de tpo. Principio hora cant. Final hora cant. Duración

Suma de tiempos por unidad	Tiempo en cm <sup>3</sup> /min/h	Origen
<u>Interrupciones</u>	<u>0.03</u>	<u>(99)</u>
Tiempo base $t_g$	<u>1.54</u>	
Tiempo de descanso ter para $Z_{er} = \%$		
Distribución del tiempo $t_v$ para $Z_v = 10\%$	<u>0.15</u>	
Otros suplementos		
t por unidad $t_{ej}$	<u>1.72</u>	
$t_{ej} \times 100 t_e$ en min/h	<u>172</u>	
Tiempo de prep $t_p$ en min/h		



Procedimientos y metodos de trabajo Según descripción de la operación

Objeto de trabajo memorial	Denominación	Material	Estado original	No. dibujo	No. material	Medida, forma, pesos
	<u>Carcasa mec. Coproder Op. IRF3</u>	<u>Laminia</u>	<u>Expandida</u>	<u>3NM 274/102</u>		<u>Según dibujo</u>

Hombre	Nombre	No. ficha	Sexo M F	Edad	Tiempo de práctica en trabajos similares	El trabajo que se estudia
	<u>Gonzalez Miguel</u>	<u>317</u>	<u>X</u>	<u>33</u>		<u>26 años</u>

Máquina/ Herramientas utilizadas	Denominación, tipo	Cant	No. máq. herr.	Modelo	Datos técnicos, estado
	<u>Torno Ancker Para tlo</u>	<u>1</u>	<u>270</u>		<u>Buen estado</u>
	<u>GAUGE</u>	<u>1</u>	<u>5-026</u>		<u>" "</u>
	<u>Dispo / Vernier</u>	<u>1</u>	<u>55-028</u>		<u>" "</u>
	<u>Lima / Brocha</u>	<u>1/1</u>			<u>" "</u>

Influencias del ambiente Resaca y Caluroso Clase de salario Tercera

Observaciones

Calidad del trabajo obtenido Bueno

Válido a partir de hasta Revisión Elaboración

*[Handwritten signature]*

Fecha/firma Fecha/firma





Zeltaufnahme : 0110252

06.07.1991

lyklus	11	12	13	14	15
WEAUFAP- schritt 1 1	0	0	0	0	0
tj	14	27	19	17	18
F	1759	1494	1630	1757	1896
WEAUFAP- schritt 1 2	0	0	0	0	0
tj	56	56	51	50	58
F	1415	1550	1481	1907	1954
WEAUFAP- schritt 1 3	0	0	0	0	0
tj	29	30	31	30	113
F	1444	1580	1712	1837	2067
WEAUFAP- schritt 1 4	0	0	0	0	0
tj	10	21	17	24	19
F	1452	1601	1729	1861	2096
WEAUFAP- schritt 1 5	0	0	0	0	0
tj	10	10	11	17	14
F	1472	1611	1740	1878	2100
lyklus	16	17	18	19	20
WEAUFAP- schritt 1 1	0	0	0	0	0
tj	19	18	17	18	19
F	2119	2278	2438	2600	2760
WEAUFAP- schritt 1 2	0	0	0	0	0
tj	61	62	60	62	55
F	2190	2240	2490	2642	2815
WEAUFAP- schritt 1 3	0	0	0	0	0
tj	29	39	44	38	40
F	2218	2379	2542	2700	2855
WEAUFAP- schritt 1 4	0	0	0	0	0
tj	24	25	23	25	30
F	2242	2404	2565	2725	2895
WEAUFAP- schritt 1 5	0	0	0	0	0
tj	18	17	17	16	16
F	2260	2421	2582	2741	2901

Zeitaufnahme : 011052

08.07.1991

zyklus	21	22	23	24	25
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 1	0	0	0	0	0
ti	19	19	27	65	26
F	2920	3097	3245	3465	3644
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 2	0	0	0	0	0
ti	63	59	60	59	58
F	2903	3156	3375	3527	3702
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 3	0	0	0	0	0
ti	31	35	32	34	35
F	3014	3191	3357	3556	3727
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 4	0	0	0	0	0
ti	46	27	18	17	18
F	3064	3219	3375	3573	3755
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 5	0	0	0	0	0
ti	24	20	23	45	25
F	3078	3219	3398	3618	3790
zyklus	26	27	28	29	30
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 1	0	0	0	0	0
ti	64	27	20	20	20
F	3044	3096	4147	4296	4446
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 2	0	0	0	0	0
ti	64	68	67	65	64
F	3000	4064	4214	4361	4516
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 3	0	0	0	0	0
ti	30	30	31	31	29
F	3038	4094	4245	4392	4539
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 4	0	0	0	0	0
ti	18	20	19	21	21
F	3056	4114	4264	4413	4560
WEAUFAR-	0	0	0	0	0
schnitt 1 5	0	0	0	0	0
ti	13	13	12	13	14
F	3070	4122	4271	4420	4567





# Hoja estudio de tiempos T2 ciclos repetitivos

No. archivo 2192110269 Hoja 1 de 1 hojas

Tarea del trabajo Expandir carcasa

No. pedido Fareo Cantidad m del pedido 6772 Depto. Secc. 107 CENGAS 107

Fecha estudio de tpo. Principio hora cant. 20 Final hora cant. 370 Duración

Subta de tiempos por unidad	Tiempo en cmn min/h	Origen
Interrupciones	.02	(139)
Tiempo base $t_b$	.36	
Tiempo de descanso ter para $t_{er} = \%$		
Distribución del tiempo $t_v$ para $z = 10\%$	.04	
Otros suplementos		
$t$ por unidad $t_{er}$	.42	
$t_{er} \times 100 = t_{er} \times 1000$ en min/h	42	
Tiempo de prep. $t_p$ en min/h		



Procedimientos y métodos de trabajo Tomar carcasa con mano derecha y acomodar en dy. en posición correcta con ambas manos, (acomodar dispositivo superior en posición con mano izquierda para expandir), Activar 2 botones (con ambas manos), Expandir carcasa, Soltar botones, girar dispositivo superior con mano derecha, tomar carcasa con ambas manos y colocar en piso con mano derecha, tomar la sig. pieza.

Objeto de trabajo memorial	Denominación	Material	Estado original	No. dibujo	No. material	Medida, forma, pesos
	Carcasa rotunda Cop. Op IRE3 14/02	Lam Gal 16	Apluzer	3NM 0140		Según dia Long 149.3mm Circunferencia
Hombre	Nombre	No. ficha	Sexo M F	Edad	Tiempo de práctica en trabajos similares el trabajo que se estudia	
	Roberto Martín Orozco	2011	X	25	1 mes	
Máquina/ Herramientas/ Utillaje	Denominación, tipo	Cant.	No. máq. herr.	Modelo	Datos técnicos, estado	
	Prensa Hidráulica	1	921	=	50 ton Buen estado	
	Gautes de goma	1 par	-	-	Buen estado	
	Dispositivo	1	65-030	"	"	

Influencias del ambiente Ruidoso Clase de salario Incentivo

Observaciones

Calidad del trabajo obtenido Buena

Válido a partir de hasta Revisión Elaboración

Fecha firma [Signature] Fecha firma



Zeitaufnahme : 2110269

08.07.1991

zyklus	1	2	3	4	5
VERFAH- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
ti	17	16	15	17	15
F	17	52	89	125	163
VERFAH- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
ti	10	12	10	10	11
F	27	64	99	135	174
VERFAH- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
ti	9	10	9	13	11
F	36	74	108	148	185
zyklus	6	7	8	9	10

VERFAH- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
ti	16	15	13	21	15
F	201	240	276	320	359

VERFAH- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
ti	13	11	13	11	10
F	214	251	289	331	369

VERFAH- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
ti	11	12	10	13	12
F	225	263	299	344	381
zyklus	11	12	13	14	15

VERFAH- schnitt 1 1	0	0	0	0	0
ti	15	15	14	17	15
F	397	435	471	510	546

VERFAH- schnitt 1 2	0	0	0	0	0
ti	13	11	11	10	13
F	410	446	482	520	559

VERFAH- schnitt 1 3	0	0	0	0	0
ti	10	11	11	11	9
F	420	457	493	531	568



# Hoja estudio de tiempos T2 ciclos repetitivos

No. archivo 8505110271 Hoja 1 de 1 hojas

Tarea del trabajo Quitar escoria y martillo  
 No. pedido 01870713 Cantidad m del pedido 6773 Depto./Secc IRF-3  
 Fecha estudio de tpo. Principio hora cant. Final hora cant. CENGAS 107

Suma de tiempos por unidad	Duración	
	Tiempo en min. min. h.	Origen
Tiempo base $t_g$	<u>0.29</u>	
Tiempo de descanso $t_{er}$ para $z_{er} = \%$		
Distribución del tiempo $t_v$ para $z_v = 10\%$	<u>0.03</u>	
Otros suplementos		
f por unidad $t_{er}$	<u>0.32</u>	
<del><math>t_{er}</math></del> $t_{er}$ 1000 en min/h	<u>32</u>	
Tiempo de prep. $t_p$ en min/h		

Procedimientos y métodos de trabajo Según descripción de Elementos

Objeto de trabajo memorial	Denominación		Material	Estado original	No dibujo	No material	Medida forma pesos
		<u>Carc. Rolada Capacitor # IRF-3</u>		<u>Laminas</u>	<u>Soldada / Aplicada</u>	<u>14/02</u>	

Hombre	Nombre	No. ficha	Sexo M <input checked="" type="checkbox"/> F	Edad	Tiempo de práctica en trabajos similares	El trabajo que se estudia
		<u>Martín Orrego Roberto</u>	<u>2911</u>		<u>25</u>	<u>2 meses</u>

Máquina, herramientas, utillaje	Denominación, tipo	Cant.	No. máq. herr.	Modelo	Datos técnicos, estado
		<u>Disp. Martillo</u>	<u>1</u>	<u>65-056</u>	

Influencias del ambiente Quedosa Clase de salario Incentiva

Observaciones  
 Calidad del trabajo obtenido Buena  
 Válido a partir de \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_

Revisión \_\_\_\_\_ Elaboración [Firma]  
 Fecha/Firma \_\_\_\_\_ Fecha/Firma \_\_\_\_\_

No.	Descripción de la op. y punto de medición.	Amplitud de la influencia	Valor obtenido en clase	Clase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\Sigma L_n$	$\Sigma L_m$	$L$	$L'$	$L''$	$L'''$	$L''''$
1	Primer Pea (129) colocada en dispositivo machete (100%) por acción de subabrido (100%) D. Escarada		L	L																						
	Pea Muelle en Mesa		F	F																						
	Quitar viraje, bajar y cargar piso, bajar y cargar (ambos)		L	L																						
	Reconstrucción de mesa y pieza de bater a la seg. p. Pea		F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						
			L	L																						
			F	F																						







### 3.-MEDIOS GRAFICOS PARA EL ANALISTA DE METODOS.

Para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar algún proceso de algún departamento en especial, se necesita hacer un análisis muy completo de todos los métodos utilizados o que se piensa utilizar en el departamento.

"Información pertinente, como cantidad de piezas a producir, programas de entrega, tiempos de operación, instalaciones diversas, capacidad de las máquinas, materiales y herramientas especiales, pueden tener una influencia importante en la resolución del problema."

Es importante conocer los diagramas de proceso, con los cuales se describe un proceso industrial o administrativo. Como aplicación de este en el proceso industrial, se describe el sentido en que fluye la materia prima, así como las operaciones y puestos de trabajo por los cuales pasa. También nos indica las modificaciones que se le hacen a esa materia prima hasta que se obtiene el producto.

Podemos mencionar como los más utilizados en estudios los siguientes diagramas:

- 1) Diagrama de operaciones de proceso.
- 2) Diagrama de curso o flujo de proceso.

- 3) Diagrama de recorrido de actividades.
- 4) Diagrama de interrelación hombre - máquina.
- 5) Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla.
- 6) Diagrama de proceso para operario.
- 7) Diagrama de viajes de material.
- 8) Diagrama PERT.

Los diagrama más utilizados para efecto de este estudio de optimización se utilizarán principalmente los diagramas de operaciones de proceso y de curso o flujo de proceso.

Dentro de todos estos sistemas y diagramas es simple muy importante preguntar el PORQUE de una operación específica. Para poder contestar esta pregunta, es necesario contestar otras preguntas sobre esta operación: CUAL, COMO, DONDE, QUIEN y CUANDO. Es por eso que el análisis de la operación debe ser muy completo.

También se debe mencionar el diagrama PERT como importante dentro del estudio de una operación. Con él se determinan tiempos de operación críticos, así como tiempos de holgura en algunas estaciones, que nos sirven para determinar cuellos de botella y tiempos específicos de mantenimiento respectivamente.

Dentro de lo que es el diagrama de red PERT, se utilizan los nodos, que son círculos pequeños que nos indican el comienzo y el fin de una

actividad. Se utilizan también los arcos o ramas que son la representación de las actividades y se definen los eventos como el resultado que se obtuvo de la realización de una actividad. Este diagrama nos permite también determinar la ruta crítica del proyecto, que se define como la sucesión de actividades que se lleva el mayor tiempo para la conclusión del mismo. Así, las actividades que integran esta sucesión se llamarán críticas, ya que la demora de cualesquiera de estas afectará directamente la duración total del proyecto.

#### **4.-PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERIA PARA PLANEACION DE INSTALACIONES.**

Para efectos de aplicación práctica en este proyecto, se analizaron varias opciones de metodología utilizable en lo que respecta a implantación de sistemas de producción en celdas de trabajo con recursos existentes y se llegó a la conclusión de la utilización de una metodología muy especial existente desarrollada por el Sr. James A. Tompkins. Tomando como referencia el libro: "Facilities Planning" de James A. Tompkins y John A. White. se adecuó esta metodología para fines del proyecto quedando así:

**1.- Definir o redefinir el objetivo de la instalación.**

Dentro de lo que es la planeación de una instalación ya sea nueva o para el mejoramiento de una existente, es necesario que los productos a ser fabricados o los servicios a ser prestados estén perfectamente identificados de manera cuantitativa. Dentro de lo posible deben estar identificados los volúmenes o niveles de actividad de cada producto o de cada servicio.

**2.- *Especificar las actividades primarias y actividades de soporte a ser desarrolladas para cumplir el objetivo.***

Todas las actividades primarias y actividades de soporte a ser desarrolladas, así como los requerimientos a ser encontrados, deben ser especificados en términos de operaciones, equipo, personal y flujos de material involucrados.

Las actividades de soporte son aquellas que permiten el funcionamiento continuo de las actividades primarias, por medio de la reducción al mínimo de eventos extraordinarios como son las interrupciones y retrasos. Un ejemplo bastante adecuado para este tipo de actividad, es el mantenimiento de manera preventiva y no correctiva.

**3.- *Determinar las interrelaciones de las actividades existentes.***

Establecer el sí y el cómo interactúan las actividades mencionadas o

como se soportan una a otra dentro de los límites de la instalación o proceso de producción. Se deben definir tanto relaciones cuantitativas, como cualitativas.

#### **4.- *Determinar requerimientos de espacio de las actividades.***

Todos los requerimientos de equipo y materiales, así como los de personal, deben ser tomados en cuenta cuando se calculan los requerimientos de espacio para cada actividad a realizar dentro de la instalación.

#### **5.- *Generar planes alternativos para la instalación.***

Los planes alternativos de la instalación deberán incluir tanto localizaciones diferentes dentro de la planta así como diseños opcionales de la misma instalación. Las alternativas de diseño deben incluir:

- Diseños alternativos de Lay-Out.
- Diseños alternativos de estructura.
- Diseños alternativos de Sistema de Manejo de Materiales.

Dependiendo de como sea la situación particular de cada plan, la decisión de la localización y la de diseño se puede resolver de manera independiente cada una.

#### **6.- *Evaluar planes alternativos de instalaciones.***

Se debe realizar, primeramente, un listado de los diferentes planes existentes. Después en base a la aceptación que hayan tenido cada uno de los planes, se debe reducir la lista a únicamente los más aceptados. A continuación se debe enumerar cada uno de éstos planes candidatos y determinar los factores subjetivos que intervienen. Realizado esto, se debe evaluar el sí y el cómo afectan estos factores a la instalación en sí o a su operación.

#### **7.- *Seleccionar un plan de instalaciones.***

El problema consiste en determinar cuál plan, si es que existe alguno, será el más indicado para satisfacer las metas y objetivos de la organización. En un gran número de veces el costo no es la única ni la más importante consideración que se debe hacer cuando se evalúa un plan de instalaciones. La información que se obtuvo en el paso anterior debe ser utilizada de manera importante para llegar a la selección final del plan adecuado.

#### **8.- *Implementar el plan de instalaciones.***

Una vez que se ha seleccionado el plan de instalaciones a seguir, una cantidad importante de planeación debe preceder a la construcción actual de una instalación o del Lay-Out de un área.

Los pasos a seguir dentro de la implementación de un plan de instalaciones son:

- 1.- Supervisar la instalación del Lay-Out.
- 2.- Prepararse para el arranque.
- 3.- Arrancar.
- 4.- Observar el funcionamiento.
- 5.- Analizar los resultados obtenidos.

Estas son las actividades a realizar para una correcta implementación de un plan de instalaciones.

#### ***9.- Mantener y adaptar el plan de instalaciones.***

A medida que aparecen nuevos requerimientos en la instalación, el plan general de instalaciones debe ser modificado de manera que concuerde de la mejor manera con estos requerimientos. Estas modificaciones deben reflejar algunas medidas de ahorro de energía o adquisición de equipo de manejo de materiales que resulto disponible en el momento.

Los cambios en el diseño del producto generan, la mayoría de las veces, cambios en el equipo de manejo de los materiales componentes o del producto terminado, así como en los patrones de flujo que en ese momento requieren de una actualización del plan de

instalaciones previamente establecido.

#### **10.- Redefinir el objetivo de la instalación.**

Es necesario repetir lo indicado previamente en el paso # 1. Se debe identificar el nuevo producto o producto modificado a ser fabricado o el nuevo servicio o servicio modificado a ser prestado en términos específicos y cuantificables. En el caso de modificaciones en potencia, expansiones de recursos existentes, etc., todos los cambios deben ser incluidos en el plan de "Lay-Out".

Como aclaración al margen de todas estas aseveraciones y a esta manera específica de hacer un plan de instalaciones con criterio unificado, no implica que sea lo mismo replanear un depósito de cacerolas en una cafetería, que implantar una nueva instalación en una empresa manufacturera.

El alcance del proyecto afecta la intensidad, magnitud y dificultad del estudio a realizar.

## 5.- DISEÑO DE CELDAS PARA UNA MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL.

### 1.- *Beneficios de la Manufactura de Clase Mundial.*

Se mencionan como beneficios para el fabricante:

- \* La sustanciosa disminución del desperdicio.
- \* Se acorta el tiempo de fabricación.
- \* Se logra el rápido mercadeo de nuevos productos.
- \* Se economiza el espacio.
- \* Se logra la organización del piso.
- \* Aumenta la porción del mercado.
- \* Alto retorno de las inversiones en activos.

Se mencionan de la misma manera para el cliente:

- \* Existe fiabilidad del producto.
- \* Los precios son competitivos.
- \* La entrega es confiable.
- \* Aumenta la diversidad de productos a ofrecer.
- \* Se cubren las necesidades en su marco de tiempo preestablecido.

### 2.- *Definición de Celda de Trabajo.*

Una celda de trabajo se define como una unidad de trabajo más

grande que una sola máquina o estación de trabajo, pero más pequeña que el departamento al que se está acostumbrado. En una celda de trabajo se le realizan todas la operaciones necesarias a un producto no importando que tan diversas sean estas. Con esto se adopta la filosofía de mantener un flujo definido dentro de un proceso, evitando así la pérdida de tiempo en el traslado de un centro de trabajo a otro para la práctica de una operación al producto.

Generalmente consiste de un grupo de trabajo primario con varias máquinas u operaciones agrupadas todas juntas en un lugar compacto. Aquí cabe mencionar que para este grupo de trabajo, se asigna una familia de productos común, es decir, familia puesto que son productos a los cuales se les realizarán las mismas operaciones, aunque estos sean diferentes uno del otro.

### **3.- Características claves.**

Como principales características de una celda de trabajo se encuentran las siguientes:

- a) Se utilizan 2 personas como mínimo y 12 personas como máximo.
- b) Se utilizan 2 máquinas como mínimo y 10 maquinas como máximo.
- c) La gente y los procesos se encuentran en el mismo lugar.
- d) Son de tamaño compacto.

#### **4.- Tecnología de Grupos.**

Se muestra a continuación un resumen de los elementos clave de esta tecnología de grupos:

a) Características:

- Se debe tratar de familias de partes como se mencionó antes.
- Consiste en una manufactura por celdas de trabajo.

b) Beneficios:

- Se obtienen rutas más sencillas.
- Asimismo se obtienen programaciones más sencillas.
- La supervisión es más fácil. ( En caso de existir)
- La producción es mucho más rápida.
- La producción en proceso se reduce al máximo si no es que desaparece.
- Existe un aumento en la calidad del producto.
- Se eficientiza el trabajo en equipo.
- Se reduce el costo en el montaje del equipo.
- Aumenta la productividad.

c) Prerrequisitos:

- Se debe tener un método de agrupamiento definido.
- El personal debe ser flexible.

## **5.- Elementos de celdas de trabajo.**

Como elementos de una celda de trabajo en lo que respecta al "Hardware" se tienen:

- \* Máquinas / Equipo / Estaciones de trabajo.
- \* Los productos.
- \* Los contenedores. (Vgr. canastillas).
  - Externos: cuando se trata de transportar de la celda de trabajo a otro lado.
  - Internos: cuando se transporta de una máquina a otra.
- \* El sistema de manejos de materiales.
  - Externo: cuando se trata de materiales que llegan a la celda de trabajo o de esta a otro lado.
  - Interno: cuando son los materiales dentro de la celda.

En lo que respecta al "Software" se tiene:

- \* La gente.
- \* El tamaño de Lote.
  - Externo: cuando es cantidad que entra a la celda como materia prima.
  - Interno: cuando es cantidad que se maneja dentro de la celda.
- \* Método de control de producción.
  - Externo : interpretado de la misma manera que en el lote.
  - Interno: interpretado de la misma manera que en el lote.

- \* Método de balance de equipo.
- \* Balance de Gente / Tarea.
- \* Enfoque de aseguramiento de calidad.

#### **5.- Algoritmo para la síntesis de celdas de trabajo.**

Se definen primeramente las herramientas que se utilizan en el algoritmo que son:

1) El diagrama de flujo, en el cual se identifican las diferentes operaciones de actividad, transportación, inspección, demora y almacenaje, mediante símbolos de círculos, flechas, cuadrados, semicírculos y triángulos respectivamente.

2) Diagrama de compatibilidad, en el cual se definen los tamaños de lote en relación al método de control realizado. Estos tamaños de lotes se definen de la siguiente manera:

- Pieza única: un elemento o unidad de producción.
- Pequeño: Una cantidad menor a 0.5 horas del equivalente de la producción normal.
- Mediano: Una cantidad igual o menor de 4 horas del equivalente de la producción normal.
- Grande: Una cantidad mayor de 4 horas del equivalente de la producción normal.

A continuación se define la manera de presentar el resultado:

1) La distribución: Se obtiene la distribución o Lay-Out idóneo para la celda de trabajo.

2) Plan de operación de celdas: Se define el flujo de las materias primas dentro del Lay-Out.

#### **6.- Método para la optimización del trabajo en celdas.(4)**

- 1.- Seleccionar una tarea.
- 2.- Obtener los hechos.
- 3.- Analizar la tarea.
- 4.- Desarrollar mejoras.
- 5.- Implementar.

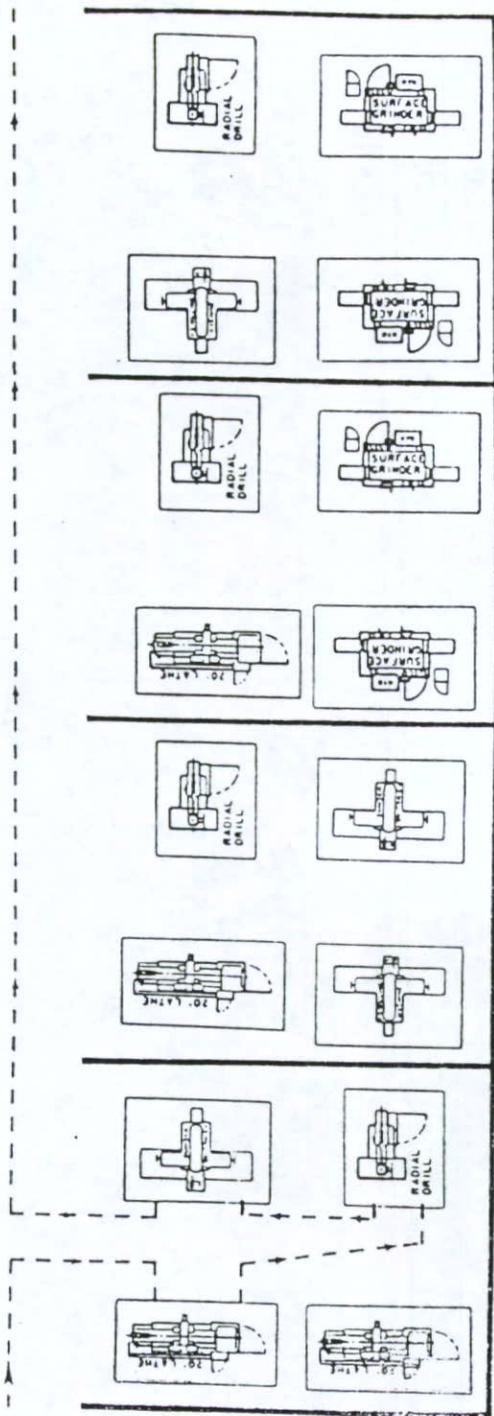
En la figura No. 1, podemos visualizar la distribución de un grupo de celdas de trabajo, donde en cada una se encuentran diferentes máquinas que practican las mismas operaciones a diferentes tipos de productos.

En la figura No. 2 tenemos un sistema sencillo de flujo de material, en el cual los diferentes productos entran al sistema y son procesados dentro de cada una de las celdas de trabajo de acuerdo a las especificaciones de cada producto.

En la figura No.3 observamos una celda dentro de la cuál se utiliza el concepto de líneas de proceso con poca espera, es decir que al principio se establece una cola para esperar el turno a que se le practique una operación diferente en cada una de las máquinas. El problema con este tipo de sistemas es que si alguna operación es más lenta que las demás, en esta existirá un acumulamiento de material.

FIGURA No. 1

DISTRIBUCION CELULAR



DISTRIBUCION CELULAR  
SISTEMA SENCILLO DE FLUJO DE MATERIAL

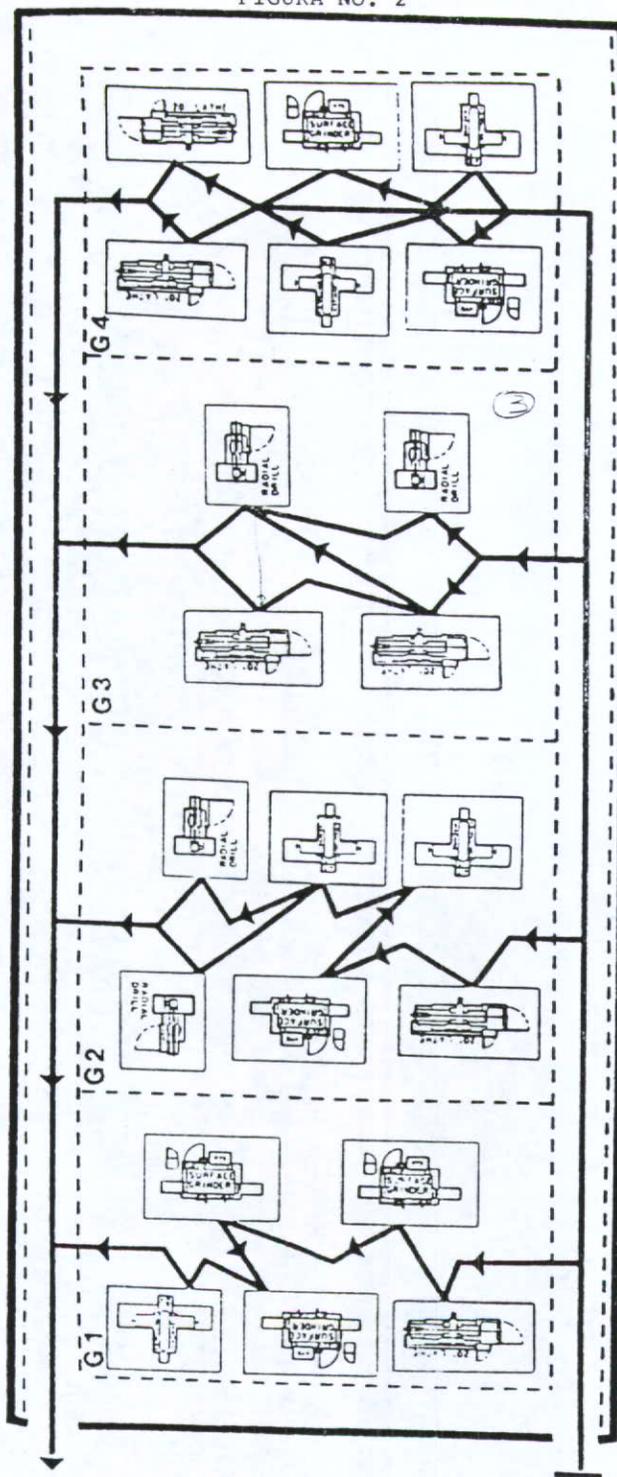
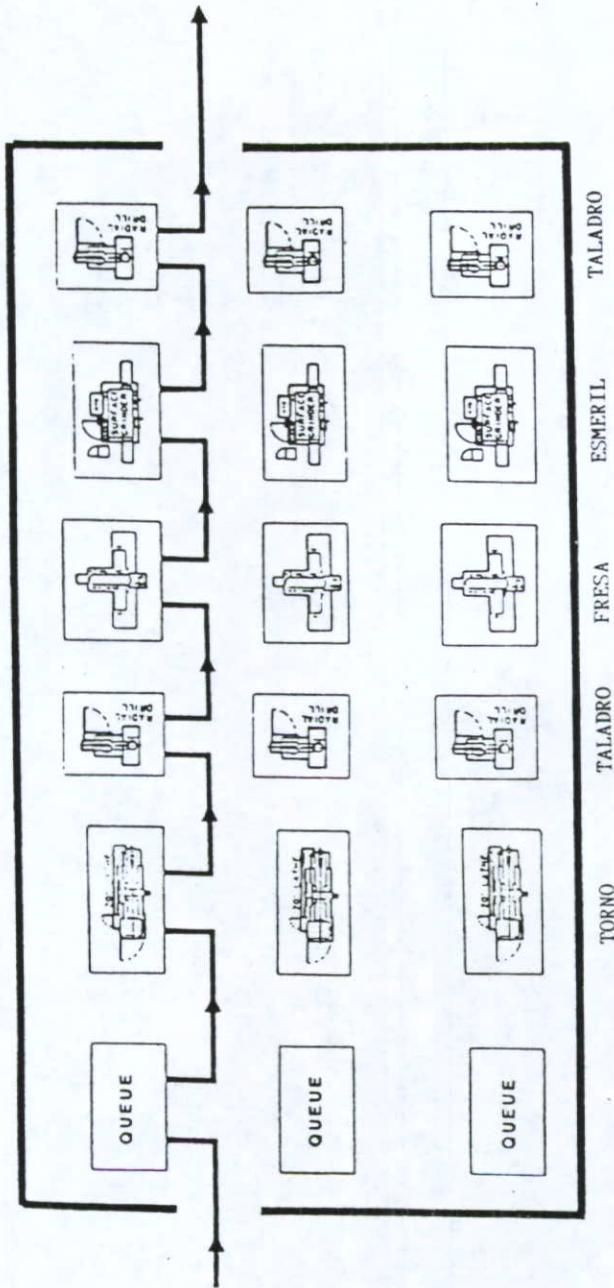


FIGURA No. 3

DISTRIBUCION CELULAR  
POCA ESPERA



ANTECEDENTES DEL CENTRO  
DE TRABAJO Y DE PRODUCTO.

## **2.-ANTECEDENTES DEL CENTRO DE TRABAJO Y DEL PRODUCTO.**

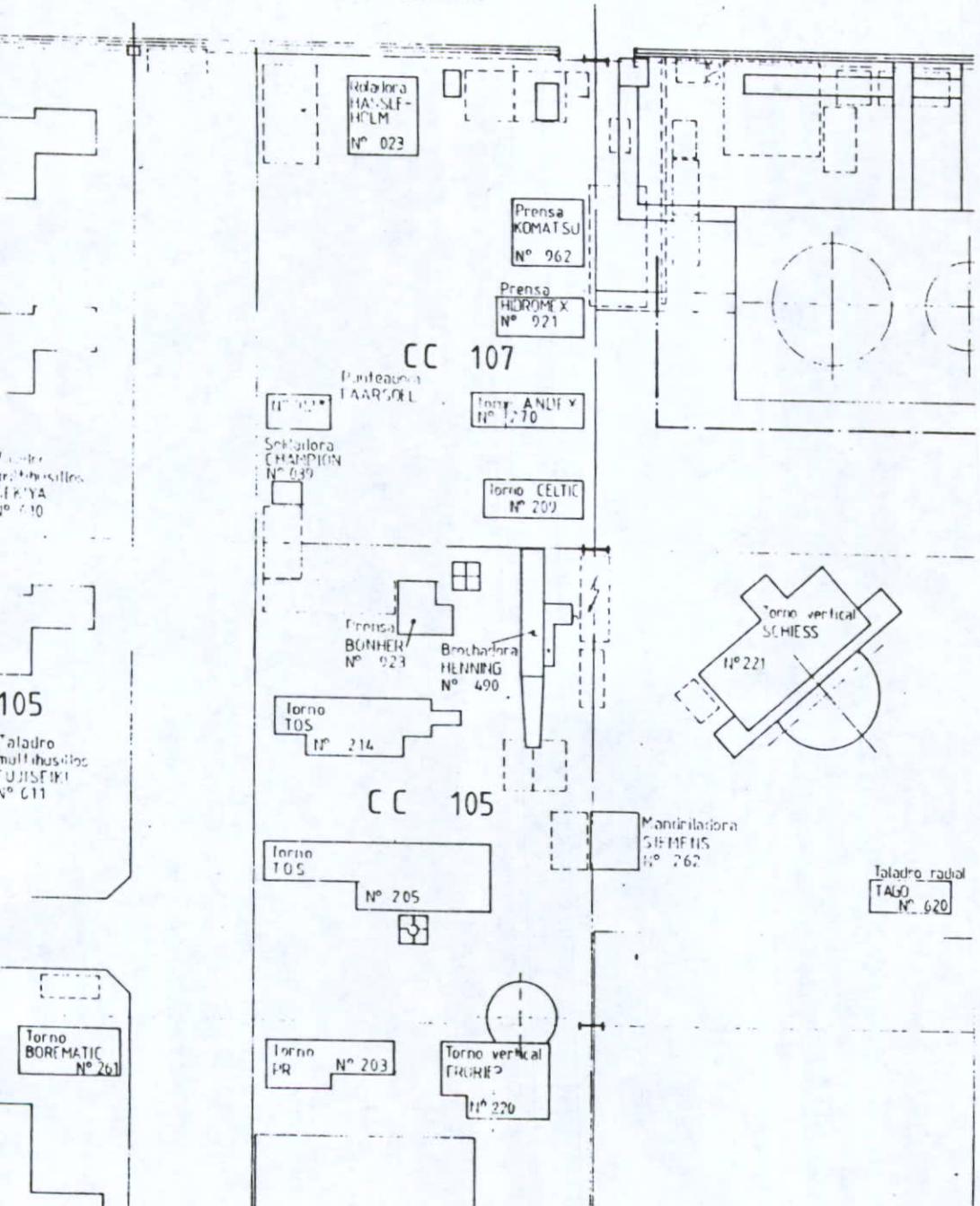
Al departamento en cuestión, se le nombra "**Departamento de carcasas monofásico**" y para cuestiones de Lay-Out general es marcado con el número **107**. Para cuestiones de costeo es marcado como el centro de costos **36** y está ubicado geográficamente en la nave norte de las dos naves existentes. En este departamento, no sólo se producen las carcasas para motores de una sola fase y de tres fases abiertos, sino que en otra sección también son maquinados los "escudos" o parte posterior de lo que es el motor. Ver figura No. 4 "Lay-Out Original". En la figura No.5 podemos observar también una esquematización de la instalación actual del centro de trabajo, con la respectiva descripción de la operación que es realizada en ese punto momento del proceso.

Como antecedente podríamos mencionar también que los motores son del tipo de inducción "**Jaula de Ardilla**" y que cumplen con las normas establecidas **NEMA MG-1** y **NOM-J-75** de 1987 y 1985 respectivamente.

Existen varios datos importantes a mencionar en lo que respecta a los motores monofásico en específico:

### **a) Datos eléctricos.**

LAY-OUT ORIGINAL





### *Tensión y frecuencia.*

Los motores pueden operarse a plena carga en redes eléctricas, en las que a frecuencia nominal la tensión varía de -10 a +10% de la nominal.

### *Potencia.*

La potencia nominal y el factor de servicio indicados en las tablas de selección son válidos para servicio continuo con una frecuencia de 60 Hz, una temperatura de 40 ° centígrados y una altura de instalación de hasta 1000 mts. sobre el nivel del mar o 33 ° centígrados a 2400 mts. sobre el nivel del mar.

### *Conexion con la Red.*

La tablilla de conexiones es de fácil acceso y con terminales claramente identificadas. La placa de características contiene el diagrama de conexión.

### *Protección eléctrica.*

Todos los motores hasta 0.75 CP tienen un protector térmico automático incorporado. Los motores de 1 hasta 1.5 CP se recomienda protegerlos mediante guardamotores.

## b) Datos mecánicos.

### *Tipo de montaje.*

Para las diversas aplicaciones se fabrican diferentes tipos de montaje:

- Con base rígida.
- Con base flotante.
- Con base rígida, brida "c" y flecha roscada.
- Sin base, brida "c" y flecha roscada.

### *Sentido de giro.*

El sentido normal del motor es el de las manecillas del reloj, viendo el motor del lado de la flecha. Para cambiar de rotación basta con intercambiar dos terminales en la tablilla de conexiones.

### *Posición de montaje.*

Los motores pueden instalarse en posición horizontal o vertical, con la flecha hacia arriba o hacia abajo.

### *Protección mecánica.*

La forma de protección de los motores monofásico es de tipo abierto a prueba de goteo y salpicaduras.

#### *Carcasa y tapas.*

La carcasa es de lámina de hierro de alta calidad y las tapas de aluminio están diseñadas para soportar alto esfuerzo mecánico y proporcionar soporte rígido al rotor.

#### *Enfriamiento.*

Los motores están provistos de un ventilador radial de termoplástico, el cual enfría el motor independientemente del sentido del giro del mismo.

#### **c) Aplicaciones de los motores.**

Los motores de 4 polos con arranque por fase dividida, están diseñados con un moderado par de arranque y para ser utilizados en **extractores de aire, lavadoras y aparatos de aire acondicionado**. La aplicación de este motor se recomienda para requerimientos de operación silenciosa o eliminación de vibraciones.

Asimismo un motor de arranque por capacitor de 2 y 4 polos, está diseñado con un alto par de arranque y una baja corriente de

arranque. Sus aplicaciones pueden ser en **compresores de aire, compresores de refrigerante, bombas para mover líquidos y máquinas herramienta.**

En lo que respecta a un motor de dos velocidades de 4 a 6 polos, está diseñado con un par de arranque moderado y sus principales aplicaciones se encuentran en los **enfriadores de aire de tipo evaporativo** y otros equipos que requieren cambio de velocidad como **lavadoras y ventiladores.**

## 2.1- Diagrama de flujo de operaciones.

En este diagrama de flujo de operaciones, se observan todas los procesos por los que atraviesa la materia prima desde su llegada al departamento, hasta su salida del mismo. Cabe mencionar que la materia prima fundamental de las carcasas es la lámina de alta calidad que proviene del departamento de troquelado. En el departamento de troquelado, se corta la lámina a tamaño especificado y se perforan tanto los agujeros de ventilación como los agujeros para los tornillos del capacitor. Todo esto dependiendo del tipo de carcasa que se quiera obtener, ya que si se trata por ejemplo de una carcasa para motor monofásico sin capacitor y sin ventilador, la lámina vendrá sin perforaciones para los tornillos del capacitor y sin agujeros de ventilación. En el anexo 1 se puede observar las dimensiones de diseño para el troquelado de la lámina de la carcasa en un motor con

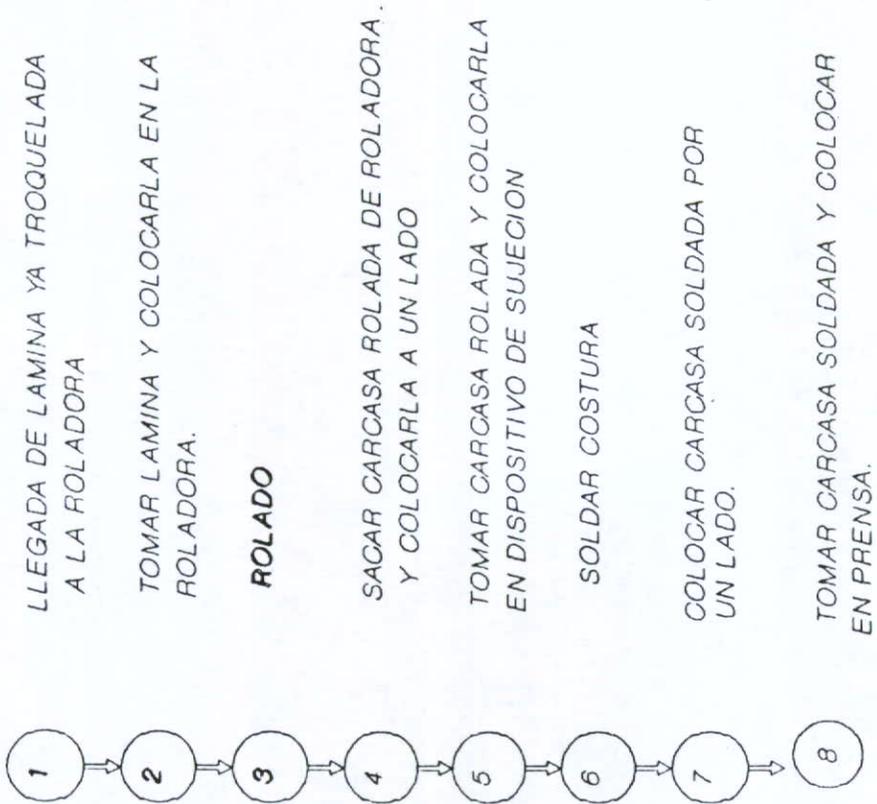
capacitor y con ventilador.

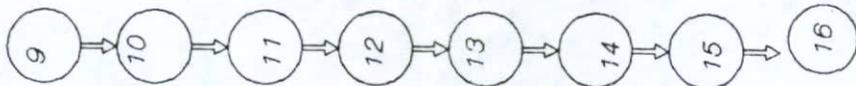
En la **figura #6** se presenta este diagrama para la producción de carcasas para motor de un sola fase o de tres fases. Como nota aclaratoria al diagrama, las carcasas para motor de tres fases son extraídas del departamento, después de ser torneadas a la longitud especificada. Esto debido a que la operación siguiente al torneado de las carcasas es el punteado de la base y como los motores de tres fases son utilizados generalmente como parte de otras máquinas más grandes, no requieren de la base, es decir no requieren ser fijados al suelo. Se hace esta nota simplemente para información, aunque la producción de carcasas para motores trifásicos contribuya solamente con un 3% a la producción total proyectada para el departamento (ver gráfica 2.6.2 en el tema 2.6 "Requerimientos de Producción").

Como complemento más detallado a este diagrama, se tienen las "rutas del material" que se muestran en el siguiente subtema.

## **2.2.- Rutas de procesamiento del material.**

Actualmente las necesidades de un mejor control de la producción dentro de una empresa que maneja un sistema de subensambles y ensambles finales, han incitado a los investigadores de "software" a desarrollar programas computacionales muy completos, que sean





ACCIONAR PRENSA Y EXPANDER CARCASA A DIAMETRO ESPECIFICADO.

SACAR CARCASA Y COLOCAR EN OPERACION DE TORNO.

TOMAR CARCASA Y COLOCAR EN TORNO.

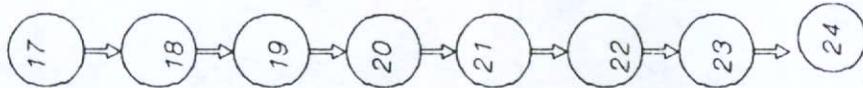
ACCIONAR DISPOSITIVO NEUMATICO DE SUJECION DE CARCASA.

ACCIONAR TORNO ACORTANDO A LONGITUD ESPECIFICADA.

TOMAR LIMA Y MATAR BORDES DE LA CARCASA.

DEJAR LIMA, APAGAR TORNO, SACAR CARCASA DE TORNO Y COLOCAR CARCASA EN SIG. OPERACION.

TOMAR CARCASA, COLOCAR DISP. DE CENTRADO DE PATA Y COLOCAR PATA EN DISPOSITIVO.



TOMAR CONJUNTO Y COLOCAR EN PUNTEADORA.

ACCIONAR PUNTEADORA HACIENDO DOS PUNTOS EN PATA-CARCASA.

QUITAR CONJUNTO DE PUNTEADORA Y COLOCAR EN MESA PARA SIGUIENTE OPERACION.

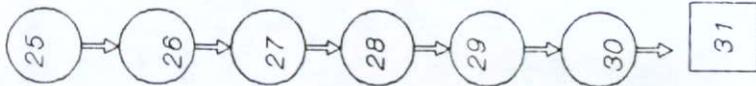
TOMAR DOS CARCASAS Y COLOCARLAS EN BASE DE SOLDADO CON LAS BASES ENCONTRADAS.

LA OPERACION ANTERIOR SE REPITE HASTA LLENAR LA BASE (2 VECES ).

TOMAR TENAZA PORTAELECTRODOS.

ACCIONAR.

VOLTPEAR CARCASA PARA SOLDAR PATA POR LOS DOS LADOS.



TOMAR PINZA PORTAELECTRODO Y SOLDAR OTRO LADO PATA-CARCASA.

TOMAR CARCASAS Y ACOMODAR EN MONTONES A UN LADO.

TOMAR CARCASA DE UN LADO Y COLOCAR EN DISPOSITIVO DE PRENSA.

ACCIONAR PRENSA Y EXPANDER A DIAMETRO ESPECIFICADO (2A. OPERACION).

SACAR CARCASA Y COLOCAR POR UN LADO.

ACOMODAR CARCASAS LISTAS EN CANASTILLA.

LLEVAR A ALMACEN INTERMEDIO.

capaces de manejar e identificar muchos miles de partes. Dentro de estos desarrollos se encuentra el sistema **MRP (Material Requirements Planning)** o Planeación de Requerimientos de Materiales. La empresa manufacturera donde se realiza esta optimización tiene este software, el cual nos permite, entre otras muchas cosas, obtener las rutas de procesamiento de los materiales en fabricación. Esto es, conforme a una codificación de cada uno de los trabajos que se hacen, de cada máquina y departamento en donde se hacen, nos muestra el camino que ha seguido cada producto, informándonos que operación se le hizo, con que máquina, en que departamento y hacia que departamento fué enviado. Aclarando, este proceso lo realiza identificando a un "padre" o producto final del departamento y a un "hijo" o "hijos" de ese producto o subensambles. Dentro de un proceso de ensamble, es posible que el producto que fué "padre" en un departamento, sea "hijo" en otro departamento. Como complemento a la explicación anterior y a las rutas del producto presentadas con anterioridad, cabe mencionar la necesidad de la utilización de estas rutas para saber cuanto es el tiempo que nos toma realizar cada una de las operaciones que se le practican a la materia prima hasta llegar a conformarse en producto terminado para esa celda de trabajo o proceso. Una vez obtenido el tiempo para cada operación y aplicando un factor de costo total (Mano de obra, maquinaria, gastos fijos) obtenemos la parte referente al valor agregado del producto después de esa operación. Si a esto le sumamos el costo de la materia prima antes de la operación,

obtenemos el costo total del producto.

Se anexaron las rutas correspondientes a los productos en cuestión como complemento informativo previo al cálculo de tiempos y cargas de máquinas realizados en el análisis de optimización.

Esto sirve como breve explicación para la correcta interpretación de las rutas de los diferentes tipos de carcasa que se producen en este departamento. La codificación tanto de las operaciones como de las máquinas se puede observar en las tablas 2.1 y 2.2 respectivamente.

### **2.3 Descripción de la maquinaria.**

Dentro de lo que es antecedentes del centro de trabajo, se incluye una descripción de la maquinaria, en donde se menciona quien la diseño, el tipo de máquina del que se trata, su capacidad y algunas especificaciones particulares. Se comienza con la máquina correspondiente a la primera operación expresada en el flujo de operaciones anterior.

#### *2.3.1. Prensa hidráulica Hidromex.*

Esta prensa hidráulica hidromex, fué hecha por Hidromex S.A. de C.V. y es del tipo c12. Tiene una capacidad de 50 toneladas y una carrera de émbolo de 460 mm. Tiene también una potencia máxima

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:47P

Numero de Parte Descripción -Escoger Una o Ninguna-  
 26/03 mIDESARROLLO CARCASA C/CAP. Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010			0048	101	112	1
Drawing	1PF3			Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--		Marca		
Transito	M. O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación	
	00	2.5000	2.5000 H	.003600	.003600 H	S	'>

PROGRESIVO CARCASA 499x175.2mm.  
 CON VENTILAS Y 3 BARRENOS  
 CONTINUA EN: 107

Fin de Consulta..

1016

Numero de Parte 14/03  
 Descripción 1)CARC. ROLADA CAPACITOR OP.  
 -Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0041	107	023	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--		Marca			
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación		
.00	.0833	.0833 H		.006666	.006666 H	S	)	
CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0044	107	033	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-025	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--		Marca			
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación		
.00	.0833	.0833 H		.022666	.022666 H	S	)	
CARCASA (LONG. 175.0mm)								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	030				0014	107	057	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--		Marca			
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación		
.00	.0833	.0833 H		.008666	.008666 H	S	)	
SECCION DE SOLDADURA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	040				0021	107	921	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-036a)	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--		Marca			
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación		
.00	.0833	.0833 H		.006933	.006933 H	S	)	
CARCASA PRIMERA OPERACION CONTINUA EN: 107								

Fin de Consulta.

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Comb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std  
 Impreso

30/07/91 12:48P

--Escoger Una o Ninguna--  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte Descripción  
 224\03 1)CARCASA MEC. CAPACITOR OP.

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010			0046	107	209	1
Drawing	18F3			Herramienta		55-023	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x	Unidad Actl--	Marca		
Transito	M.O.	Maq. Cod	M O.	Maq.	Cod Segui	Operación	

.00 .1666 .1666 H .026500 .026500 H S 1)  
 LONGITUD A 173.3mm. CANTOS MUERTOS  
 CONTINUA EN:107

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:40P

-Escojer Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte 29/03  
 Descripcion m)CARCASA CON PATAS OPTIMADO

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No.	Div.
	001				0039	107		012		1
Drawing	1RF3				Herramienta			65-003		
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca			
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod	Segui		Operación	
.00	.0833	.0833	H		.011333		.011333	H	S	)
PATA A CARCASA										

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No.	Div.
	010				0044	107		039		1
Drawing	1RF3				Herramienta			65-003		
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca			
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod	Segui		Operación	
.00	.0833	.0833	H		.011333		.011333	H	S	)
PATA										

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No.	Div.
	020				0021	107		923		1
Drawing	1RF3				Herramienta			65-036a)		
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca			
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod	Segui		Operación	
.00	.0833	.0833	H		.006933		.006833	H	S	)

A MEDIDA FINAL SEG. DIBUJO 14/03

CONTINUA EN: 113

Fin de Consulta.

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:48P

-Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte Descripción  
 26/04 m)DESARROLLO CARCASA C/CAP.

RutaAlt SecRuta CodPrio Sig Sec Oper Id CTrab IdETrab No. Div.  
 010 0048 101 112 1

Drawing 1RF3 (NUEVA LONGITUD) Herramienta  
 Actl en --Preparacion Actl--- --Corrida x Unidad Actl-- Marca

Transito M. O. Maq. Cod M O. Maq. Cod Segui Operación

00 2.5000 2.5000 H .003600 .003600 H 5 1)  
 PROGRESIVO CARCASA 499x197.8mm.  
 CON VENTILAS Y 3 BARRENOS  
 CONTINUA EN: 107

Fin de Consulta..

1016

Numero de Parte 14/04 Descripción 1)CARC. ROLADA CAPACITOR OP.  
 -Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0041	107	023	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0933	.0933	H		.006666	.006666	H S	'>
CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0044	107	033	1
Drawing	1RF3				Herramienta 65-025			
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0933	.0933	H		.027333	.027333	H S	'>
CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	030				0014	107	057	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0933	.0933	H		.008666	.008666	H S	'>
SECCION DE SOLDADURA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	040				0021	107	921	1
Drawing	1RF3				Herramienta 65-036a)			
Actl en	--Preparacion Actl---			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0933	.0933	H		.006833	.006833	H S	'>
CARCASA PRIMERA OPERACION								

CONTINUA EN: 107  
 Fin de Consulta..

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estándar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:49P

-Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte Descripción  
 224\04 1)CARCASA MEC. CAPACITOR OP.

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010			0046	107	270	1
Drawing	1RF3			Herramienta		55-028	
Act1 en	--Preparacion Act1--		--Corrida x Unidad Act1--				Marca
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui		Operación

.00 .1666 .1666 H .026500 .026500 H S ' )  
 LONGITUD A 195 3mm. CANTOS MUERTOS  
 CONTINUA EN:107

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:49P

-Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte 29/04  
 Descripción m)CARCASA CON PATAS OPTIMADO

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	001				0039	107	012	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-003	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--				Marca	
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.011333	.011333	H S	')
PATA A CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0044	107	032	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-003	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--				Marca	
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.011333	.011333	H S	')
PATA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0021	107	923	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-036a)	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x Unidad Actl--				Marca	
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq.	Cod Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.006833	.006833	H S	')

A MEDIDA FINAL  
 CONTINUA EN:113

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std  
 Impreso 30/07/91 12:51P

-Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte Descripción  
 26/02 m)DESARROLLO CARCASA C/CAP.

RutaAlt SecRuta CodPrlo Sig Sec Oper Id CTrab IdETrab No. Div.  
 010 0048 101 112 1

Drawing 1RF3 (NUEVA LONGITUD) Herramienta

Actl en --Preparacion Actl--- --Corrida x Unidad Actl-- Marca

Transito M.O. Maq. Cod M. O. Maq. Cod Segui Operación

.00 2.5000 2.5000 H .003600 .003600 H S ' )  
 PROGRESIVO CARCASA 499x155.8mm.  
 CON VENTILAS Y 3 BARRENOS  
 CONTINUA EN: 107

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Daja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso 30/07/91 12:51P

-Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

Numero de Parte 14/02  
 Descripcion 11CARC. ROLADA CAPACITOR OP.

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0041	107	023	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M.O.	Maq.	Cod	Segui	Operación
.00	.0833	.0833	H		.006666	.006666	H S	'>
CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0044	107	032	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M.O.	Maq.	Cod	Segui	Operación
.00	.0833	.0833	H		.021833	.021833	H S	'>
CARCASA (LONG. 155.8mm)								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	030				0014	107	057	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M.O.	Maq.	Cod	Segui	Operación
.00	.0833	.0833	H		.008666	.008666	H S	'>
SECCION DE SOLDADURA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	040				0021	107	021	1
Drawing	1PF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--			--Corrida x Unidad Actl--			Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M.O.	Maq.	Cod	Segui	Operación
.00	.0833	.0833	H		.006833	.006833	H S	'>
CARCASA PRIMEPA OPEACION CONTINUA EN: 107								

Fin de Consulta..

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:51P

Numero de Parte 224/02 Description i)CARCASA MEC. CAPACITOR OP.  
 -Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010			0046	107	209	1
Drawing	1RF3			Herramienta		55-028	
Actl en	--Preparacion Actl--		--	Corrida x	Unidad	Actl--	Marca
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui		Operación
.00	.1666	.1666 H		.026500	.026500 H	S	'>
LONGITUD A 153.3mm. CANTOS MUERTOS							

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020			0021	107	923	1
Drawing	1RF3			Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--	Corrida x	Unidad	Actl--	Marca
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.	Maq.	Cod Segui		Operación
.00	.0833	.0833 H		.006833	.006833 H	S	'>

A MEDIDA FINAL  
 SEGUN DIBUJO 14/02  
 CONTINUA EN: 113

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso 30/07/91 12:52P

Numero de Parte Descripción -Escoger Una o Ninguna-  
 26/03 m)DESARROLLO CARCASA C/CAP. Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No.	Div.
	010				0048	101		112		1
Drawing	1PF3				Herramienta					
Actl en	--Preparacion Actl---		--Corrida x		Unidad Actl--	Marca				
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.	Cod	Segui		Operación	
.00	2.5000	2.5000	H		.003600	.003600	H	S	)	

PROGRESIVO CARCASA 493x175.8mm.  
 CON VENTILAS Y 3 BARRENOS  
 CONTINUA EN: 107

Fin de Consulta..

1016

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte  
 Alta Camb Baja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso

30/07/91 12:52P

Numero de Parte 14/03  
 Descripcion 1)CARC. ROLADA CAPACITOR OP.  
 -Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0041	107	023	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x		Unidad Actl--	Marca		
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq. Cod	Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.006666	.006666	H S	'>
CARCASA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0044	107	033	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-025	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x		Unidad Actl--	Marca		
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq. Cod	Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.022666	.022666	H S	'>
CARCASA (LONG. 175.3mm)								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	030				0014	107	057	1
Drawing	1RF3				Herramienta			
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x		Unidad Actl--	Marca		
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq. Cod	Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.008666	.008666	H S	'>
SECCION DE SOLDADURA								

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id CTrab	IdETrab	No. Div.
	040				0021	107	021	1
Drawing	1RF3				Herramienta		65-026a)	
Actl en	--Preparacion Actl--		--Corrida x		Unidad Actl--	Marca		
Transito	M.O.	Maq. Cod	M. O.		Maq. Cod	Segui	Operación	
.00	.0833	.0833	H		.016833	.006833	H S	'>
CARCASA PRIMERA OPERACION CONTINUA EN: 107								

Fin de Consulta.

Reporte y Consulta de todas las Rutas Estandar para una Parte RUTAS PART  
 Alta Camb Raja Con Alto Rpt Ambos SALIDA  
 Ruta Std Ruta Std Ruta Std Ruta Std Impreso 30/07/91 12:52P

Numero de Parte 224/03 Description 1)CARCASA MEC. CAPACITOR OP.  
 -Escoger Una o Ninguna-  
 Primaria Id Ruta Alt

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No. Div.
	010				0046	107		209	1
Drawing	IRF3				Herramienta			55-028	
Actl en	--Preparacion Actl---				--Corrida x	Unidad	Actl--	Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.		Cod Segui		Operación
.00	.1666	.1666	H	.026500	.026500	H	S	' )	

LONGITUD A 173.3mm. CANTOS MUERTOS

RutaAlt	SecRuta	CodPrlo	Sig	Sec	Oper	Id	CTrab	IdETrab	No. Div.
	020				0021	107		923	1
Drawing	IRF3				Herramienta				
Actl en	--Preparacion Actl---				--Corrida x	Unidad	Actl--	Marca	
Transito	M.O.	Maq.	Cod	M. O.	Maq.		Cod Segui		Operación
.00	.0033	.0033	H	.006833	.006833	H	S	' )	

A MEDIDA FINAL.  
 SEGUN DIBUJO 14/03  
 CONTINUA EN: 113

Fin de Consulta.

1016

**"TABLA 2.1**

OPERACIONES	
CODIGO	DESCRIPCION
0041	ROLAR
0044	SOLDAR
0021	EXPANDER
0046	TORNEAR
0039	PUNTEAR
0024	GOLPEAR

**TABLA 2.2**

MAQUINARIA	
CODIGO	DESCRIPCION
012	PUNTEADORA FAARSOEL 20 KVA
023	ROLADORA HÄSSLE HOLM
033	SOLDADORA MILLER INFRA
039	SOLDADORA MILLER
209	TORNO CELTIC
270	TORNO ANDEX PARALELO
921	PRENSA HIDRUALICA HIDROMEX
923	PRENSA BOHNER

de 15 HP y el tipo de aceite que utiliza es DTE Light Mobil Oil.

### *2.3.2 Prensa Hidráulica Bohner.*

El fabricante de esta prensa es, como su nombre lo menciona, Komatsu Maypres y se trata de una MKN-100. Como especificaciones se menciona que tiene una capacidad máxima de 100 MPa y un curso del portapunzón de 60 mm. Tiene una superficie de mesa de 640 x 404 mm. y su potencia de accionamiento es de 5.5 KW. Es importante mencionar que tanto esta prensa como la anterior son utilizadas dentro del proceso, para expandir la carcasa a su diámetro nominal. Esto debido a que con la diversas operaciones que se le practican a la carcasa, esta sufre deformaciones, las cuales provocan que en el ensamble del motor, el cuerpo, es decir, el conjunto de bobina y rotor, no entre de manera adecuada provocando deficiencias en el motor mismo.

### *2.3.3 Soldadora de Arco corriente directa.*

*Esta soldadora es fabricada por Miller de México y como especificaciones se mencionan:*

Primario:

-Tensión de 220/440.

- Corriente de 84/42 Amperes.
- Potencial real de 12 KW.
- Potencial aparente de 18.4 KVA.
- Frecuencia monofásica de 60 Hz.

#### Secundario:

- Tensión máxima a circuito abierto de 64 V.
- Tensión nominal de 30 V.
- Corriente nominal de 250 Amperes.
- Ciclo de trabajo de un 40 %.
- Corriente máxima a 100° C de 160 Amperes.
- Un incremento de temperatura de 90 ° C.

#### *2.3.4. Máquina roladora.*

El fabricante, de origen Sueco, de esta roladora es Hässleholm Mekaniska AB y se trata de una roladora modelo Roundo AB. Su tipo correspondiente en otra nomenclatura es PM-0 y tiene una capacidad de manejar láminas hasta de 12 pulgadas de ancho con un espesor de 1/8 de pulgada. Esta máquina fué traída a México en el año de 1982 y se trata de una máquina de poca versatilidad. Cabe mencionar que la roladora se encarga de darle la forma cilíndrica a la lámina llegada de los troqueles. El diámetro de la carcasa estará dado por la longitud de la lámina.

### *2.3.5 Soldadora de corriente directa, potencial constante.*

El fabricante de esta máquina es también Miller de México, S.A. y sus especificaciones son las siguientes:

#### Primario:

- Un voltaje de 220/440.
- De 36/18 de corriente en amperes.
- 12.3 KW.
- 13.7 KVA.
- Una frecuencia de 60 Hz. en tres fases.

#### Secundario:

- De 36/32 Volts.
- Una corriente de 300/400 amperes.
- Un ciclo de rendimiento de 6 - 100%.
- Voltaje en corriente alterna máxima 42.
- Aumento de temperatura hasta 90 ° C.

### *2.3.6. Máquina punteadora.*

El fabricante de esta máquina punteadora, la cuál es una soldadora pero no solda en continuo sino mediante fusión de una

lámina traslapada en otra, es Faarsöl, S.A.. Su función dentro del proceso es unir a la lámina previamente rolada, soldada, y torneada, la pata o base que llevan las carcasas de los motores de una sola fase. Se trata de un modelo P25 50-128 que tiene las siguientes especificaciones:

*Primario:*

- 50 KVA.
- 220 Volts.
- 227 Amperes.
- Una fase 1/40.

*Secundario:*

- Un voltaje a circuito abierto de 2.3 a 6.4.
- 26,880 amperes.

*2.3.7. Tornos paralelos.*

Existen también dos tornos, los cuales realizan la misma operación, que es torneare la carcasa a la longitud especificada según el modelo que se requiera. El primero es un torno paralelo marca Andex hecho por la compañía del mismo nombre y el segundo es también un

paralelo marca Celtic.

## **2.4 Descripción de las operaciones.**

Se realiza esta descripción de las operaciones como complemento a la información de rutas de procesamiento y del diagrama de flujo de operaciones.

### **2.4.1 Rolado.**

Esta operación se realiza en la máquina roladora y consiste en darle la forma cilíndrica necesaria a la lámina llegada de los troqueles, donde previamente fué cortada a la longitud necesaria. Esto para que en el momento de ser rolada se obtenga el diámetro parcial requerido. Se le llama parcial, debido a que el diámetro final requerido se obtendrá en el proceso de soldadura.

### **2.4.2 Soldado.**

En esta operación, los extremos de la lámina (llámense principio y final), son unidos mediante un cordón uniforme de soldadura. Para unir parcialmente los extremos del cilindro, se requiere de un dispositivo de sujeción, el cual los mantiene unidos, mientras el operador coloca la parte inicial del cordón de soldadura.

#### *2.4.3. Eliminación de escoria.*

En esta operación, la escoria o residuo protector de la soldadura es eliminado mediante la colocación de la carcasa en un dispositivo cónico y el golpeo con un martillo sobre el principio y el final del cordón. Esto con el propósito de que al momento de meter la carcasa en el dispositivo expansor de la prensa, aquella entre perfectamente y no entre a la fuerza, evitando de esta manera la falla por fatiga de la soldadura.

#### *2.4.4. Expansión.*

Dentro del proceso de expandir, la carcasa es colocada en el dispositivo cilíndrico de la prensa Hidromex, la cuál por medio de un émbolo empujado con aire comprimido y un dispositivo receptor del émbolo, expande la carcasa hasta que esta obtiene el diámetro nominal deseado.

#### *2.4.5. Torneado.*

Dentro de esta operación, existe dentro del torno un dispositivo adicional. Se trata de un chuck especial, el cuál mediante un proceso similar al de la prensa, por aire comprimido, sujeta la carcasa para que esta pueda girar en el torno. Después, mediante un portaherramientas especial, el cuál sostiene dos herramientas de corte (una en cada

extremo de la carcasa) la carcasa es cortada a la longitud especificada para cada tipo. Ya que esta operación es considerada como "cuello de botella", se realiza en los dos tornos para así poder sobrellevar el ritmo del proceso.

#### *2.4.6. Punteado.*

El punteado se realiza en la máquina punteadora Faarsöl y se utiliza en la fijación parcial de la pata o base de las carcasa para motores de una sola fase. Primeramente tanto la base como la carcasa son colocados en un dispositivo, el cuál mantiene en contacto constante a las partes a puntear. Se considera importante este contacto continuo, ya que el punteo se realiza mediante la fusión de las dos láminas provocada por el paso de una corriente en corto circuito entre los polos de la punteadora.

#### *2.4.7. Soldado de pata a carcasa.*

Después de una fijación parcial de la base o pata a la carcasa, se procede a soldar de manera longitudinal en ambos lados de la carcasa. Esto se realiza con soldadura de hilo de Cu-Al en una soldadora de carrete o de alimentación continua. El objetivo de esta segunda soldadura es darle mayor resistencia a la base, ya que esta esta sometida a esfuerzos de alto valor provocados por la vibración del motor. El desprendimiento del motor de su base se presenta como

uno de los principales motivos de rechazo de motores.

#### *2.4.8. Expansión final.*

La expansión final es realizada en la prensa Bohner y consiste en la colocación de la carcasa en un dispositivo idéntico al de la prensa Hidromex para que por medio de aire comprimido se expanda hasta el diámetro final requerido. Esta operación, aunque parezca repetitiva, es necesaria, ya que debido a las diferentes operaciones que se le practican a la carcasa, esta tiene deformaciones en su diámetro, lo cuál provoca los problemas mencionados con anterioridad.

#### *2.4.9. Colocación de carcasas en canastillas.*

Esta operación corresponde a la colocación de carcasas dentro de canastillas o al estibamiento de las mismas en tarimas de tamaño estándar, para poder ser transportadas a la línea de ensamble de los motores monofásicos y trifásicos abiertos.

### **2.5 Clasificación de la mano de obra.**

Esta clasificación de la mano de obra dentro de la empresa, se refiere única y exclusivamente al personal sindicalizado. Dentro de la misma existen varios niveles o grupos definidos por medio de factores

como antigüedad, preparación y grado de conocimientos alcanzado. La clasificación es como sigue:

*Grupo S1:*

Este grupo es el primero dentro de la clasificación y por lo tanto corresponde a todos los trabajadores de recién ingreso, de preparación por debajo del estándar requerido y de poca experiencia dentro de la empresa.

*Grupo S2:*

Dentro de esta clasificación se encuentran los trabajadores con una antigüedad de 6 a 12 meses, con preparación de 2º a 3º de secundaria y con experiencia en procesos repetitivos no complicados.

*Grupo S3:*

Corresponde a los trabajadores con aproximadamente 1 año y medio de antigüedad, con preparación de secundaria y con experiencia en procesos más específicos.

*Grupo S4:*

Corresponde a los trabajadores con una antigüedad de

aproximadamente 1 año y 6 meses, con preparación de primero de preparatoria o poco más que secundaria y con experiencia en procesos de ensamble.

*Grupo S5:*

En este se encuentran los trabajadores con buena preparación, es decir secundaria y una carrera técnica en soldadura, torneado, etc. (Mano de obra calificada). Así mismo con experiencia en procesos de rectificado de piezas y con una antigüedad de 3 a 4 años.

*Grupo S6:*

En este grupo, lo único que varía con respecto al anterior, es la antigüedad puesto que en éste se encuentran los que tienen de 4 a 5 años y por lo tanto mayor experiencia.

*Grupo S7:*

En este se encuentran los supervisores de proceso, con vasta experiencia en un proceso específico, con una antigüedad de 5 a 5 años 6 meses y con una educación de 2º a 3ero. de preparatoria.

*Grupo S8:*

En este se ubican todos los supervisores de área así como algunos supervisores e inspectores de control de calidad con bastante experiencia en todos los procesos que se realizan en la planta y con antigüedad de 5 años 6 meses a 6 años 9 meses.

Como otro aspecto importante mencionaremos que para cuestiones de costo, se han definido centros de costo, y de acuerdo a la cantidad de obreros, se han obtenido factores de costo por cada obrero por cada departamento dentro de la planta.

El factor obtenido para este centro de costo es de **4,500 pesos/hora salario bruto** y de **10,388 pesos/hora salario + gastos sociales**. Esto de gastos sociales implica todas las prestaciones por ley (el seguro social, el infonavit, etc) y las prestaciones por parte de la planta.

## **2.6 Requerimientos de producción.**

En lo que respecta a los requerimientos de producción, se espera un aumento en la demanda de 16% en motores monofásicos y de 60% en motores trifásicos abiertos. En la demanda total, es decir, ya incluyendo la de monofásicos y trifásicos abiertos se espera un aumento del 20%, esto debido a que la producción de motores trifásicos era prácticamente pequeña comparada con monofásicos y por eso es que el aumento tan brusco en los trifásicos no afecta mucho el comportamiento de la demanda total. Explicando, si la producción

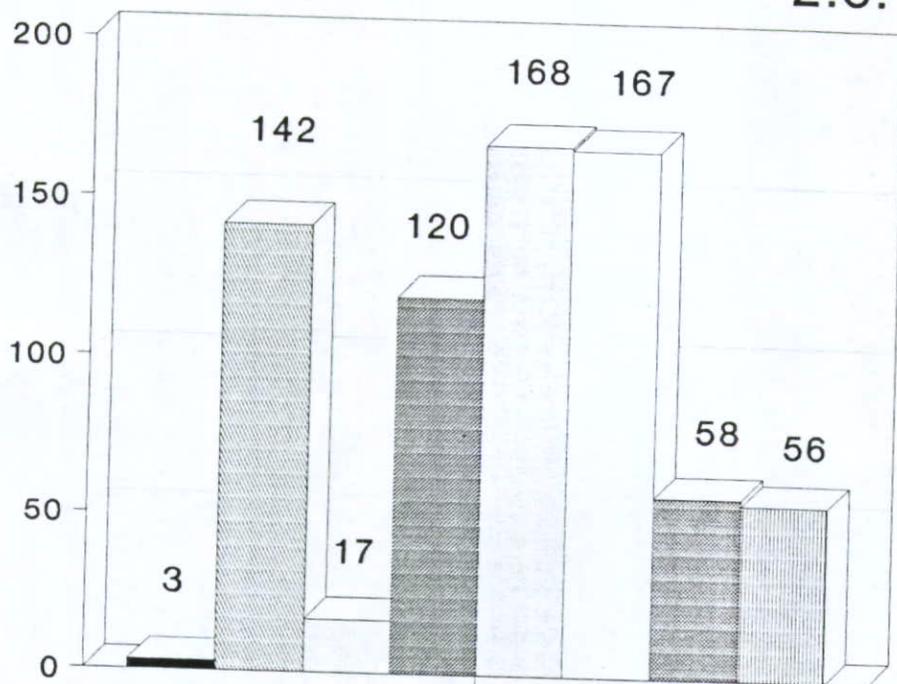
de trifásicos era pequeña con respecto al total, al duplicarse estos, tendrían un crecimiento del 100%. Al comparar esta cantidad de trifásico con respecto al total sigue representando un crecimiento pequeño.

Así mismo dentro de este análisis se observa una clara tendencia de aumento en la demanda de monofásicos así como de trifásicos, lo cual nos obliga a pensar que una optimización en el departamento de carcasas es la base para el aumento en la producción de motores.

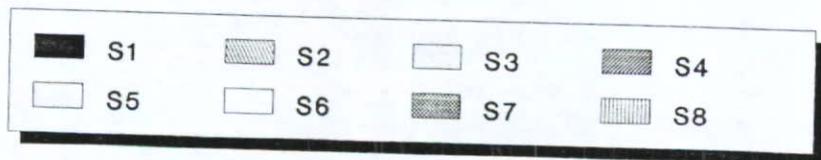
Estos aspectos de requerimientos de producción pueden ser observados claramente en las gráficas 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 y 2.6.4.

# MANO DE OBRA TOTAL DE SINDICALIZADOS

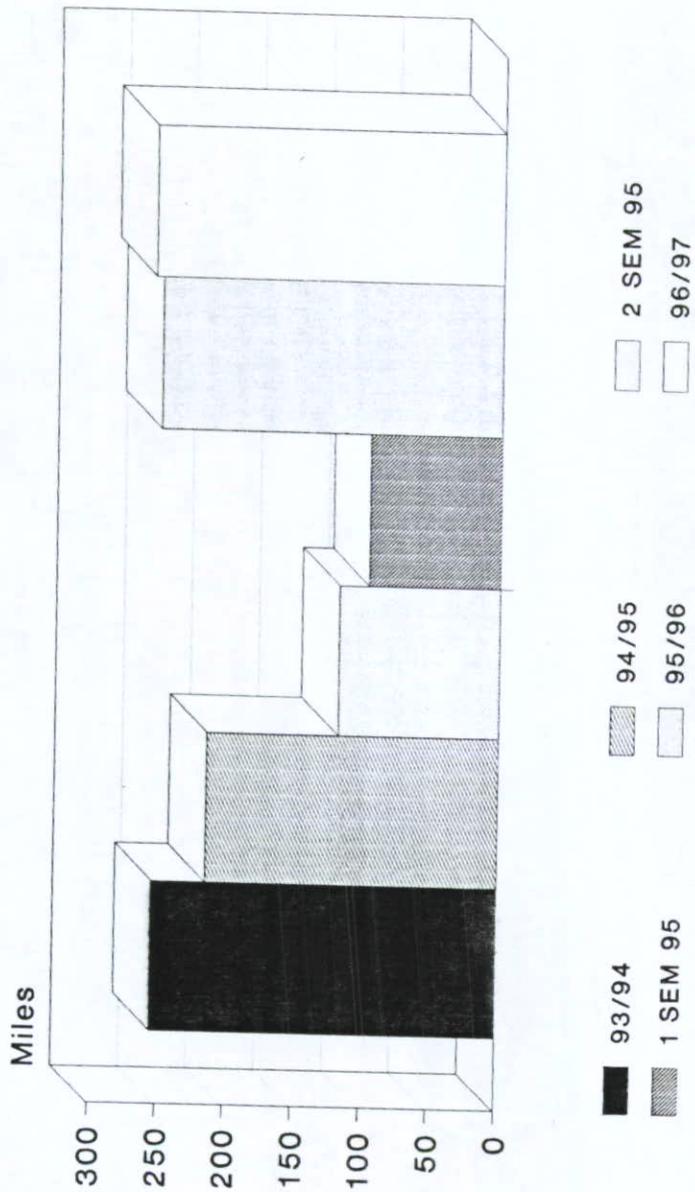
2.6.1



GRUPOS

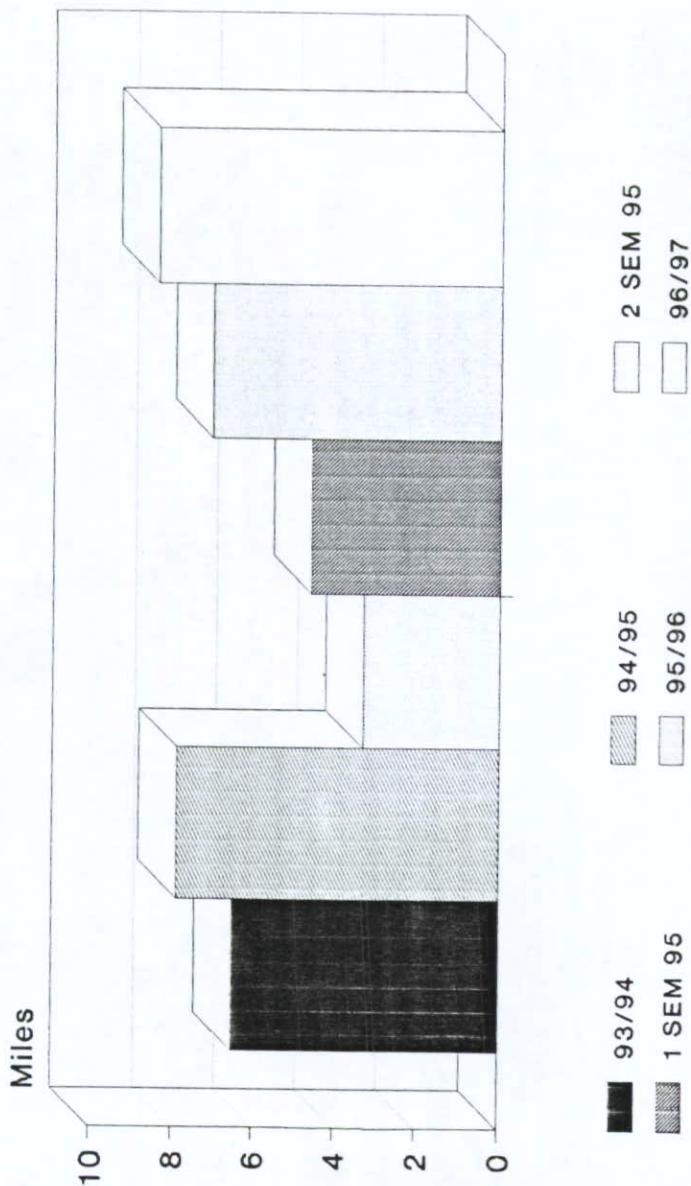


# Proyección de Producción Motores Monofásicos 2.6.2



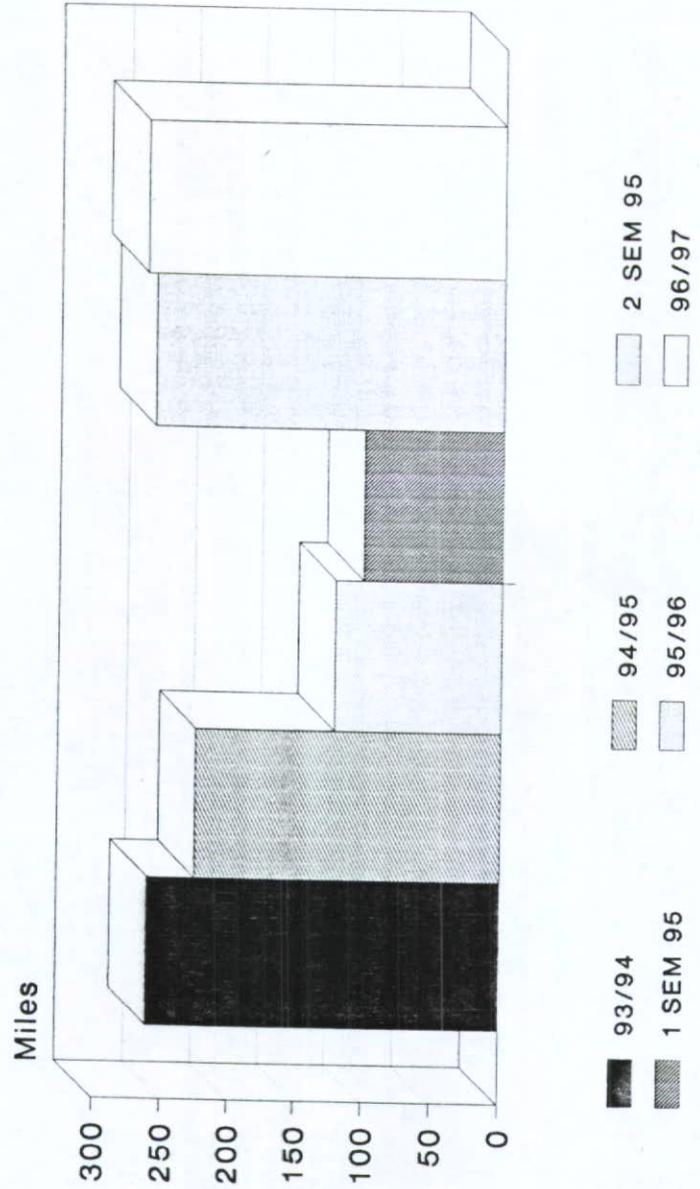
EN MILES DE MOTORES

# Proyección de Producción Motores Trifásicos Abiertos 2.6.3



EN MILES DE MOTORES

# Proyección de Producción Total de Motores 2.6.4



EN MILES DE MOTORES

A N A L I S I S D E O P T I M I Z A C I O N .

## 4.- ANALISIS DE OPTIMIZACION.

### 4.1 Carencias y defectos del centro de trabajo.

Dentro de este subtema se analizarán cuales son las carencias y los factores limitantes del centro de trabajo de carcasas monofásico.

Se observó que una de las principales limitantes de este centro es el espacio existente. Para un aumento de la producción existe la posibilidad de introducir maquinaria nueva, lo cuál con el reducido espacio disponible generaría un amontonamiento y por lo tanto un menor espacio de acción para el trabajador. Esto produciría a su vez inconformidad del trabajador. Lo que se debe obtener es la adecuada utilización del espacio disponible que incluye el acomodo correcto de la maquinaria dentro del centro.

La descripción actual del centro, muestra como principal problema la existencia de almacenes intermedios entre las diferentes operaciones. Esto es por el lado derecho de donde se rola la lámina, se "apilan", textualmente tomado, las carcasas roladas, de donde las toma el trabajador de la máquina soldadora para unir los bordes con el cordón de soldadura. De ahí las "apila" en el siguiente proceso del lado izquierdo de la prensa expansora Hidromex, para después el mismo hacer la operación manual de retirar la escoria y expandir la carcasa. Y así este apilamiento continúa antes y después de cada

operación alzándose en el departamento grandes torres de carcasas con aproximadamente 1.80 mts de altura.

Este apilamiento genera un ambiente congestionado para el trabajador, ya que se impide el paso de luz natural, lo cuál disminuye la visibilidad del trabajador. Esto hace que el trabajador force la vista creando así un daño constante a su vista. Asimismo el consumo de energía eléctrica sube bastante, ya que como no hay aprovechamiento de la luz natural, la utilización es la misma en todos los turnos. Otro aspecto de el apilamiento, es que le impide al trabajador realizar libremente tanto los movimientos de su actividad en la maquinaria, así como los movimientos de transporte dentro del centro.

El apilamiento generado sobre el lado derecho de la expansión final en la prensa bohner, es generado por una carencia de canastillas o de medios de transporte para llevar las carcasas a la línea de ensamble de los motores, que es el departamento a donde deben llegar. Este problema de transporte se debe a varios aspectos: primero: No existen suficientes canastillas dentro de la planta; segundo: Existe una producción tan grande que sobrepasa los requerimientos de la línea de ensamble.

En realidad la situación actual del departamento no es crítica dentro del proceso general, ya que no está convertido en cuello de botella en la producción de motores de una fase; pero se prevee un problema, ya que los

requerimientos de producción van a aumentar y posiblemente aumente substancialmente la productividad de la línea de ensamble y se tendrá que optimizar este departamento con mucha urgencia.

Otro defecto dentro del centro, es que la producción que actualmente se obtiene en 3 turnos, se podría obtener fácilmente en dos turnos. Esto implica que se trabaja a un 90% de capacidad del departamento, siendo que las necesidades actuales son cubiertas ya con trabajo a un 60% de la capacidad total. Todo esto implica que el costo de mano de obra es bastante alto sin necesidad de serlo. Es comprensible que en los momentos en que los requerimientos sean mayores, se necesite trabajar los 3 turnos, pero existen momentos en que los requerimientos bajan y no así los turnos trabajados. Otro aspecto importante a mencionar dentro de este trabajo excesivo, es que ya sea porque la situación sindical impide el despido de trabajadores o porque no se les puede asignar a otro centro de trabajo, y como a pesar de todo, estos siguen ganando dinero, la consigna desde el departamento de planeación, es seguir mandando las mismas órdenes de producción. La utilización del tiempo es total mediante la emisión de estas órdenes de producción, pero la eficiencia es bajísima, llegando a niveles del 50% al 55% de eficiencia. Esta situación no sólo hace que se eleve el costo por unidad producida hasta en un 30%, sino que también hace que se eleve el costo de almacenaje. Este costo de almacenaje que se refleja en un gasto financiero del 4% mensual eleva también el costo total de la

carcasa en un 1% calculado sobre todas las carcacas no utilizadas. Para mayores datos cuantitativos ver subtema 4.3.1 "Análisis de cargas actual".

El mal balanceo de las cargas de trabajo en la máquinas, es otro de los graves problemas dentro del departamento. Existen dos tornos, los cuales tienen las mismas especificaciones y una capacidad similar, sólo que uno de ellos es un poco más viejo que el otro. (Ver tabla 4.3.1.2). Debido a esto, el torno más viejo es utilizado como de reserva en el caso de descompostura del nuevo. Este torno nuevo es utilizado los 3 turnos para sacar la producción, y a pesar de todo sigue siendo "cuello de botella". Todo esto, en lugar de distribuir la carga de trabajo entre las dos máquinas disminuyendo así la utilización de la nueva a un solo turno.

La carencia de un sistema de extracción de humos es quizá uno de los aspectos importantes en lo que respecta a problemas importantes, ya que la constante inhalación de humos provoca malestar en el trabajador. Por sólo mencionar un ejemplo, el soldador, que debido a que constantemente se tiene que tomar un tiempo de respiro, baja su productividad y baja la calidad de la soldadura ya que pierde concentración.

#### 4.2 Proyecto de organización del departamento sin adquisición de maquinaria nueva.

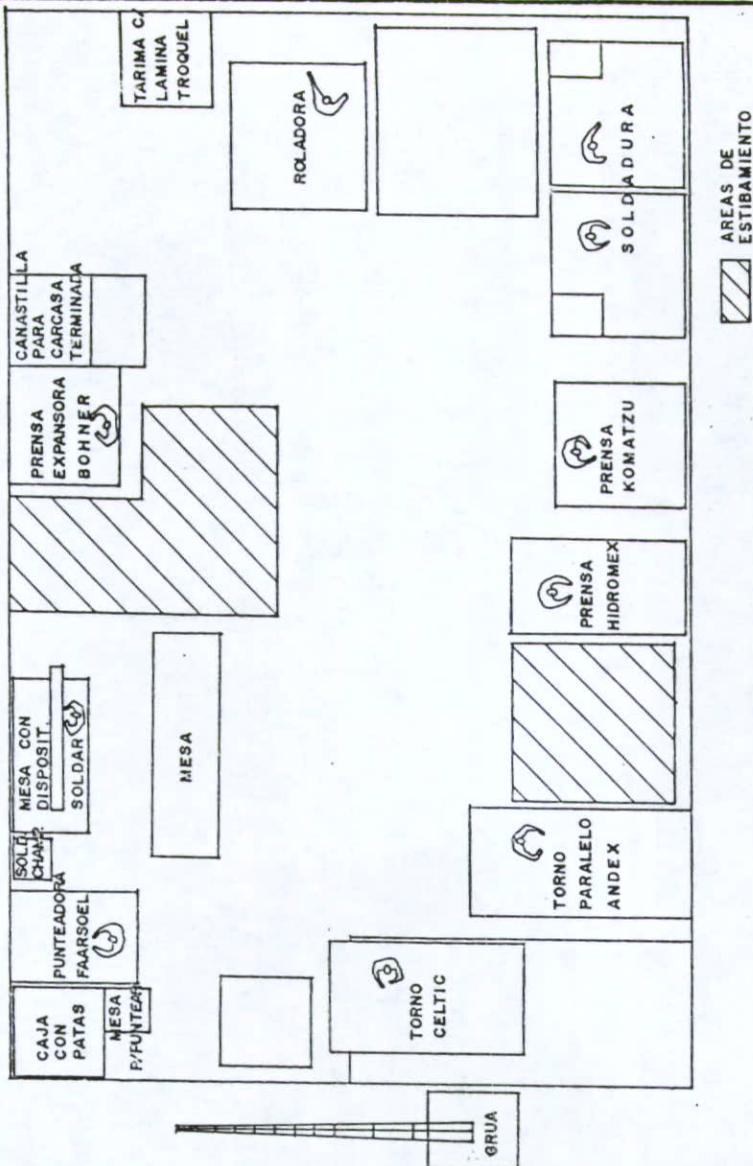
La realización de este proyecto consiste en la reorganización del departamento, de manera que exista un mayor aprovechamiento del espacio disponible. La mejor manera de lograr esto, es definiendo áreas específicas de colocación de carcasas cerca de las máquinas que sean "cuello de botella" dentro del proceso y haciendo un reacomodo de maquinaria de tal forma que el trabajador se transporte lo menos posible, ahorrándose tiempo en movimientos adicionales e innecesarios.

Como primer paso, se analizó la distribución con un diseño a escala del departamento así como figuras a escala representativas de las diferentes máquinas existentes. Es importante mencionar que la escala debe ser correcta, ya que si se tienen errores, no se podrán detectar hasta en el momento del desarrollo del proyecto.

Como se puede observar en el Lay-Out propuesto en la figura 4.2.1 para este proyecto, también está incluido el desplazamiento de una grúa que se encontraba localizada en el extremo norte del departamento. Esto se pudo lograr gracias a que como la grúa tiene un amplio radio de alcance, el desplazamiento de la misma no influye sobre la utilización de la misma. Se menciona este aspecto para hacer notar la desorganización existente en la distribución del espacio en el

FIGURA 4.2.1

La reproducción de este documento, así como la comunicación de su contenido son ilícitas, salvo consentimiento expreso. Se reserva todos los derechos para el caso de la concesión de patentes de invención o registro de Modelo Industrial.



Cantidad		Parte y Medidas		Dibujo No.	Pza	Material	Peso
06 02 02 07				Norma No.	No		
Mod		Mod					
Fecha		Nombre		<b>LAY-OUT PROPUESTO</b> Proyecto de Optimización Tipo:			
Dibujó		D. HERRONIER					
Revisó							
Norma				Escala Ref Sdo			

departamento. Si observamos la distribución original del centro de trabajo (capítulo: "Antecedentes del Centro de Trabajo") descubriremos que la grúa formaba parte del departamento.

La principal característica de este proyecto, es que define una ruta específica del producto dentro del centro así como áreas definidas para depósito o estibamiento de producto intermedio. La roladora estará volteada, de tal manera que el trabajador la mantenga en operación dando la espalda a las ventanas. De esta manera por medio de una tarima recibirá la lámina troquelada por su lado derecho y sacará la carcasa rolada por su lado izquierdo, colocándola sin mayor movimiento en el área definida para esta carcasa. Esta área es necesaria para abastecer el segundo turno de soldadura ya que no les es posible sacar la producción de la roladora en un sólo turno.

De ahí, a toda carcasa se le debe desprender la escoria y expandir, para después ser colocada en una nueva zona intermedia de estibamiento en espera a ser torneada. De ahí serán colocadas en otra área de estibamiento, definida cerca de la punteadora, para que sea punteada sin mayor movimiento y después colocada en la mesa donde se reforzará la "pata" o base previamente punteada. Por el lado izquierdo de la punteadora, estando frente a ella, será colocada una caja con "patas" o bases y una mesa, en donde, por medio del dispositivo previamente descrito en el proceso de puntear, se posicionará la pata en la carcasa.

Para la siguiente operación de soldado de la "pata" o base, el operador tomará varias carcassas ( 8 en total) de cuatro en cuatro, las posicionará encontradas base con base en una canaleta de colocación, para así soldar con mayor facilidad. Después voltará las carcassas para soldar el otro lado de la "pata" o base. Por último tomará nuevamente las carcassas y las colocará en el área definida para el estibamiento antes de la última operación de expansión.

En la expansión final, el operador tomará sin mayor movimiento la carcassa, la posicionará en el dispositivo de expansión de la prensa Bohner y expandirá hasta el diámetro final requerido. Después tomará la carcassa y la colocará en una canastilla o la estibará en una tarima, hasta que esta se llene, para luego ser llevada ya sea por un patín hidráulico o por un montacargas a la línea de ensamble del monofásico.

Las ventajas de este proyecto, es que se logrará un orden específico y estarán definidas las áreas de espera o estibamiento así como las operaciones que se le han practicado a la carcassa. Asimismo se recuperará mucho tiempo que se perdía en movimientos innecesarios del trabajador, como lo era la transportación de las carcassas de un lugar de trabajo a otro. Cabe mencionar que éste tiempo perdido significaba el 5.5% del ciclo total de fabricación de la carcassa.

La otra ventaja y quizá la más fuerte, es que no se requiere comprar maquinaria alguna. Lo único que se requiere son algunas implementaciones como delinear las áreas de estibamiento con pintura, así como la construcción de una pequeña mesa de 50 cm. de ancho por 50 cm. de largo y 1 mt de alto.

Las desventajas de esta proposición, es que se seguirán elevando las torres de carcasas, pero ahora de una manera más organizada y en áreas definidas. Esto debido a que por las diferencias en los tiempos de procesamiento de las diferentes máquinas, no se establece un flujo continuo.

Otra de las desventajas es que se reduce el espacio de entrada al departamento, por lo cuál se reduciría el espacio para maniobrar con el montacargas, si se quisiera entrar al departamento con el.

#### **4.3 Proposición de proyecto celda de trabajo.**

Dentro de este proyecto se incluye el análisis de cargas de la maquinaria así como distribución de cargas y Lay-Out con flujo implementado dentro de la celda de trabajo.

##### ***4.3.1. Analisis de cargas actual.***

Actualmente en el departamento de carcasas monofásico y trifásico

abierto, se producen **22,000** carcasas mensualmente, lo que corresponde a una producción anual de **264,000**. De estas 264,000 anuales **6,184** son carcasas para motores trifásicos únicamente, es decir, carcasas a las cuales no les son soldadas "patas" o bases.

Para la realización de este análisis, se definieron previamente horas disponibles de las máquinas diarias por turno y mensuales por turno. Las horas disponibles por turno por máquina se definen restándole a las 8 horas del turno tiempos de preparación de la máquina, así como un factor aproximado de eficiencia de la maquinaria. Las horas disponibles al mes por turno por máquina, se obtienen multiplicando estas horas diarias por un promedio de días trabajables del mes, que en este caso fué de 21 días. Todos estos datos son mostrados en la tabla **4.3.1.1**.

En la tabla **4.3.1.2** se muestra la capacidad que tienen cada una de las máquinas del departamento, esto es la capacidad instalada. Para poder realizar este análisis, se tomaron las horas disponibles diarias al mes, pero trabajando los 3 turnos y después utilizando los tiempos indicados en la toma de tiempos en el capítulo anterior para cada operación por pieza, se obtuvo un máximo de piezas a producir en el mes.

Este analisis nos indica, como ya mencionábamos, la capacidad instalada, pero para la implantación de un flujo dentro de la celda, es

**TABLA 4.3.1.1**

HORAS DISPONIBLES POR MAQUINA			
MAQUINA		CAPACIDAD DIARIA/TURNO HORAS	CAPACIDAD MES/TURNO (HORAS)
Punteadora		6.28	132
Roladora		6.97	146
Soldadora(ISSA)		7.04	148
Soldadora(MILLER)		7.04	148
Soldadora(CHAMPION)		7.01	147
Trabajo Manual		8.00	175
Torno (CELTIC)		6.97	146
Torno Paralelo(ANDEX)		6.96	146
Prensa (HIDROMEX)		6.57	138
Prensa (BOHNER)		6.57	138

**TABLA 4.3.1.2**

<b>PRODUCCION MAXIMA</b>			
<b>MAQUINA</b>	<b>TIEMPO MINUTOS /PIEZA</b>	<b>CAPACIDAD MAXIMA/MES (HORAS)</b>	<b>CAPACIDAD MAXIMA/MES (PIEZAS)</b>
Punteadora	0.68	396	34,942
Roladora	0.4	438	65,706
Soldadora(ISSA)	1.26*	444	21,142
Soldadora(MILLER)	1.26*	444	21,142
Soldadora(CHAMPION)	0.68	441	38,913
Trabajo Manual	0.52	504	58,153
Torno (CELTIC)	1.59*	438	16,528
Torno Paralelo(ANDEX)	1.59*	438	16,528
Prensa (HIDROMEX)	0.41	414	60,585
Prensa (BOHNER)	0.41	414	60,585

**NOTA:**

Los tiempos marcados con un asterisco, son tiempos promedio, ya que estas operaciones dependen de la longitud del tipo de carcasa del que se trate. Este cálculo con porcentajes definidos se puede observar en los anexos 2 y 3 en la sección correspondiente.

necesario ubicarse primeramente en las operaciones más lentas o "cuellos de botella". Como se observa en la tabla, la operación más lenta es la de torneado, a pesar de la existencia de dos tornos, ya que como sabemos en principio, solamente un torno es utilizado actualmente. Concluyendo entonces, la capacidad máxima a producir dentro de la celda teniendo cuello de botella, será la de los tornos, es decir **33,056 piezas** trabajando 3 turnos.

#### *4.3.2. Aprovechamiento.*

En lo que respecta al aprovechamiento actual de la maquinaria, dentro del departamento se producen 22,000 carcasas mensualmente, por lo cual las cargas se encuentran distribuidas de la manera como se ilustra en la tabla

**4.3.1.3.** Para efecto de estos cálculos se tomaron un promedio de 21 días hábiles, por lo que respecta a Domingos y días festivos del mes.

Como podemos observar en la tabla existen como requerimientos de trabajo un máximo de 2, que se realiza en las operaciones de soldado en las soldadoras Miller e Issa y de torneado en los tornos paralelos Andex y Celtic. A pesar de este análisis de cargas el departamento está trabajando un 3er. turno debido a cuestiones del torneado principalmente ya que es una de las operaciones intermedias.

**TABLA 4.3.1.3**

APROVECHAMIENTO				
MAQUINA	PRODUCCION (PIEZAS)	TIEMPO REQUERIDO HORAS/MES	CAPACIDAD MAXIMA HORAS/TURNO	TOTAL DE TURNOS
Punteadora	20,969	237.64	6.28	1.80
Roladora	22,000	146.66	6.97	1.00
Soldadora(ISSA)	14,779	312.13	7.04	2.11
Soldadora(MILLER)	7,222	172.89	7.04	1.17
Soldadora(CHAMPION)	20,969	237.64	7.01	1.61
Trabajo Manual	22,000	190.65	8.00	1.09
Torno (CELTIC)	10,775	285.55	6.97	1.95
Torno Paralelo(ANDEX)	11,225	297.45	6.96	2.03
Prensa (HIDROMEX)	22,000	150.33	6.57	1.09
Prensa (BOHNER)	22,000	150.33	6.57	1.09

**NOTA:**

Para efectos del cálculo mensual se tomó un promedio de 21 días hábiles.

#### 4.3.3. Propuesta según análisis.

Debido a la utilización innecesaria de mano de obra y a las necesidades de incremento en producción a futuro, así como la necesidad imperante de sistemas de trabajo en celdas como principio fundamental del Sistema flexible de manufactura, se realiza la optimización del departamento. Esto en base a una reducción substancial de las cargas de trabajo de la maquinaria, implementando una celda de trabajo con flujo continuo, reduciendo así las cargas de la maquinaria a **un sólo turno**. La proposición se realiza comprando nueva maquinaria y utilizando maquinaria sin uso, disponible en otros departamentos de la planta, como lo es el de troquelado.

Se requiere la compra de una soldadora y de un torno paralelo así como transportar una punteadora del área de troquelado al área de carcasas. Asimismo, se requiere de la adecuación de una banda transportadora o magazine, la cuál se encuentra sin uso y disponible en el departamento de ensamble.

Con esta nueva inversión y manteniendo un nivel de producción de 22,000 piezas mensuales, la distribución de las cargas en las diferentes máquinas se presenta en la tabla **4.3.1.4**.

Reduciendo de esta manera la carga de trabajo de las máquinas a un solo turno, existe la posibilidad de duplicar la producción de 22,000

**TABLA 4.3.1.4**

<b>RESULTADO CON COMPRA DE MAQUINARIA</b>				
<b>MAQUINA</b>	<b>PRODUCCION (PIEZAS)</b>	<b>TIEMPO REQUERIDO HORAS/MES</b>	<b>CAPACIDAD MAXIMA HORAS/TURNO</b>	<b>TOTAL DE TURNOS</b>
Punteadora(FAARSOEL)	10,484	118.82	6.28	0.90
Punteadora (RONSA) <sup>o</sup>	10485	118.818	6.28	0.901
Roladora	22,000	146.66	6.97	1.00
Soldadora(ISSA)	7,333	153.99	7.04	1.04
Soldadora(MILLER)	7,333	153.99	7.04	1.04
Soldadora (MILLER)*	7333	153.99	7.04	1.04
Soldadora(CHAMPION)	20,969	237.64	7.01	1.61
Trabajo Manual	22,000	190.65	8.00	1.09
Torno (CELTIC)	7,333	194.33	6.97	1.33
Torno Paralelo(ANDEX)	7,333	194.33	6.96	1.33
Torno Paralelo(M.E.)*	7333	194.33	6.96	1.33
Prensa (HIDROMEX)	22,000	150.33	6.57	1.09
Prensa (BOHNER)	22,000	150.33	6.57	1.09

**NOTA:**

Las máquinas marcadas con un \* son máquinas que se van a comprar.  
La máquina marcada con un <sup>o</sup>, es una máquina disponible por falta de utilización en el departamento de troquelado.

piezas a **44,000 piezas mensuales** con la introducción de un 2º turno de trabajo. Esto implicaría un aumento de **264,000 motores** en la producción anual.

En la figura **4.3.3.1** se muestra el Lay-Out de la celda de trabajo con sus implementaciones.

#### *4.3.4 Aclaraciones sobre el Lay-Out con compra de maquinaria.*

Las aclaraciones se muestran a continuación:

1.- La persona que está colocada en la prensa expansora BOHNER para expandir la carcasa a su diámetro final, realizará también la operaciones de colocar en canastilla o tarima el producto terminado para su transporte al almacén intermedio. Esto lo puede realizar como trabajo complementario, ya que el tiempo del soldado de la pata o base a la carcasa es un poco más tardado que el tiempo de expansión y la diferencia de tiempo puede ser aprovechada en esta operación adicional.

2.- Las carcasas que sean torneadas, deberán ser marcadas de manera sencilla y rápida. Esta operación adicional de tiempo despreciable se realizará de la siguiente manera: Se tomará la misma lima con la que se le quita el filo a los cantos de la carcasa torneada, y



se marcará una ranura en forma perpendicular al canto en uno de los extremos de la carcasa. La razón de esta operación adicional, es que ya que se ha implantado un flujo constante dentro del departamento, los movimientos a realizar se convierten en rutinarios, surgiendo entonces la posibilidad de que alguna de las carcasas se pase de largo por la operación. Esto provocaría que la carcasa llegase al final de la línea sin habersele torneado a la longitud requerida según especificaciones. Mediante esta operación adicional, de tiempo despreciable como ya se mencionó, las carcasas torneadas serán plenamente identificables y no existirán rechazos ni tiempos adicionales por retrabajo.

Estas aclaraciones se hacen necesarias para la correcta interpretación del Lay-Out optimizado.

#### *4.3.5. Justificación de exclusión de máquina roladora del Lay-Out optimizado.*

Se hace necesaria esta justificación, debido a que una máquina es un activo que costó dinero al momento de la compra y con lo cual el costo de operación del primer año es muy alto. Para que el costo de operación baje es necesario que la máquina continúe funcionando durante un período mínimo de cuatro años, ya que los costos de operación totales se dividen entre los años que tenga la máquina de estar operando. Si esta máquina opera durante un año y luego

se

detiene el costo de operación será bastante alto, y se estará perdiendo dinero en esa maquinaria.

Dentro del departamento de carcasas existen dos roladoras, una de las cuales no se opera. La razón es que una máquina roladora produce **22,000** piezas al mes por turno satisfaciendo totalmente los requerimientos del departamento. Esta máquina puede ser utilizada un segundo turno en caso de ser necesario por aumento de producción. Como podemos observar en el Lay-Out optimizado, nada más se encuentra en operación una de las roladoras, ya que debido a limitantes de espacio fué sacada de la celda de trabajo. El espacio obtenido después de la exclusión, es utilizado por la nueva maquinaria (La soldadora, el torno y la punteadora).

La roladora es empacada debidamente para evitar la corrosión y es colocada en el almacén de herramientas de la planta. Se coloca en un lugar accesible, ya que será requerida en casos de falla o mantenimiento de la roladora existente en el departamento.

JUSTIFICACION ECONOMICA  
DEL PROYECTO.

## 5.- JUSTIFICACION ECONOMICA DEL PROYECTO.

### 5.1 Análisis.

Para el logro de la justificación económica de un proyecto, es necesario llevar a cabo un análisis en términos cuantitativos de los gastos que se van a hacer, los ahorros que se van a tener así como las ventajas y desventajas del proyecto. A continuación se muestran los planteamientos importantes para este análisis:

#### *1.- Finalidad Primordial.*

Como finalidad primordial se encuentra la ampliación de la capacidad para productos ya introducidos en un mercado existente y el logro de un desempeño en forma de celda de trabajo con la implantación de un flujo constante. Este flujo constante se logrará por medio de una banda o magazine, unificando de esta manera el proceso.

#### *2.- Costo de la maquinaria a adquirir para el departamento.*

La maquinaria a adquirir es un torno y una máquina soldadora.

El torno es uno modelo C404 de MACHINO EXPORT DE BULGARIA con una bancada de 1000 mm y con un CILINDRO NEUMATICO ESPECIAL incluido. Su precio según cotización mostrada en los

anexos es de \$ 48'364,400 o N\$ 48,364.4.

La máquina soldadora, es una SOLDADORA DE ARCO marca MILLER modelo MI-250 DE CORRIENTE DIRECTA y su precio según cotizaciones realizadas es de \$ 3'037,330 o N\$ 3,037.33.

Estos precios no incluyen I.V.A..

### 3.- Producción anual.

La Producción anual conocida es la siguiente para el departamento de carcasas:

MONOFASICOS-----	214,995
TRIFASICOS-----	7,896

En total se trata de una producción de 222,891 carcasas.

### 4.- Ahorro en mano de obra.

Se presenta como ahorro en mano de obra, la reducción de personal de 2 turnos a uno solo, es decir la reducción de 18 personas existentes en el departamento a solo **14 personas**.

Esto significa un ahorro en mano de obra anualizado de:

No.de pers.	Turno	Hrs/persona	Hrs/año	Salario/hr	Salario/año
4		3	6.83	6556.8	10,388
68´112,038					

Entonces se trata de un ahorro anual de \$68´112,038 o N\$ 68,112.

#### 5.- Gastos implícitos de instalación.

a) GASTOS DE INSTALACION. ----- 5 HRS.

b) GASTOS DE MANTENIMIENTO. ----- 4 HRS AL AÑO.

c) GASTOS DE ENERGIA ADICIONALES. 14.2 KW.

d) Diseño de dispositivo portaherramientas y dispositivo expansor como chuck de sujeción para carcasa; ambos para torneado.

Costo de todo el conjunto: \$8´000,000 o N\$ 8,000.00

#### 6.- Ventajas y desventajas.

Como ventajas se mencionan las siguientes:

- Se aumenta la capacidad de producción reduciendo los requerimientos actuales a un sólo turno de trabajo, dejando el segundo y tercer turnos para un aumento posible de la producción.
- Se logra implantar un flujo continuo en el departamento, reduciendo así los tiempos de entrega al departamento de ensamble.
- Se logra la eliminación de los apilamientos de carcasas, eliminando

los cuellos de botella dentro del proceso.

- Se logra el aumento de la producción en 264,000 más al año con únicamente dos turnos completos de trabajo.

Como desventajas se encuentran las siguientes:

- Debido al poco espacio que tiene el departamento, se genera un poco de amontonamiento de maquinaria.
- La compra de una soldadora nueva generaría, junto con las otras, cantidades mayores de humo, así como el aumento de la temperatura ambiente. Esto provoca condiciones ambientales más pesadas, aumentando la dificultad del trabajo. Para contrarrestar la acumulación de humos y gases de las soldadoras se propone la implementación de un sistema de extracción, en base a un ventilador axial con un motor de 0.5 HP y ductos de aluminio colocados por encima de las mesas de soldado. El ventilador estará provisto de un dispositivo filtrante a la salida del aire, para evitar que el medio ambiente sea contaminado con polvos y gases contaminantes.

A continuación se encuentra anexo un estudio económico para este proyecto de inversión, realizado por una compañía ajena a la empresa totalmente que es la encargada de hacer este tipo de estudios para justificar totalmente la inversión a realizar en cualquier

departamento. Este estudio está basado en la premisa de que toda inversión debe ser recuperable en 10 años. Muestra como resultados una rentabilidad marginal de la inversión en porcentaje la cual marca la pauta para la aprobación o no aprobación de la inversión. Como observación se diría que la inversión es totalmente justificable por el gran ahorro que se tiene en el renglón de mano de obra.

R E S U L T A D O S .



## 6.- RESULTADOS.

Haciendo un análisis del departamento en cuestión, observando sus problemas y carencias, así como sus aspectos positivos, tomando en cuenta la tecnología existente para optimización de procesos y aplicándola, se realizaron dos proyectos de optimización del departamento de carcasas para motores monofásicos y trifásicos abiertos.

Primeramente se realizó una proposición que no tenía contemplada inversión alguna. Se presentó esta opción como la reorganización del departamento, ya que se encontraba un poco desordenado y viciado. En lo que respecta a esta organización, se definen áreas específicas de estibamiento para las carcasas en las diferentes operaciones que se consideran "cuello de botella" dentro del proceso.

Con esta reubicación de las carcasas, no se soluciona el problema del apilamiento de producto, pero sí el problema de las diferentes "torres" intermedias construídas dentro de todo el espacio libre del departamento frente a cada una de las máquinas.

Otro de los problemas estudiados y observados, es el exceso de movimientos de traslado del trabajador, desde el lugar donde toma la materia prima hasta su área específica de trabajo y de ahí a la siguiente operación del proceso. Las áreas intermedias de estibamiento de las

carcasas están definidas, dentro de esta proposición, de tal manera que los movimientos de transporte del trabajador son anulados totalmente, quedando todo en un simple movimiento de cintura. Este movimiento de cintura se aplica al tomar la carcasa de un lado y colocarla al otro lado para la siguiente operación.

La necesidad de espacio fué uno de los principales puntos dentro de la reorganización del departamento, así como en la implantación del sistema de celda de trabajo con compra de maquinaria. Dentro del centro de trabajo existen dos máquinas roladoras, una de reciente adquisición y otra ya utilizada, de las cuales sólo la de reciente adquisición está operando. Esto se debe a que una sola máquina roladora satisface totalmente los requerimientos del departamento. El desalojo de esta máquina no utilizada fué necesario en el proyecto con compra de maquinaria. Se podría pensar en su permanencia dentro del centro de trabajo en el proyecto de reorganización, no así en el proyecto con compra de maquinaria, en donde el espacio será utilizado de manera más productiva por la maquinaria nueva.

Dentro del proyecto de implantación del sistema de trabajo por celda, se analizaron rutas, cargas, tiempos y movimientos, para concluir también que existe una distribución innecesaria de personal dentro de los tres turnos del centro de trabajo. Esto no tiene implicaciones para el trabajador en cuestión económica, pero sí para la empresa, ya que pudiendo sacar la misma producción con

menos

personal, sacan una producción con exceso de personal.

Después del análisis de cargas de las máquinas y la determinación de los "cuellos de botella". se observó la necesidad de eliminar las "torres" de carcasas sin ubicación y de implantar un sistema de producción con flujo para la reducción del tiempo de entrega y para el aumento notorio en la producción.

De acuerdo a las necesidades del centro de trabajo, se propuso la compra de una soldadora y de un torno, así como el traslado de una máquina punteadora localizada en el departamento de troquelado sin carga alguna. Además se requiere de una banda de rodillos o un magazine de lámina, los cuales se encuentran también disponibles en el almacén de maquinaria.

De esta manera se logrará la implantación de un flujo constante dentro del departamento así como la reducción a un turno para la misma cantidad de carcasas, que según requerimientos actuales es de 22,000 piezas al mes. Como consecuencia de esto, se redujo la utilización de personal de 18 personas actualmente, distribuidas en los tres turnos, a 14 personas en un solo turno.

Así se puede aumentar la producción al doble, es decir 44,000 piezas al mes, trabajando dos turnos, lo que significa un aumento de 240,000 motores más al año.

CONCLUSIONES GENERALES .

## 7.- CONCLUSIONES GENERALES.

Dentro de lo que es la actualización de los procesos industriales, se debe tener siempre contemplados los avances de la tecnología, ya que mediante estos avances es como se llega a tener un sistema de mejora continua dentro de una empresa. Uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta es que en lo que respecta a las celdas de trabajo, se trata del primer paso hacia un sistema de manufactura flexible. Este término es nombrado mucho en este año, ya que debido a los tiempos de entrega pequeños, se presenta la posibilidad de hacer cambios casi inmediatos en los requerimientos de producción. La importancia del poder ser flexibles radica en la posibilidad de obtener segmentos de mercados de manera rápida, satisfaciendo los requerimientos del cliente en cuanto se detecte una necesidad. No solo satisfacer la necesidad en cuanto se detecte sino crear nuevas necesidades en el cliente.

Todo esto se relaciona con el tema de esta tesis que es "implantación de un sistema de producción por celda". Se quiere mostrar como se implementa el primer paso para un sistema de manufactura flexible que son las celdas de trabajo. Los pasos siguientes, es la sustitución del humano por un sistema computarizado con robots para realizar el transporte a través de las diferentes operaciones y con máquinas de control numérico para realizar la transformación de la materia prima. Dentro de este sistema

computarizado se procesará toda la información proveniente directamente del cliente a través de sistemas de redes, y se generarán pronósticos de venta más exactos. Estos pronósticos serán presentados en forma de requerimientos de producción, que a su vez serán desglosados en pedidos de materia prima y en ordenes de producción para cada celda de trabajo que serán procesadas en el momento en que la computadora de la señal.

Todo esto es a lo que se pretende llegar en estos días; algunas empresas lo manejan parcialmente, otras nada, y muy pocas lo manejan totalmente.

A manera de conclusión se pretende conscientizar a los industriales de que llegar a obtener un sistema de manufactura flexible no es un solo paso, sino que es un proceso que sigue una secuencia de madurez propia y que se realiza paso a paso. Dentro de los primeros pasos se encuentra este de implantación de celdas de trabajo.

Como se analizó es un proceso que requiere bastante tiempo y en el cual se debe cuidar todos los detalles. Se trata de inversiones importantes de dinero pero con el simple hecho de reducción de tiempos de entrega y alta calidad es totalmente redituable.

CONCLUSIONES SOBRE EL TRABAJO  
DE TESIS .

## CONCLUSIONES SOBRE EL TRABAJO DE TESIS

El trabajo de tesis es algo muy importante dentro de la realización profesional de cualquier persona ya que significa introducir al mundo alguna innovación, algo nuevo que permita mejorar las condiciones actuales de nuestro entorno. Este trabajo implica mucho tiempo y dedicación ya que se trata del desarrollo de un tema utilizando todos los recursos adquiridos desde el comienzo de la preparación académica de un individuo. Incluye la aplicación de todo lo que respecta a la correcta utilización del idioma; redacción, gramática, ortografía son algunas de las aplicaciones lingüísticas. Se aplican concretamente materias de nivel intermedio como lo son las matemáticas y la lógica, terminando con las materias de nivel superior como lo son la investigación de operaciones, la ingeniería económica, la administración de recursos dentro de la cual podríamos citar el estudio de tiempos y movimientos que forma parte fundamental de la Ingeniería Industrial.

Sobre el desarrollo de este tema de tesis podemos decir que cumple con los requisitos más importantes de cualquier trabajo de tesis. Uno de ellos es el compromiso social tomando como unidad básica del trabajo al trabajador proporcionándole un mejor nivel de vida. Logrando la optimización de procesos es como mejor logramos la disminución de costos aprovechando mejor el tiempo. Esta disminución de costos nos generará un mayor beneficio el cual

podremos compartir con nuestros trabajadores para así elevar el nivel de vida de todos los elementos de nuestra sociedad.

Otro de los requisitos es proporcionar innovación. Dentro de este requisito podemos mencionar que los métodos de producción en celda es una de las teorías más utilizadas en la actualidad. Hablamos de teoría por que se trata de una generalidad. La innovación comienza cuando todas las premisas que engloba esta teoría son aplicadas a una realidad en específico. Una celda de trabajo diseñada específicamente para una actividad productiva podrá seguir un modelo o un diseño de acuerdo a la experiencia o a la teoría, pero nunca será igual. Es ahí donde la innovación se hace presente; es ahí donde el ingenio, el criterio y la manera de pensar de cada ser se aplican. Primero determinando si es posible y adecuado aplicar este tipo de trabajo a este proceso y segundo para determinar la mejor figura a seguir que establecerá un flujo. Este flujo aumentará la capacidad disminuyendo tiempos muertos adecuándose a su vez a otros procesos.

Dentro de un trabajo de tesis cada renglón cuenta, por que cada renglón refleja la aplicación del criterio adquirido de la persona mediante la preparación profesional tan importante. La realización de una tesis no sólo debería ser exigida por la institución sino por el mismo profesionista que con este trabajo da el primer paso hacia la aplicación de sus conocimientos. Para la forma de pensar del autor,

resulta ser la mejor manera de evaluar la verdadera formación total de la persona que es lo que se busca dentro de cualquier licenciatura. Es terminando la carrera cuando la persona se da cuenta que los conocimientos son parte fundamental del desarrollo en el trabajo tanto como lo es el criterio y el sentido común. Gracias a esto es que es posible la innovación en nuestro mundo.

B I B L I O G R A F I A .

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Nombre: "Ingenieria Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos"  
Autor: Niebel, Benjamin W.  
Editorial: Alfaomega, 3era. Edición.  
Lugar y Fecha de Impresión: México, D.F., Junio de 1990.
  
- 2) Nombre: Apuntes para Seminario "Diseño de Celdas de Trabajo  
para Manufactura Mundial".  
Autor: The Leawood Group.,  
Editorial: The Leawood Group.  
Lugar y Fecha de Impresión: Leawood, USA, 1991.
  
- 3) Nombre: "Manual del Método para la Toma de Tiempos REFA".  
Autor: Dieter Helmut.  
Editorial: Heidelberg.  
Lugar y Fecha de Impresión: München, R.F.A. , 1987
  
- 4) Nombre: "Administración y Dirección Técnica de la Producción"  
Autor: Elwood S. Buffa.  
Editorial: Limusa - Wiley. , S.A.  
Lugar y fecha de Impresión: México, D.F. 1966.

- 5) Nombre: "Ingeniería Económica. Análisis de Gastos de Capital"  
Autor: Gerald W. Smith.  
Editorial: Editorial Limusa S.A. de C.V.  
Lugar y Fecha de Impresión: México, D.F., 1987.
- 6) Nombre: "Costos I. Históricos".  
Autor: Cristobal del Río González.  
Editorial: Ediciones Contables y Administrativas S.A. de C.V.  
Lugar y Fecha de Impresión: México, D.F., treceava Edición, 1988.
- 7) Nombre: "Investigación de Operaciones en la Ciencia  
Administrativa"  
Autor: G.D. Eppen y F.J. Gould  
Editorial: Prentice- Hall Hispanoamericana, S.A.  
Lugar y Fecha de Impresión: Edo. de México, 1987

A N E X O S .

IDENTIFICACION DE MODELOS DE CARCASAS Y MEDIDAS DE LONGITUD.
---

MODELO	DESCRIPCION	LONGITUD
224.01	CARCASA MECAN. ARR. DIRECTO OP.	136.3 MM
224.01 S/V	CARCASA MEC. S/CAP. S/VENT.	136.3 MM
224.02	CARCASA MECAN. ARR. DIRECTO OP.	153.3 MM
224.02 S/V	CARCASA MEC. S/CAP. S/VENT.	153.3 MM
224.03	CARCASA MECAN. ARR. DIRECTO OP.	173.3 MM
224.04	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	195.3 MM
224.07	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	215.3 MM
224/01	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	136.3 MM
224/02	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	153.3 MM
224/03	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	173.3 MM
224/04	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	195.3 MM
224/06	CARCASA MEC. CAPACITOR OP.	120.3 MM

## ANEXO 2

**CALCULO DE PORCENTAJES SEGUN REQUERIMIENTOS  
PARA LA OBTENCION DE CARGAS DE TRABAJO PARA  
LA SOLDADORA Y LOS TORNOS SEGUN TIPO DE CARCASA**

MODELO	PIEZAS ANUALES	%
14.01-224-01 -(224/01)	524	0.1811
14.01 S/V - 224.01 S/V	300	0.1037
14.02 - 224-02 - (224.02)	1164	0.4024
14.02 S/V - 224.02 S/V	300	0.1037
14.03 - 224-03 - (224.03)	568	0.1963
14.04 - 224.04 - (224.04)	890	0.30765
14.07 - 224.07 -	736	0.2544
14/01 - 224\01 - (224/01)	54768	18.93
14/02 - 224\02 - (224/02)	68906	23.82
14/03 - 224\03 - (224/03)	68292	23.61
14/04 - 224\04 - (224/04)	26054	9.01
14/06 - 224\06 - (224/06)	66782	23.08
<b>TOTALES</b>	<b>289,284</b>	<b>100</b>

**NOTA:** ESTA TABLA FUE UTILIZADA PARA OBTENER UN ESTIMADO EN PORCENTAJE DE CADA TIPO DE MOTOR PARA ASI OBTENER LAS CARGAS EXACTAS DE LOS TORNOS Y DE LAS SOLDADORAS. ESTO PORQUE EL TIEMPO DE SOLDADO CAMBIA

## CARGA DE LA SOLDADORA ISSA

MODELO	PIEZAS /MES	TIEMPO /PIEZA	HORAS /MES
14.01	40	0.02100	0.83680
14.02	89	0.02183	1.93270
14.03	43	0.02267	0.97900
14.04	68	0.03333	2.25610
14.07	56	0.03333	1.86560
14/01	4,165	0.02100	87.45660
14/02	5,240	0.02183	114.41360
14/06	5,078	0.02017	102.39490
<b>TOTALES</b>	<b>14,779</b>		<b>312</b>

ESTA SOLDADORA TIENE UNA CAPACIDAD DE 444 HRS  
POR LO CUAL SE UTILIZA 2.11 TURNOS CON 22,000 PIE-  
ZAS AL MES.



ESTACIONAMIENTO SOLO PARA NUESTROS CLIENTES

**NADIE COMPITE CON NUESTRA CALIDAD DE  
IMPRESION Y TIEMPO DE ENTREGA, COMPRUEBELO!**

**NO TENEMOS SUCURSALES**

EN 8 HORAS

**TESIS PROFESIONALES**

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES  
**8 DE JULIO No. 13**  
(ENTRE PEDRO MORENO Y MORELOS)

TELS. **614-01-22**  
**613-61-42**

**GUADALAJARA, JAL.**

PASAMOS TUS TESIS  
EN MAQUINA IBM



**copi • offset**  
(TIROS CORTOS AL INSTANTE)

