



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"DESARROLLO DE LA MANUFACTURA DE UN
NUEVO PRODUCTO TROQUELADO"

FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
FRANCISCO CAMARENA GAMEZ

ASESOR: ING. JOSE ANTONIO LOPEZ GONZALEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Desarrollo de la manufactura de un nuevo producto troquelado".

que presenta el pasante: Francisco Camarena Gámez
con número de cuenta: 8104025-2 para obtener el TÍTULO DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 28 de Marzo de 1995

PRESIDENTE Ing. José Antonio López González

VOCAL Ing. Noe García Lira

SECRETARIO Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

PRIMER SUPLENTE Ing. Marco A. Hernández Rodríguez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Humberto Neri Mondragón

UAE/DEP/VAP/04

FALLA DE ORIGEN

AGRADECIENDO TODA LA AYUDA POR SUS ENSEÑANZAS:

**A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN UNAM**

**A MI ASESOR: ING.
JOSE ANTONIO LOPEZ GONZALEZ**

**AL ING. ARNULFO GIL POR SU
AMISTAD Y APOYO PARA LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO**

A MIS PADRES

POR EL ESFUERZO HECHO PARA
MANTENER LOS ESTUDIOS DE SUS
HIJOS Y POR SU GRAN AMOR Y
COMPRESION QUE HE RECIBIDO
DE ELLOS.

A MI ESPOSA

CLARA MARTHA POR EL AMOR Y
CONFIANZA QUE SIEMPRE ME HA TENIDO.
TE AMO.

A MIS HERMANOS

PARA QUE SIGAN ADELANTE EN
ESTA VIDA Y LOGREN SUS
OBJETIVOS.

**DESARROLLO DE LA MANUFACTURA DE UN NUEVO
PRODUCTO TROQUELADO**

CONTENIDO

	INTRODUCCION	1
	OBJETIVOS	2
I	GENERALIDADES	4
II	DEFINICION DE LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTALES DE PRODUCCION	17
III	LINEA DE PRODUCCION	41
IV	CALIDAD	61
V	COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO	83
	CONCLUSIONES	97
	ANEXO A Materiales utilizados y lista de partes de los troqueles	100
	ANEXO B Estudio de tiempos	115
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	124

INTRODUCCION

Debido al enorme desarrollo tecnológico dentro de la industria automotriz en cuanto a diseño, material, y métodos de fabricación, los componentes de un automóvil sufren constantes cambios esto ocasiona que los proveedores de estas partes cuenten con un buen sistema de manufactura capaz de llevar a la realidad en un tiempo lo más corto posible estos nuevos productos con un nivel de calidad y precio competitivo en el ámbito internacional. Esto representa un reto con negociaciones comerciales como lo es el Tratado de Libre Comercio.

Dentro de los componentes de un automóvil que han sufrido mayores cambios están los sistemas de preparación de mezcla aire - combustible, que, debido a presiones gubernamentales y de contaminación ambiental, se reduce la producción y utilización de sistemas carburados cambiando a sistemas de inyección de combustible por la razón de que estos últimos alcanzan una mayor eficiencia de combustión con menores emisiones contaminantes.

La presente tesis memoria de experiencias muestra el desarrollo de la manufactura de un nuevo producto cubriendo las actividades mínimas para un buen sistema que permita alcanzar los objetivos de calidad, volúmenes de producción, tiempo y costos, consecuentemente la fabricación de un producto rentable.

El producto con el cual se ejemplifica es la *Cubierta Protectora de Calor* que forma parte de un sistema de inyección de combustible para un motor Volkswagen.

OBJETIVOS

Aquí se mencionan el objetivo general y los objetivos particulares que se persiguen en la elaboración de esta tesis. Al término se han de obtener las conclusiones basadas en el cumplimiento de éstos.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Mostrar a través de un ejemplo real la importancia del desarrollo planificado de la manufactura de un producto troquelado, dentro de una empresa metal mecánica de autopartes.

Objetivos Particulares:

- Importancia de la manufactura dentro de una empresa, desde el diseño del producto, fabricación de medios de producción, hasta la comercialización .
- Identificar los diferentes tipos de materiales utilizados según su función en un troquel.
- Desarrollar procesos hábiles.
- Conocer el funcionamiento de una Línea de Producción.
- Determinar la metodología a seguir para la comercialización de un producto.

GENERALIDADES

Descripción del entorno nacional en el que se encuentra la industria automotriz, mencionando el concepto y en que se basa un buen sistema de manufactura, considerando a su vez el desarrollo profesional y el enfoque del autor para elaborar esta tesis.

Por último se ve cuál es el seguimiento de la fabricación hasta la liberación de los herramientas utilizando el método PERT/CPM -Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method-.

I GENERALIDADES

Entorno de la Industria Automotriz en 1994

La Industria Automotriz nacional, esta compuesta por: Industria Terminal e Industria de Autopartes.

La Industria Terminal, esta integrada por las empresas establecidas en México, que realicen el ensamble final de los vehículos automotores.

La Industria de Autopartes, esta integrada por las empresas que operen en el país, que tengan una facturación de partes y componentes destinados como equipo original a las plantas armadoras.

La Industria nacional de autopartes nace formalmente con el decreto presidencial de 1962, el cual señala entre otros puntos, el aumento de contenido nacional al 60% en los vehículos armados en el país; integración que debería alcanzarse con la fabricación doméstica de los motores y los conjuntos mecánicos, así como la incorporación de otros componentes que ya se fabricaban en el país.

En la actualidad, y pese a su corta edad, esta Industria se encuentra constituida por alrededor de más de 500 empresas, fabricantes de autopartes, de diferentes tamaños y capacidades. El surgimiento de dicha Industria ha permitido al país por un lado, un ahorro neto de divisas al sustituir importaciones de autopartes y componentes por productos de fabricación nacional, y por otro generar por medio de la exportación, directa e indirecta, una fuente de ingresos de divisas, ejemplo de ello es que actualmente 211 empresas han exportado autopartes durante los últimos 3 años.

La Industria nacional de autopartes, ha ido expandiendo su importancia tanto a nivel nacional como en el sector manufacturero y en particular en la industria automotriz del país. Las empresas fabricantes de autopartes, abastecieron en 1992 a equipo original en 69.6% de sus ventas totales, en 20% a mercado de repuesto y en el restante a un 10.4% al mercado externo vía exportación directa, y son además altamente generadoras de valor agregado nacional.

Durante los años de 1991 y 1992 las ventas de equipo original de empresas fabricantes de autopartes a armadoras del país, contemplan un valor agregado nacional mayor al 70%.

La Industria mexicana de autopartes, es una industria agresiva y comprometida con el desarrollo y crecimiento del país, pues pese a que trabajo en 1991 y 92 con únicamente el 71.5 y 72.2% de su capacidad instalada, tiene amplios proyectos de inversión, equivalentes a 4.273 millones de dólares para los próximos 4 años.

Las actividades productivas son el fundamento del sistema económico de la nación, ellas transforman los recursos humanos y materiales, así como el capital en bienes y servicios más valiosos; Los recursos humanos tanto físicos como intelectuales, son con frecuencia los activos clave y los materiales incluyen planta, equipo, inventarios y algunos bienes como energía. El capital en forma de acciones, deudas, impuestos y contribuciones es una fuente de valores que regula el flujo de los otros recursos.

Los sistemas son los arreglos de componentes diseñados para lograr los objetivos fijados en los planes de la manufactura de un producto.

Se entiende por manufactura dotar de toda información necesaria, los medios de producción y de control, elementos para el empaque y equipo para manejo y transporte de material a fin de producir en serie un artículo que será comercializado.

La técnica a utilizar en la construcción de automóviles se vuelve cada día más compleja. Esto contribuye a que las múltiples expectativas aumentan, la competencia se hace más fuerte, la imposición legal se agrava y en general las exigencias de calidad respecto a los productos se incrementan.

En cuanto al sistema de calidad los métodos tradicionales para la detección y eliminación de fallas ya no son funcionales en el desarrollo de un producto. Actualmente se utilizan métodos de prevención basados en la estadística ya que existe una estrecha relación entre calidad y productividad.

Dentro de un buen sistema de manufactura que esta basado en una filosofía de mejora continua, competitividad, productividad y eficiencia se utiliza la planeación avanzada de la calidad la cual involucra una relación entre las necesidades del cliente, los procesos de fabricación empleados, el control estadístico del proceso y la retroalimentación de variaciones para lograr una mejora continua, obteniendo calidad, precio competitivo, y abastecimiento de acuerdo a filosofías de trabajo "justo a tiempo".

Mención de la experiencia Profesional del autor y motivo de la elaboración de esta tesis

Con la misma filosofía y en base a la experiencia obtenida durante cuatro años de laborar en una empresa metal mecánica, el autor presenta esta tesis, siendo actualmente, en 1994, Jefe del Centro de Capacitación; ésta es una de la áreas que pertenecen al Taller Mecánico División Fundición de la empresa.

Los puestos en los cuales ha desarrollado su experiencia profesional son: el de Supervisor del Taller Mecánico e Instructor del Centro de Capacitación. Durante los años de trabajo se ha participado en el desarrollo y construcción de troqueles, moldes, reconstrucción de maquinaria y fabricación de piezas necesarias para el buen funcionamiento de las máquinas.

La presente tesis se elaboró, pensando en un manual de consulta tanto para el ingeniero mecánico, como el ingeniero industrial, ya que en dicho manual se tratan temas de interés para ambas áreas.

Este apoyo de consulta es de utilidad para los ingenieros que inician su carrera dentro de una empresa metal mecánica, como para aquellos que ya laboran en ella, ya que aquí encontrarán una metodología a seguir, aplicable a cualquier proyecto de desarrollo y comercialización de nuevos productos, en donde se describen los procedimientos para la determinación de la maquinaria, conformación de línea, balanceo de líneas, ubicación en planta y porcentaje de utilización proyectada de acuerdo al volumen de venta.

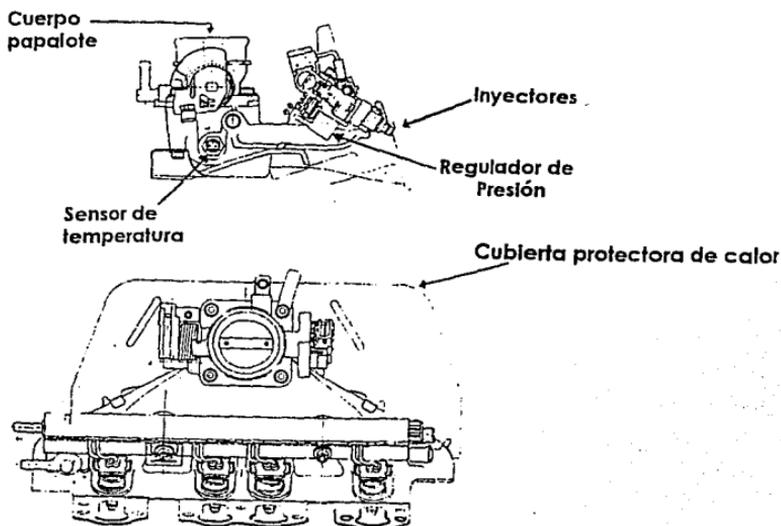
A continuación se define el desarrollo para la *Cubierta Protectora de Calor* de un sistema de inyección de combustible que vino a sustituir a los sistemas carburados en un motor de combustión interna.

Descripción del producto

El producto con el cual se ejemplifica es la *Cubierta Protectora de Calor*, esta es una pieza que pertenece al proyecto conocido como A-3 1.8 Litros, y se refiere al desarrollo del sistema de inyección Volkswagen.

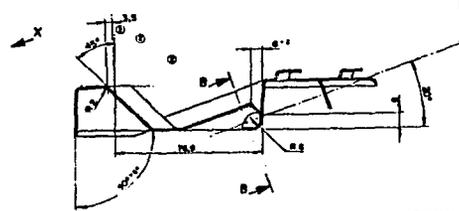
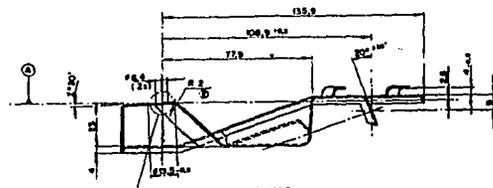
La *Cubierta Protectora de Calor* es una pieza fabricada a partir de lámina de aluminio mediante ocho operaciones de troquelado. Su función principal es formar una barrera que disípe el calor emanado por el múltiple de admisión, además de promover el flujo de aire y desviar el calor, que también se transmite por contacto del múltiple hacia el cuerpo papalote.

A continuación se muestra la *Cubierta Protectora de Calor* en conjunto con el múltiple de admisión y algunos de los principales componentes del sistema de inyección Volkswagen.

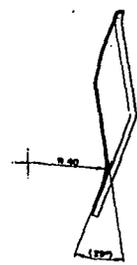


En la siguiente página se muestra la *Cubierta Protectora de Calor*

CORTE A-A



CORTE E-E



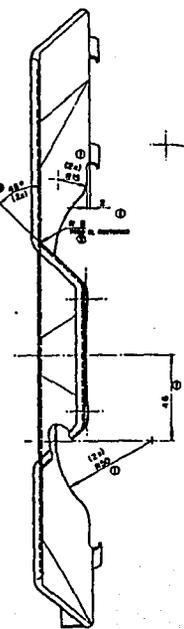
DETALLE



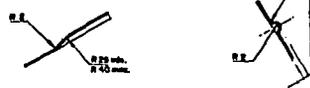
VISTA



CORTE C-C



CORTE D-D



INCHES
MILS

PACKS NO 1A

Análisis de función

Los costos de fabricación de un producto pueden ser relativamente altos debido a su construcción, al empleo de materiales costosos ó si los procesos y montajes son hechos con dispositivos caros y complicados. Por esta razón se deberá realizar un estudio analítico y sistemático de las funciones del producto en cuestión.

Se entiende por función a todo aquello que un producto o servicio debe hacer para satisfacer al consumidor, medido a través de la ejecución adecuada, productividad, durabilidad, etc.

Todas las funciones directas constituyen y caracterizan la verdadera tarea del producto y su cumplimiento es indispensable. Estas funciones son las que se nombran a continuación:

- 1) Proteger del calor y disiparlo.
- 2) Facilidad en el ensamble.
- 3) Bajo nivel de ruido por vibraciones.
- 4) Resistencia estructural y bajo peso.
- 5) Resistente a la oxidación.

Proceso de fabricación.

El proceso que se emplea en la producción de esta pieza es el de la fabricación por lote en una línea balanceada mediante la ayuda de herramientas (troqueles) montados en prensas.

Este proceso de fabricación se seleccionó debido a que se pueden trabajar varios productos en los mismos medios de producción, con solo hacer algunos cambios, y encontramos niveles aceptables de producción a costos controlados si se trabaja el lote económico.

En este sistema laboral, los puesto de trabajo se han distribuido para:

- a) Agilizar las operaciones correspondientes a cada troquel y reducir con ello la circulación de materiales y mano de obra.
- b) Lograr un nivel óptimo en la utilización de los medios de producción.
- c) Aplicar correctamente la división del trabajo.

La característica principal del proceso de troquelado es la aplicación de grandes fuerzas por herramientas para prensas durante un corto intervalo de tiempo, lo cual resulta en el corte o deformación del material de trabajo, una operación de troquelado, completada de ordinario por la simple aplicación de presión, resulta con frecuencia en la producción de una parte terminada en menos de un minuto.

Características críticas a controlar

En base a un análisis de los requerimientos dimensionales para evaluar los problemas potenciales que podrían ocurrir durante la manufactura y establecer los medios de control que se emplearán para monitorear y prevenir la producción de piezas con falla. Este se sustenta en los planos y especificaciones liberados a último nivel de ingeniería, en experiencias con productos y procesos similares considerando sus índices de habilidad del proceso como base de proyección. Las características críticas a controlar son las siguientes:

- 1 Altura del primer embutido. (23 ± 0.2 mm)
- 2 Posición y diámetros de barrenos (2X). (Sujeción al múltiple de admisión)
Posición y dimensiones de ojales (2X). (Para sujetar extremos)
- 3 Altura de tres pestañas. * (Prelocalizadoras)
- 4 Costillas de refuerzo. (En todo el contorno)
- 5 Lámina de aluminio / lámina de acero de bajo espesor.

* Pestañas: Funcionan como prelocalizadoras en el ensamble con el múltiple y disminuye la posibilidad de vibración y ruido.

A continuación se mencionan las dimensiones de las características críticas a controlar dentro del proceso:

Posición de Barrenos (2X) y Ojales (2X)	Medida Nominal (mm)	Tolerancia (mm)
Altura del primer embutido.	23	± 0.2
Posición y diámetro de 2 barrenos.	30	± 0.1
	0	± 0.2
	Ø 6.4	± 0.2
Posición y dimensiones de 2 ojales.	12	± 0.2
	8	± 0.2
	Ø 7.2	± 0.2
	Ancho 9.5	± 0.2
	268	± 0.2
	8	± 0.2
Altura en 3 lugares.	4	- 0.2

Medios de Control

Para evaluar las características a controlar durante la ejecución de las operaciones se emplean los siguientes medios de control:

- Base con indicador de alturas.
- Calibrador pasa no pasa para posición de dos barrenos y dos ojales.
- Calibrador vernier digital para diámetro de dos barrenos.
- Calibrador vernier digital para altura de tres pestañas.

Los valores obtenidos de una muestra de 60 piezas, durante la corrida de prueba, correspondientes al estudio de habilidad del proceso y sus valores de Cp y Cpk * para liberación del proceso, previa a la producción en serie se muestran en la tabla de resultados del estudio de habilidad del proceso del *Capítulo III*.

*Cp: Es el índice de habilidad del proceso que se define como la relación de el ancho de la especificación a la variabilidad del proceso medido (σ). El índice Cp no toma en cuenta la localización del proceso en relación con la especificación.
Cpk: Refleja tanto la localización (en relación al punto medio de la especificación) como la variabilidad del proceso medido.

Teniendo las características críticas a controlar junto con las dimensiones, tolerancias y medios de control se pasa a la determinación de la maquinaria y el equipo necesario para su elaboración, esto se verá en el *Capítulo II*.

Este es un punto muy importante ya que todas las características antes mencionadas serán controladas dentro del proceso de troquelado.

Calendarización de las actividades y eventos

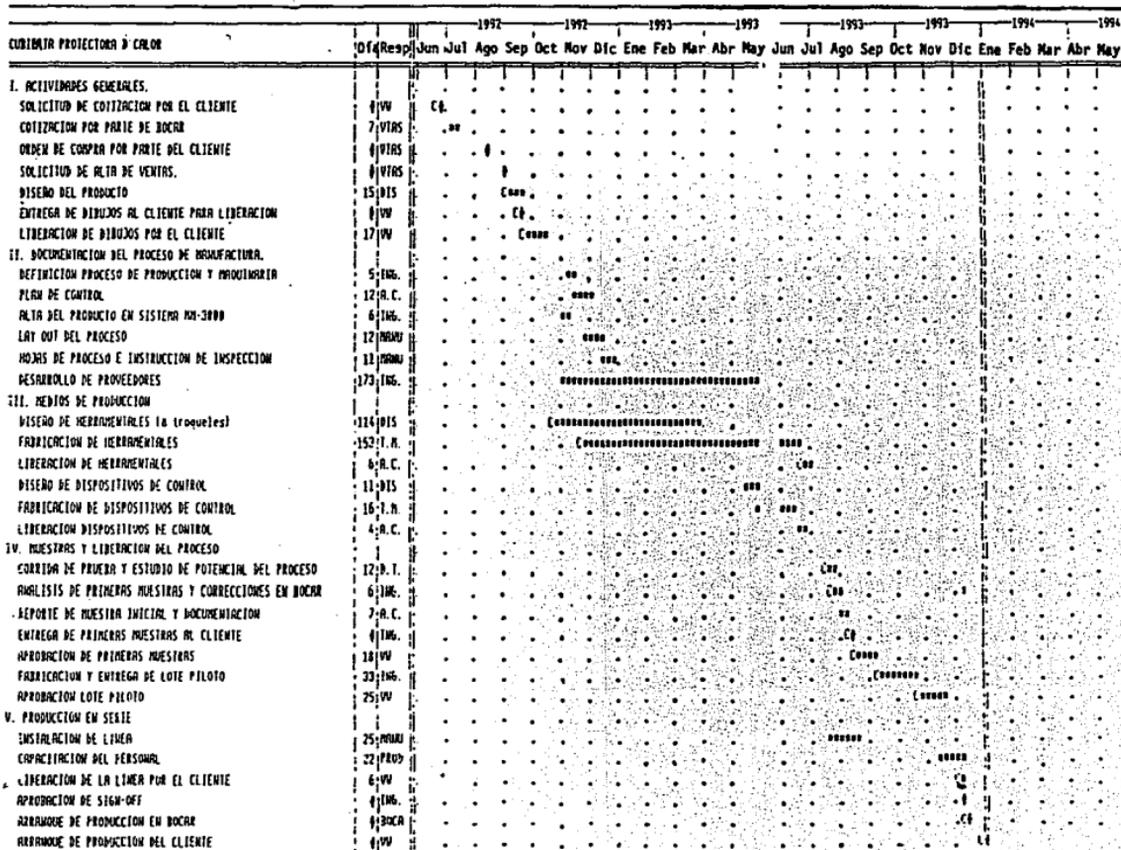
Para el buen desarrollo en la manufactura de un nuevo producto, se deben establecer todas las actividades necesarias para cada una de sus fases. La definición de estas actividades deberá incluir el tiempo necesario, que área es responsable y cuanto se consumirá de recursos. También deberá reconocerse cuál de ellas, en un momento dado, es crítica; esto es: cualquier retraso o adelanto en su ejecución afectará, de igual forma, a la terminación del proyecto total o al cumplimiento de alguna fecha comprometida. Por ello es conveniente hacer uso de la técnica de revisión y evaluación del programa y ruta crítica, conocida por sus siglas en inglés como técnica *PERT/CPM*. Esta es efectiva para el control de proyectos.

El objetivo principal de toda la programación es establecer criterios de control para la evaluación del progreso del proyecto con respecto al tiempo.

La calendarización se publica en una gráfica de Gantt como la que se muestra para la *Cubierta Protectora de Calor* en la página siguiente.

Dentro de esta técnica se puede obtener el diagrama de la ruta crítica; Para establecer la ruta crítica primero se elabora un desglose del trabajo en varias fases o programa inicial. Después se establecen las relaciones de dependencia que hay entre ellas. Esto es, cuál se tiene que realizar primero y deberá estar totalmente terminada antes de empezar la siguiente. En seguida se estima el tiempo de duración en días, semanas o meses.

Grafica de Gantt Cubierta Protectora de Calor



Las fechas que no deben cambiar (fechas compromiso), se tienen que registrar así. Estas fechas inmovibles son las que van marcando si alguna actividad o evento es crítico o no. Una actividad no es crítica cuando ella tiene holgura de tiempo entre sus fechas más tempranas y sus fechas más tardías de inicio y terminación calculadas.

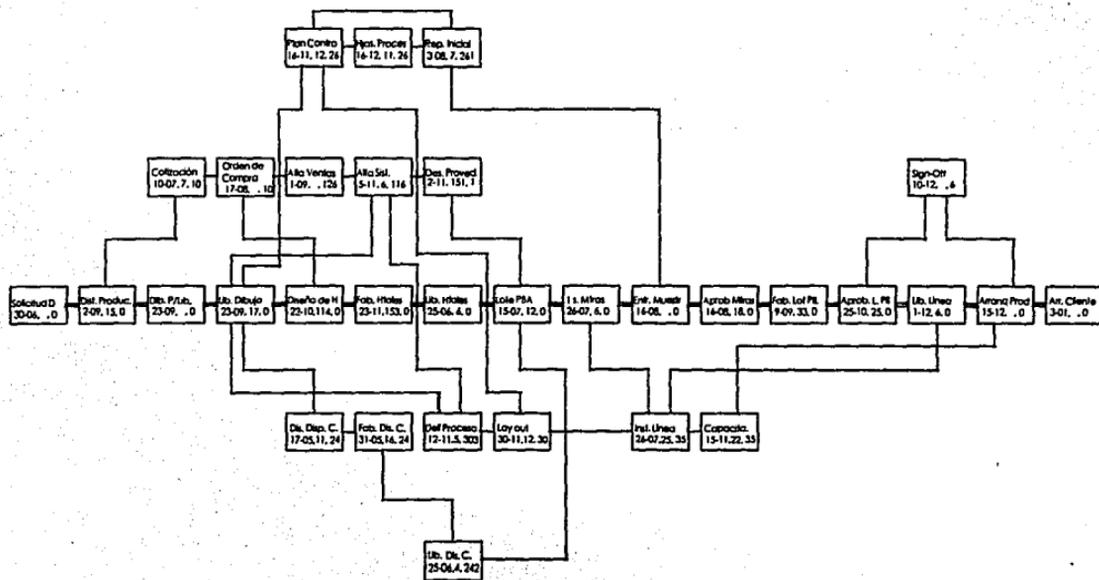
Conforme transcurre el proyecto, se tiene que revisar el avance de cada actividad y tomar acciones para ir de acuerdo al programa. En caso de retrasos también se aumentarán los costos y esfuerzos necesarios para regresar al plan original.

La definición de las actividades esta basada en los procedimientos que establece la planeación avanzada de la calidad cuyo objetivo es lograr un desarrollo y comercialización del producto sin sorpresas.

El diagrama de red para determinar la ruta crítica de la *Cubierta Protectora de Calor* se muestra en la página siguiente.

Tomando en cuenta todo lo anterior podemos plantear lo que es la Organización del Proceso del Plan de Trabajo; en este caso para la *Cubierta Protectora de Calor* mediante un diagrama donde tocamos todos los puntos que se deben tomar en cuenta dentro de un buen sistema de manufactura que esta basado en una filosofía de mejora continua, competitividad, productividad y eficiencia.

RUTA CRITICA PARA LA CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR



Abreviaciones:



Descripción de Funciones
Fecha, Duración, Holgura

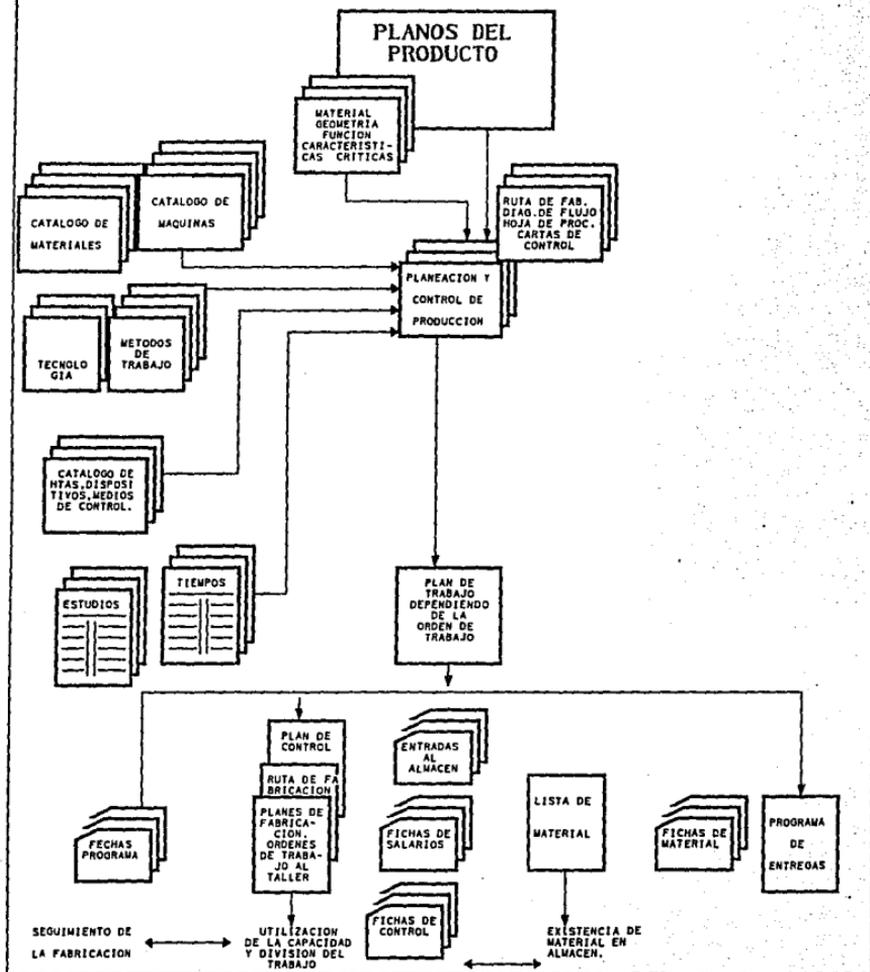
DEFINICION DE LA MAQUINARIA Y HERRAMENTALES DE PRODUCCION

En este capítulo se procede a la determinación de la maquinaria y equipo necesario para elaboración de la pieza. Punto importante para definir que tipo de herramental se deberá diseñar y fabricar.

Posteriormente se describe el proceso típico en la fabricación de un herramental, los elementos que constituyen un troquel, la descripción de los materiales utilizados según su función en el troquel y estimación de tiempos; todo esto sirve para determinar costos, presupuestos, elaborar la cotización y el programa de construcción.

El desarrollo de la manufactura de la cubierta protectora de calor deberá cubrir satisfactoriamente todos los puntos que integran la organización del proceso planificado del trabajo que se muestra de manera gráfica en la siguiente página.

ORGANIZACION DEL PROCESO PLAN DE TRABAJO



DETERMINACION DE LA MAQUINARIA Y FABRICACION DE HERRAMENTALES PARA LA ELABORACION DE LA CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR

Para la fabricación de piezas troqueladas con calidad, dentro del tiempo de entrega y de la forma más económica, se deben enfocar todos los esfuerzos de la gente con experiencia en la selección de la materia prima, la maquinaria, la construcción óptima de los troqueles, así como la elección de los medios para el control de calidad.

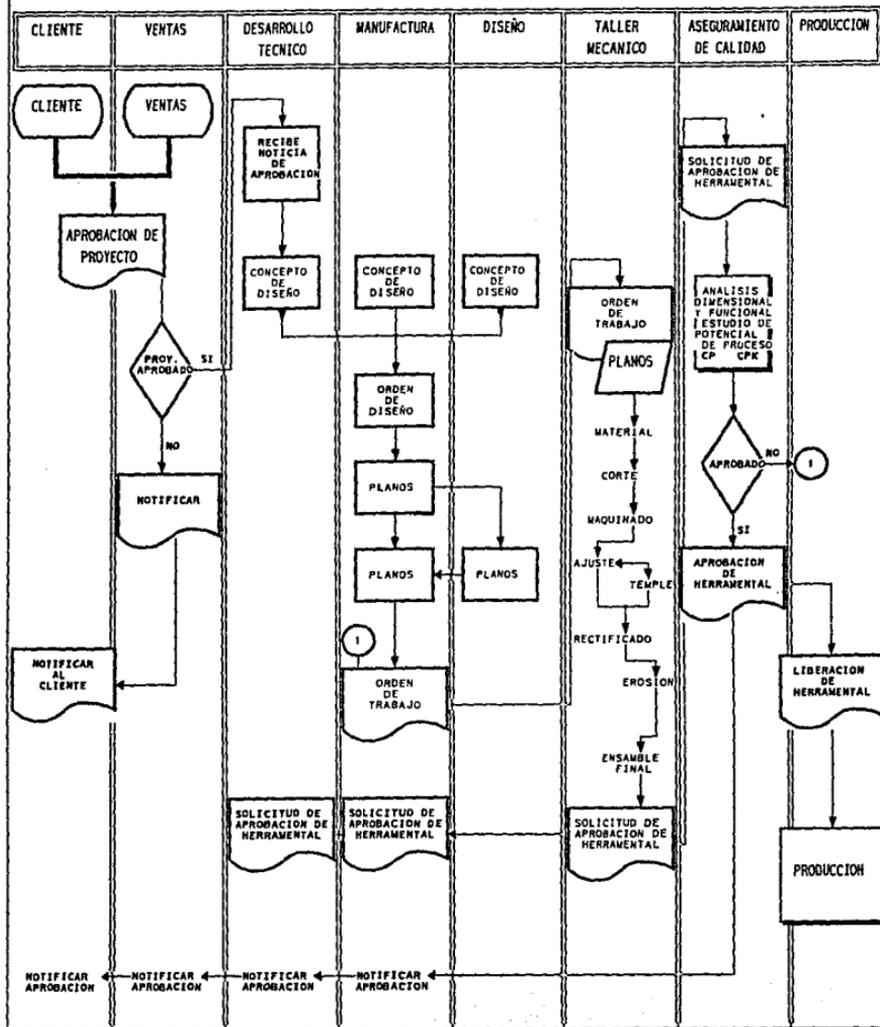
De la información extraída de los prototipos para la producción de la pieza podemos comprobar y decidir sobre la funcionalidad del diseño, del producto y la rentabilidad esperada de la inversión.

Por ello una correcta concepción de troquel y su utilización son de gran importancia para la culminación de un proyecto. Por eso nos preocupamos en adquirir experiencia en la construcción de moldes, troqueles y dispositivos.

El objeto de este capítulo no es la presentación de técnicas, sino más bien se trata de mostrar en forma resumida los principios básicos en la construcción de un troquel.

La descripción del proceso típico en la fabricación de un herramental puede verse en el diagrama de la siguiente página. En él se observa la participación de los diferentes departamentos involucrados.

Descripción del proceso típico en la fabricación de un herramienta.



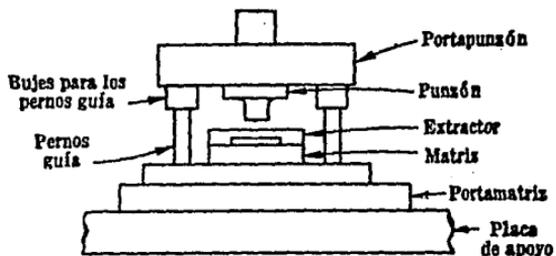
Material de construcción del troquel:

Los aceros para la construcción de moldes y troqueles siguen siendo los mismos a lo largo de los años, por eso se utilizan los más conocidos y acreditados para trabajar, lo cual, aunado a un exacto tratamiento térmico y método de elaboración, cumplen con los requerimientos tan exigentes para desempeñar la función de cada uno de los elementos que constituyen un troquel, los cuales a continuación se describen gráficamente.

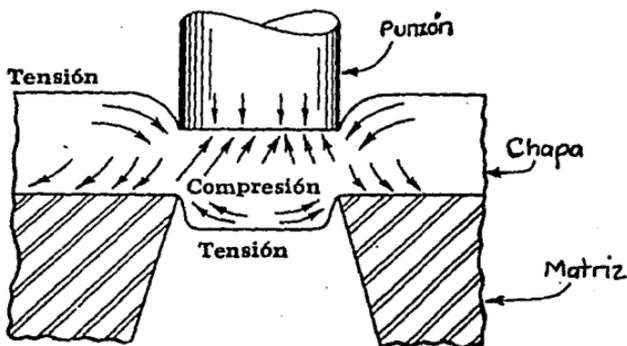
Las características principales de los aceros utilizados y la lista de partes en la construcción de los herramentales para la cubierta protectora de calor, y sus tratamientos térmicos se muestran en el *Anexo A*.

Elementos que constituyen un Troquel.

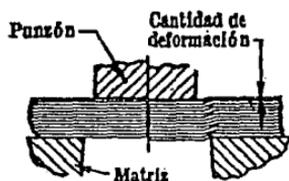
Operaciones de Corte:



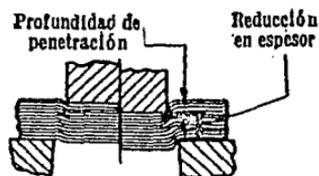
Componentes comunes de un troquel sencillo



Esfuerzos del corte en troquel



(A) deformación plástica

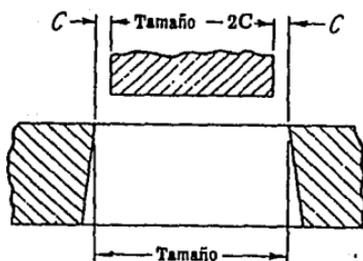


(B) Reducción en espesor

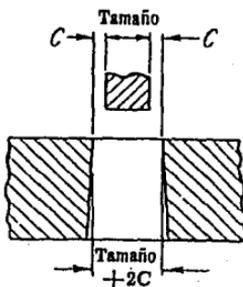


(C) Fractura

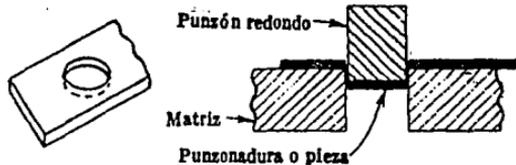
Pasos en el cizallamiento del metal



(A) Punzonadura si es la parte deseada



(B) Punzonadura si es desperdicio



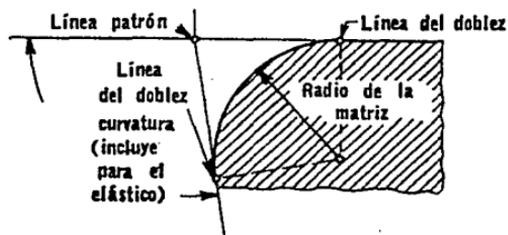
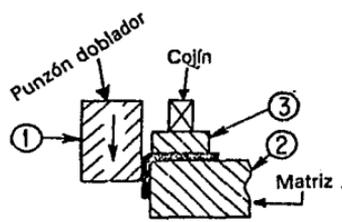
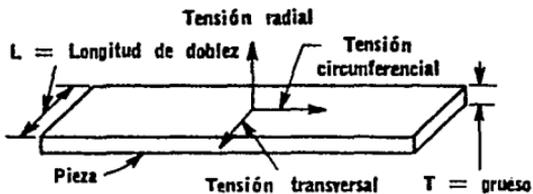
(A) Perforado o cortado de piezas

Las operaciones de corte en troquel (Cizallado) de material se clasifican de la manera siguiente:

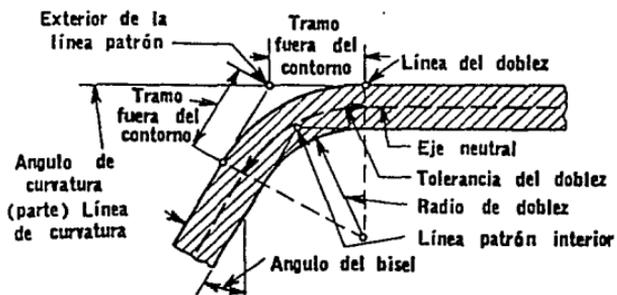
Perforado (Punzonado). Es la operación en la cual un punzón redondo (o de otro contorno) corta un agujero en el material de trabajo que es soportado por una matriz que tiene una abertura correspondiendo exactamente, con el contorno del punzón.

Aquí el cortado de material de trabajo es con frecuencia desperdicio. En cambio cuando es corte de piezas, la parte cortada del material es la utilizable convirtiéndose en una pieza para operaciones subsiguientes de troquelado u otros procesos.

Términos sobre Doblado y Embutido:



Herramienta de formar (matriz)



Parte formada

Preparación de la fabricación:

Para asegurar una configuración óptima del troquel, se deben realizar con todo cuidado los preparativos para la construcción. Para conseguir esto se deben armonizar los requerimientos y concepción del constructor de la pieza troquelada, del experto en diseño de troqueles, el ingeniero de procesos y la importante opinión de los expertos en higiene y seguridad.

Consideraciones para la construcción del troquel

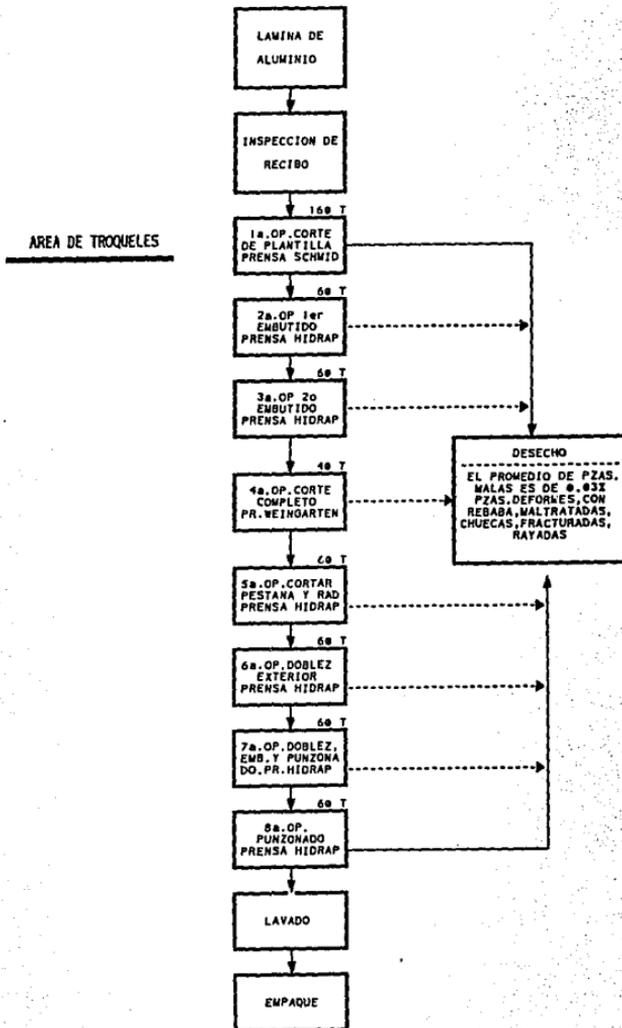
Son muy importantes las siguientes:

- La determinación del volumen de producción requerida y la vida del producto.
- La forma geométrica de la pieza.
- El material de la pieza que en este caso es de lámina de aluminio de bajo espesor.
- La determinación de las tolerancias necesarias, para lo cual atenderemos los requerimientos del cliente, y las posibles realizables con el proceso y tipo de herramental a utilizar.
- La comprobación del diseño y los planos de despiece del troquel.

El troquelado es un proceso industrial de fabricación de piezas a partir de material laminado; dicho en otras palabras es la conformación del material según la forma geométrica de una pieza.

A continuación se muestra el diagrama de bloques para fabricar la cubierta protectora de calor en la cual existen ocho operaciones de troquelado, para dar como resultado la pieza final que se muestra en el plano del producto.

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA FABRICAR LA CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR



Una vez obtenida la aprobación del proyecto y ver la funcionalidad de la pieza, así como sus características principales a controlar el siguiente paso a seguir es determinar el tipo de maquinaria para su proceso de elaboración, que cubra las ocho operaciones de troquelado.

Para seleccionar la maquinaria adecuada se debe considerar:

Disponibilidad de máquinas	{ % utilización esperada al volumen máximo de producción esperada. capacidad de operación
Tonelaje y fuerza de corte	
Carrera	
Area de trabajo	
Tamaño del troquel	

Las máquinas con las que normalmente se trabaja son para materiales ferrosos que abarcan diversos tipos de aceros con corte completo, troquelado profundo y troquelado extraprofundo, para piezas con dimensiones similares a las de la cubierta protectora de calor, por lo cual no existe problema alguno para trabajar lámina de aluminio de bajo espesor y para el tamaño de esta pieza. En la página siguiente se muestran las fórmulas y los cálculos para cada operación.

Tipo de máquinas

El tipo de máquinas que se utilizará para la fabricación de la *Cubierta Protectora de Calor* es:

1a. Operación	Prensa Schmid	160 T
2a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T
3a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T
4a. Operación	Prensa Weingarten	40 T
5a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T
6a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T
7a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T
8a. Operación	Prensa Hidrap Presen	60 T

Estas máquinas tienen las siguientes características para hacer el trabajo que requiere las operaciones que integran la ruta de fabricación.

PRENSA	T	A	B	ESPIGA	HMIN	HMAX	COJIN	PLATINA	CARRERA
HIDRAP	60	400	500	M22X1.5 50X70	260	390	SI	TIPO #1	10 - 150
SCHMID	160	450	430	M22X1.5 40X95	175	270	SI	TIPO #1	75 - 150
WEING.	40	440	560	M22X1.5 40X95	217	340	SI	TIPO3,4	8 - 88

Simbología

T= Fuerza de corte en toneladas B= Largo del area de trabajo (mm)
 A= Ancho del area de trabajo (mm) H= Altura de area de trabajo (mm)

Tonelaje y Fuerza de corte

Corte

$$S \times e \times K_s = P \text{ kg}$$

S = Desarrollo de la periferia de la pieza a cortar en mm

e = Espesor del material

K_s = Resistencia a la cizalladura en kg/mm²

Esfuerzos para el doblado

$$P_2 = \sigma d \times b \times S / 3$$

P = Esfuerzo total en Kg

σd = Solicitación a la flexión en Kg/mm²

$\sigma d = 3 \sigma R$ donde σR = a la resistencia a la rotura en Kg/mm²

b = Longitud de dobléz en mm

s = Espesor del material

Embutido

$$P_2 = \pi \times d \times s \times m \times K_2$$

P₂ = Presión requerida

$\pi = 3.1416$

d = \varnothing del punzón de estirar en mm

D = \varnothing de la chapa

m = Es un coeficiente que depende de la relación d/D

K₂ = Resistencia del material a la tracción

s = Espesor del material

Por cálculo

1a. Operación	P= 48,906 Kg
2a. Operación	P= 48,137 Kg
3a. Operación	P= 42,405 Kg
4a. Operación	P= 26,685 Kg
5a. Operación	P= 25,061 Kg
6a. Operación	P= 44,460 Kg
7a. Operación	P= 6,479 Kg
8a. Operación	P= 3,888 Kg

Con esto se confirma que no existe problema alguno con las máquinas utilizadas para la fabricación de la pieza.

Diseño para construcción de los herramentales

Los dibujos de conjunto del diseño de los herramentales para cada una de las ocho operaciones de troquelado se presentan en las siguientes páginas (de la 33 a la 40). La lista de partes, tipo y cantidad de material a utilizar se muestran en el anexo A

Liberación de los herramentales

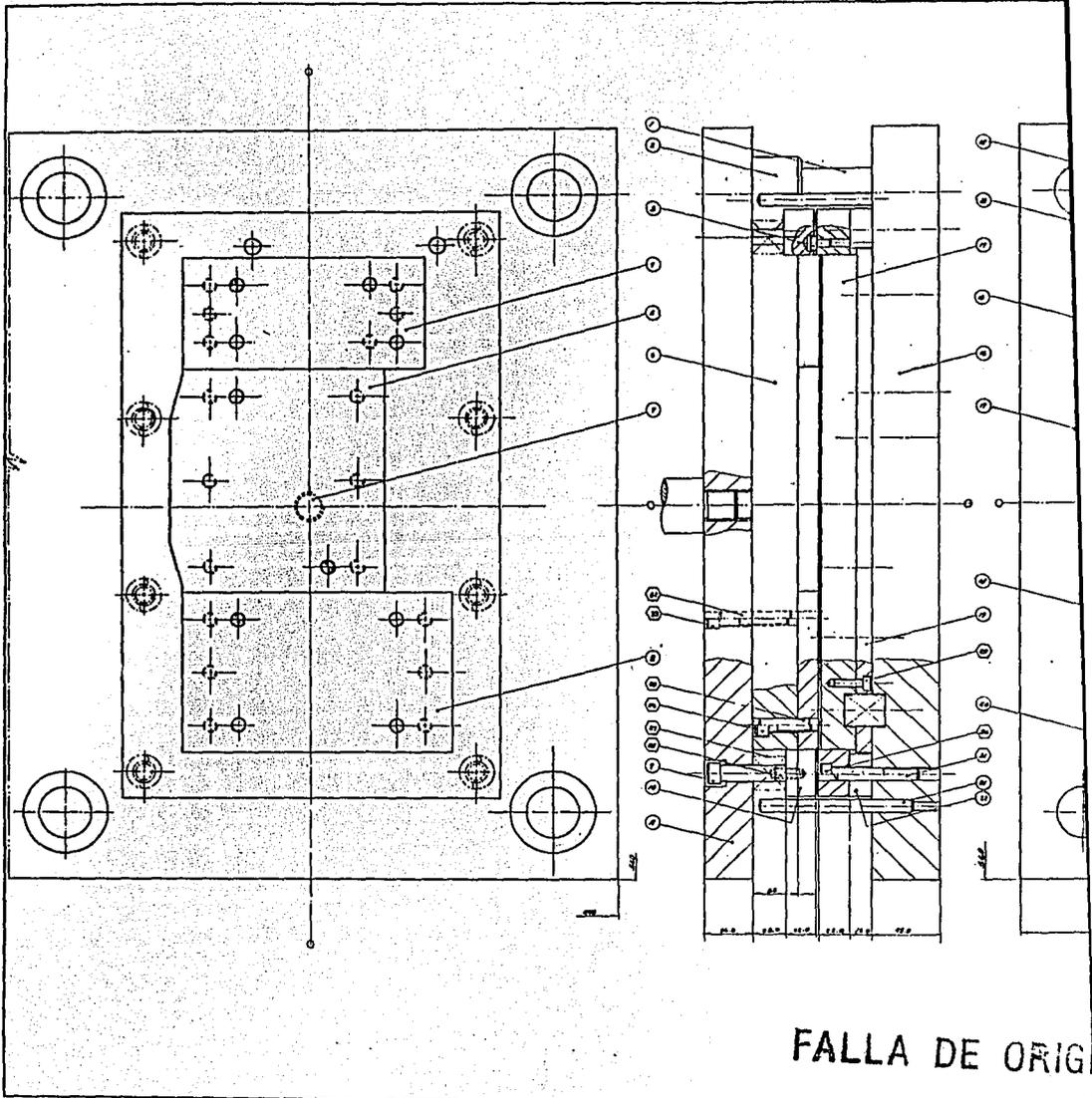
Para la liberación de un herramental, una vez terminada su fabricación, se llevan a cabo las siguientes actividades:

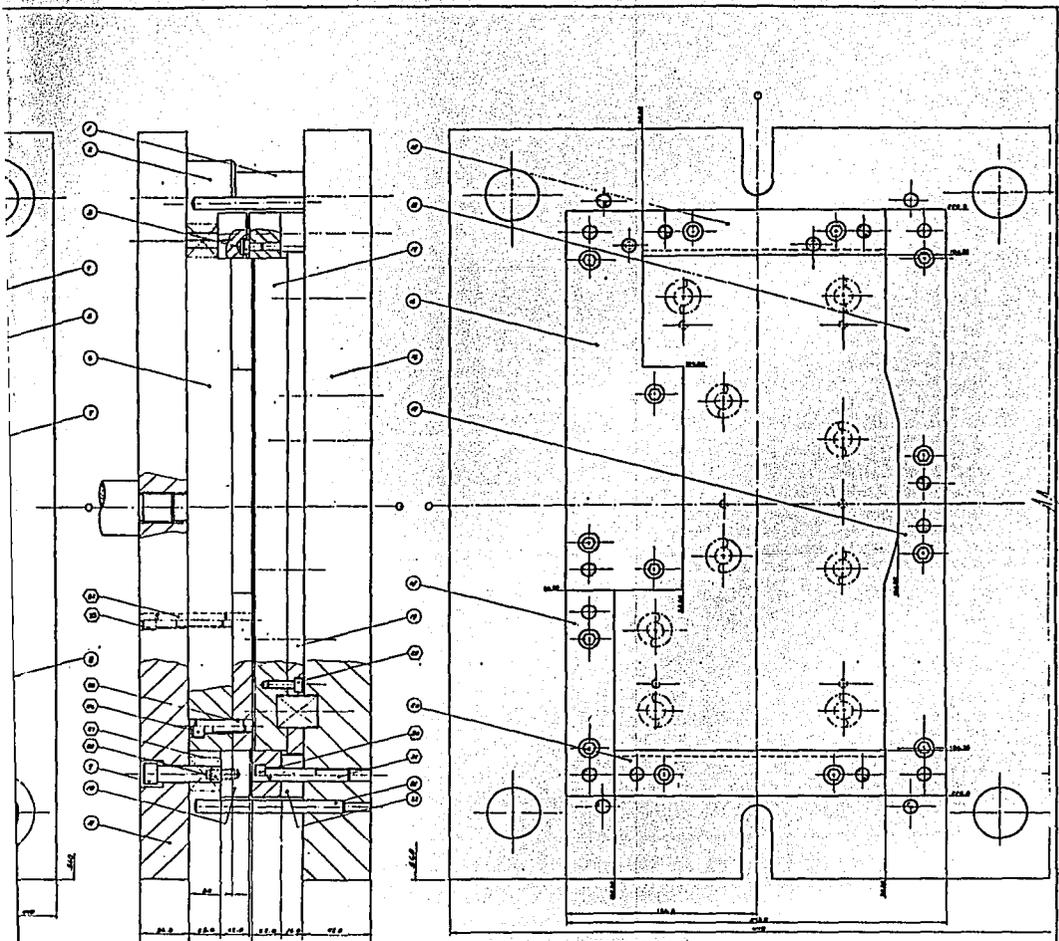
- Evaluación y reporte dimensional, haciendo hincapié en las medidas críticas.
- Evaluación funcional mediante pruebas en el taller, preliminares a la corrida de prueba.
- Realizar el estudio del potencial de proceso mediante la corrida de prueba con un lote de 300 piezas.

En el caso de cumplir con los requerimientos, Aseguramiento de Calidad emitirá un reporte liberando el herramental con lo cual queda listo para producción.

En caso contrario manufactura determinará junto con taller mecánico las correcciones necesarias las cuales se deberán calendarizar para reprogramar las actividades de liberación.

Esto puede verse en el diagrama de "Descripción del proceso típico en la fabricación de un herramental", visto anteriormente.





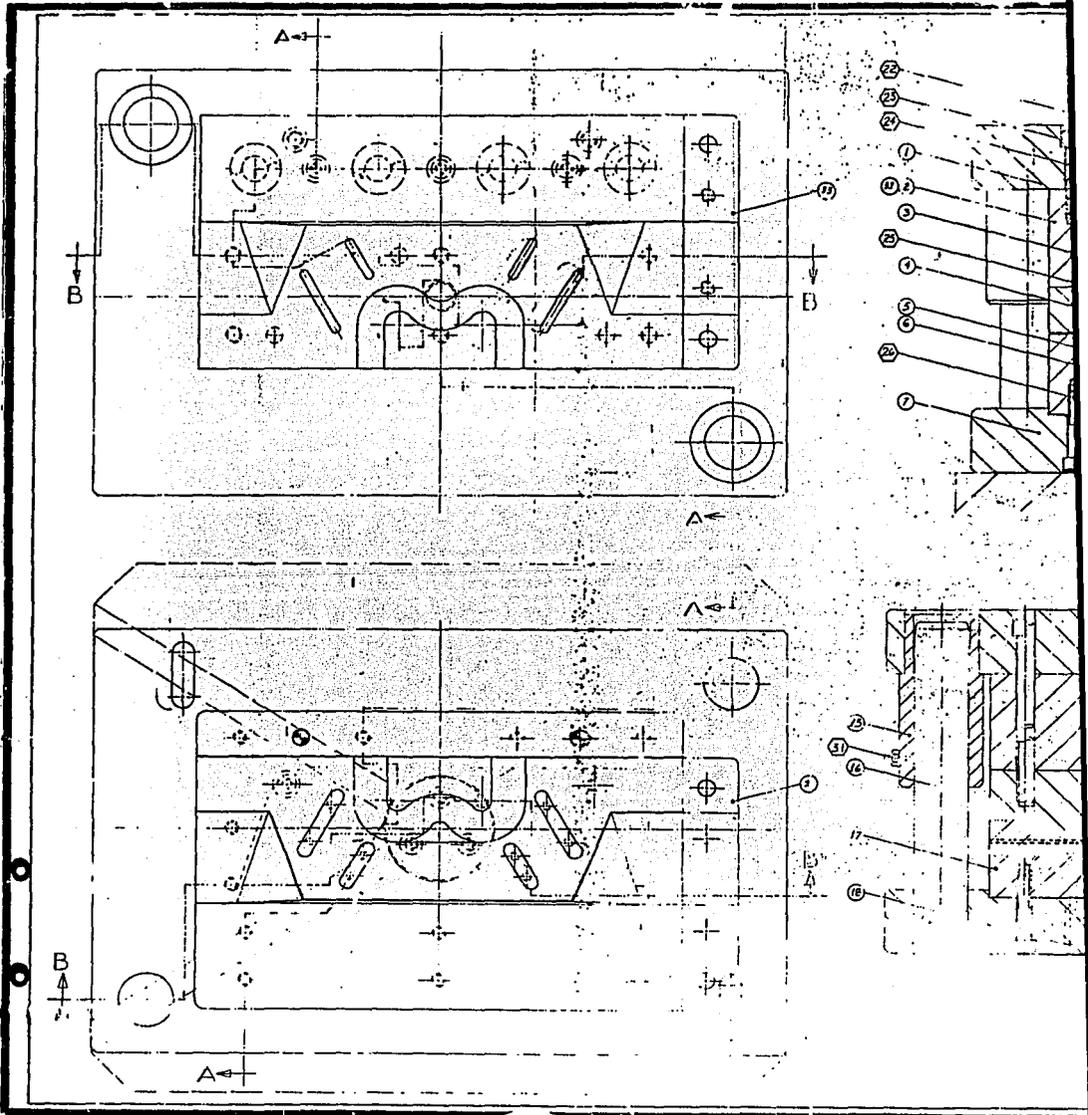
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE
 37010-1
 15/06/2010 15:00:00

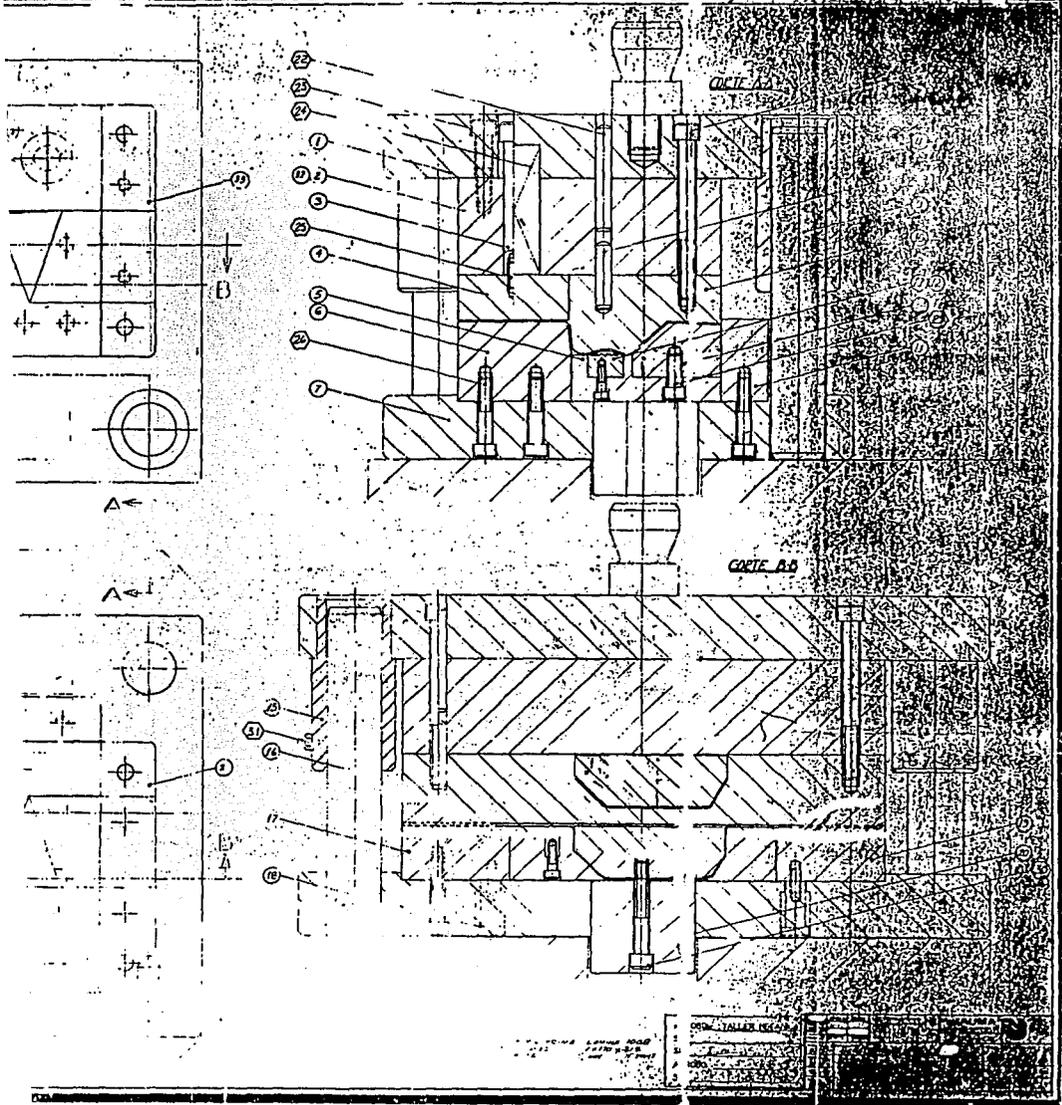
37010-1 (37010-1)

FALLA DE ORIGEN

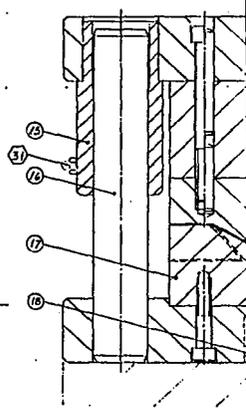
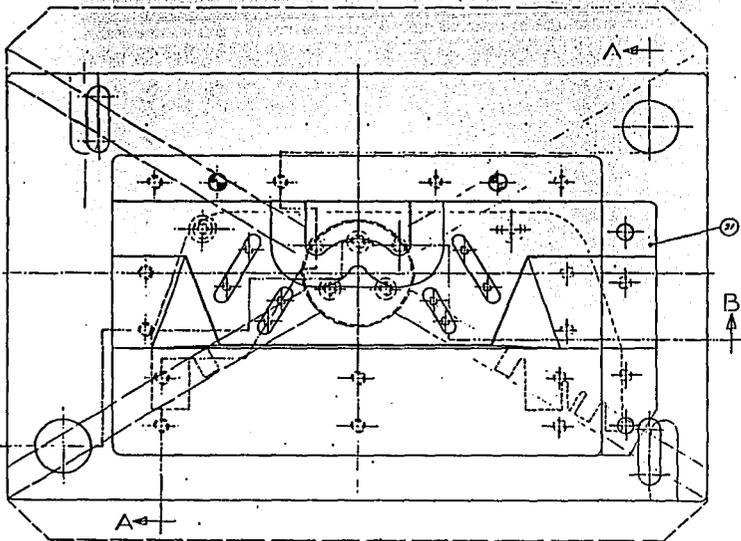
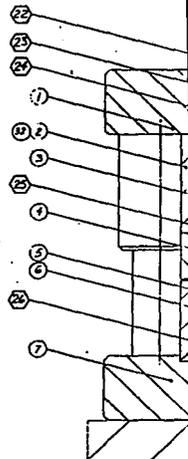
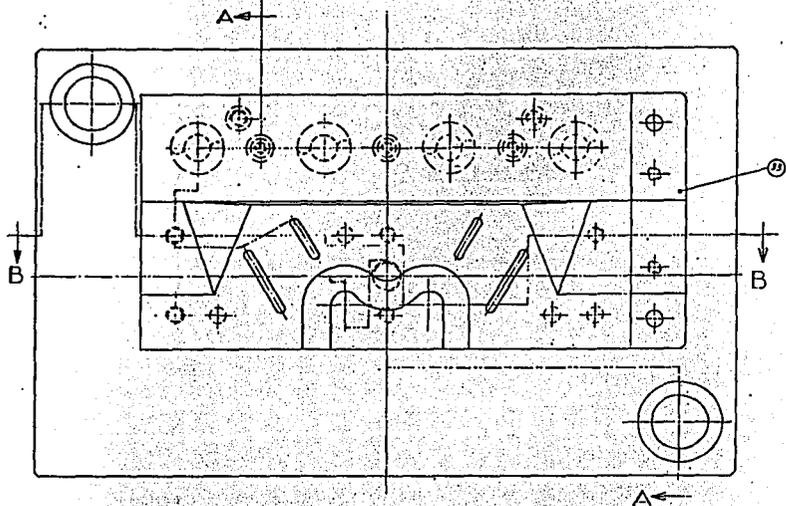
APROBADO: _____
 SR: _____
 SR: _____
 APROBADO: _____
 SR: _____

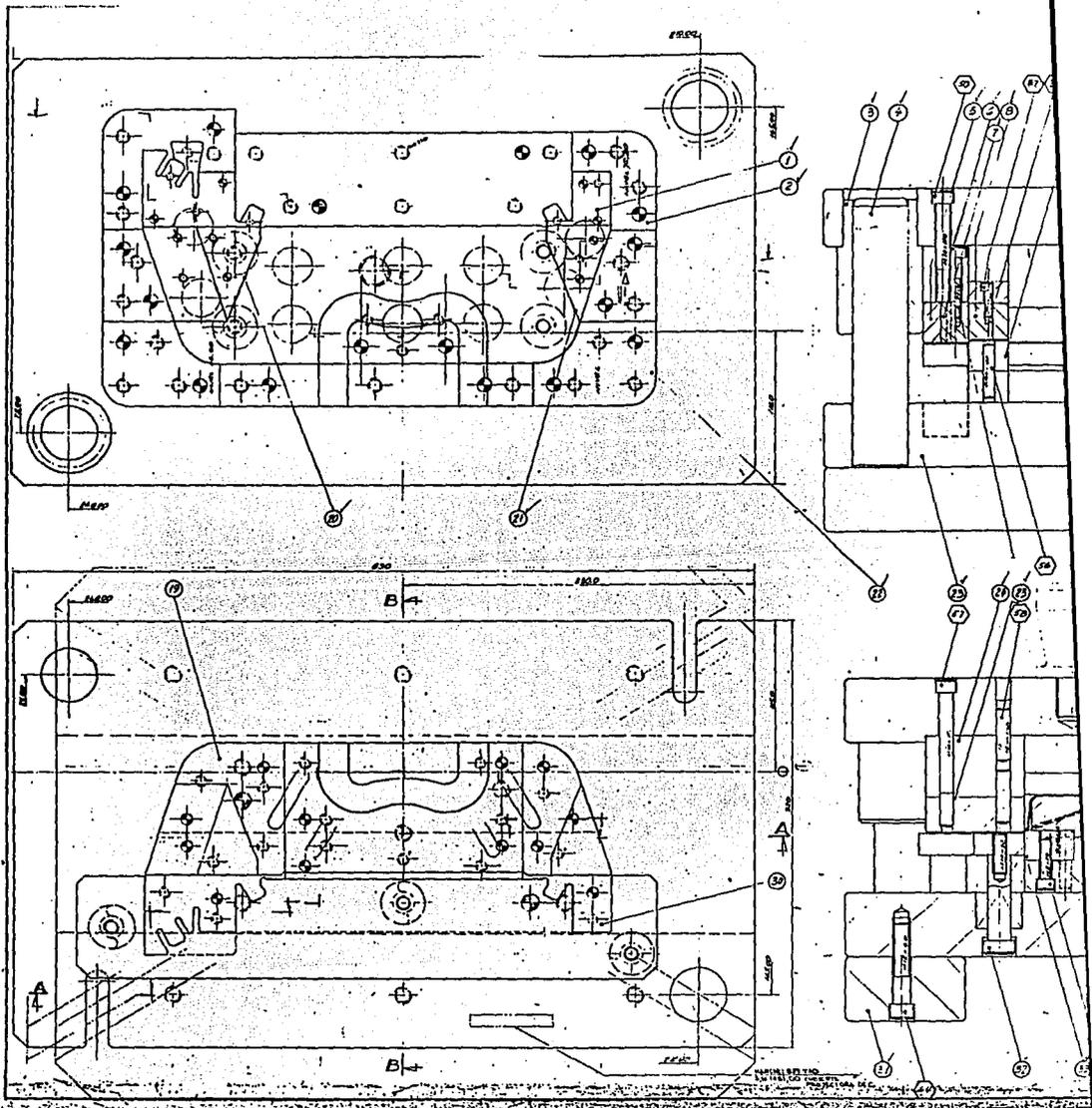
FECHA	15/06/2010	BOCAR
PROYECTO	37010-1	15/06/2010
DESCRIPCIÓN	TRQ. DE CORTE DE PLANTILLA	15/06/2010
ESTADO	15/06/2010	15/06/2010
PROYECTISTA	15/06/2010	15/06/2010
REVISOR	15/06/2010	15/06/2010
APROBADO	15/06/2010	15/06/2010
SR	15/06/2010	15/06/2010

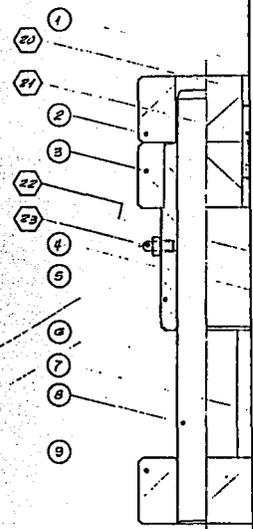
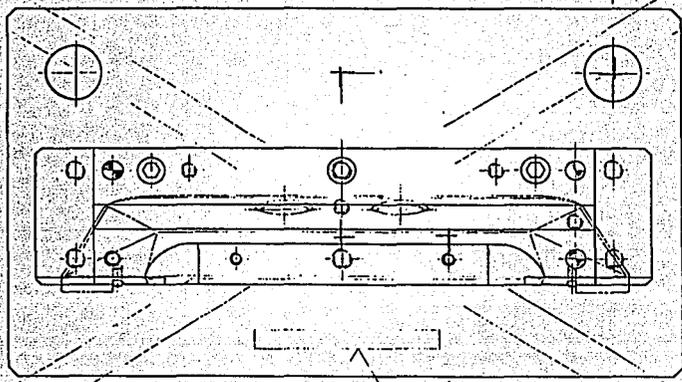
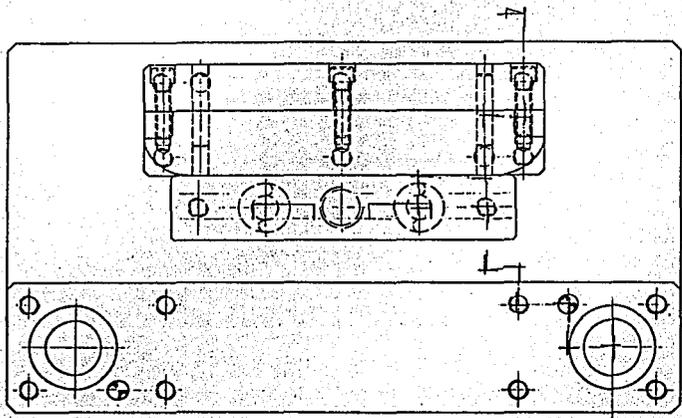




FALLA DE ORIGEN



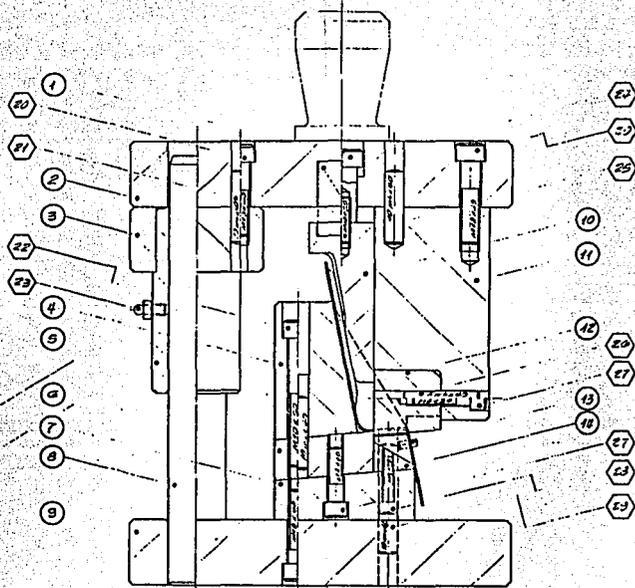
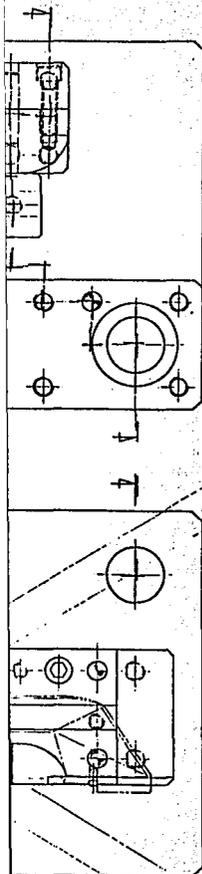




MRECAK 8870A1
3, 11051, 00

APROB
SR
SR
APROB
SR

ITEM	QUANTITY	DESCRIPTION	UNIT



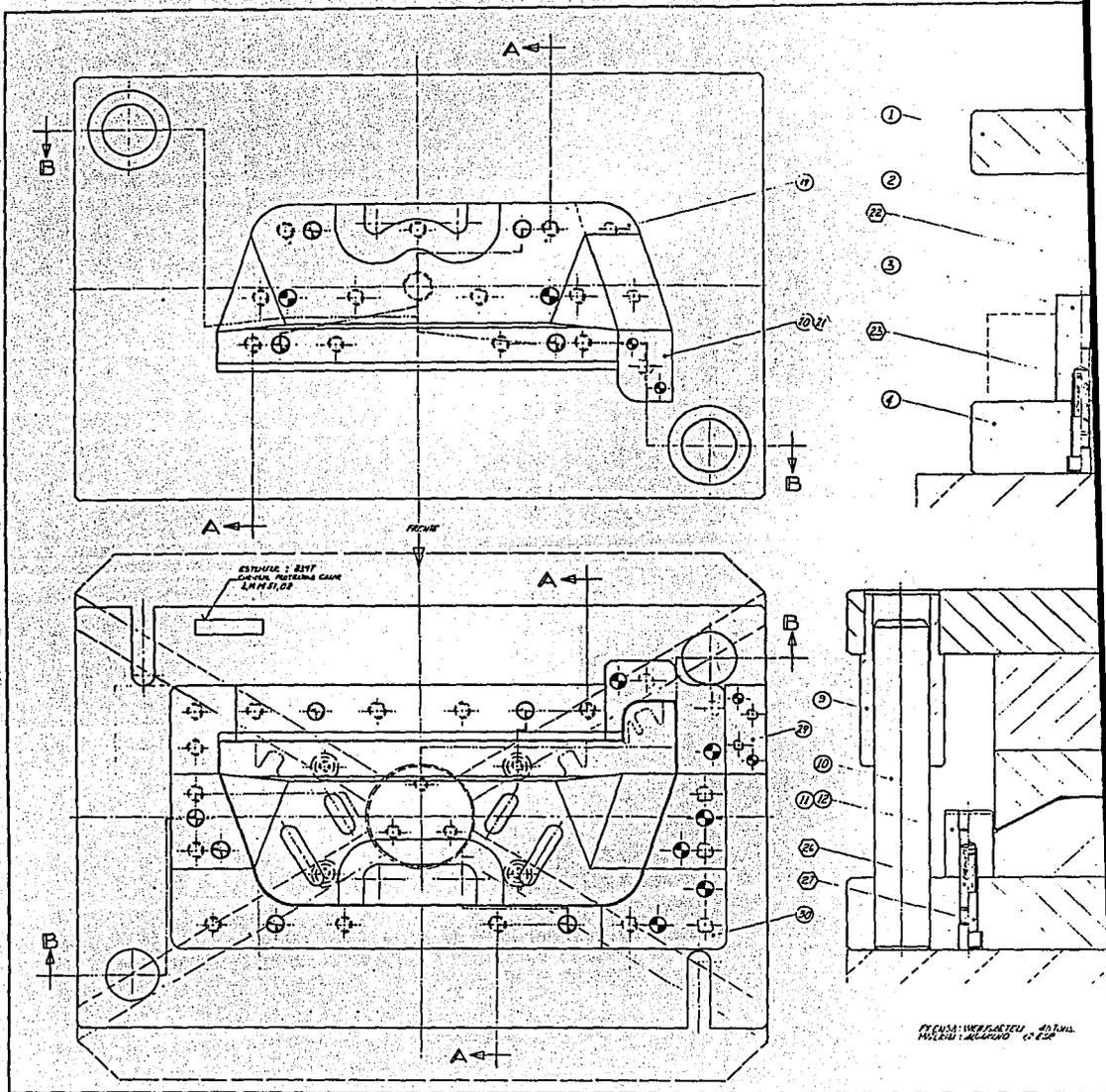
NOTA.
 MONTAR EN PRESNA HIDRÁD ROTUN.
 MATERIAL, LAMINA C.R.3. (C.E.F.)
 ESPESOR 1mm.
 FUERZA DE CORTE 18 TON.
 ALTURA TROD CERRADO 342 mm.

FALLA DE ORIGEN

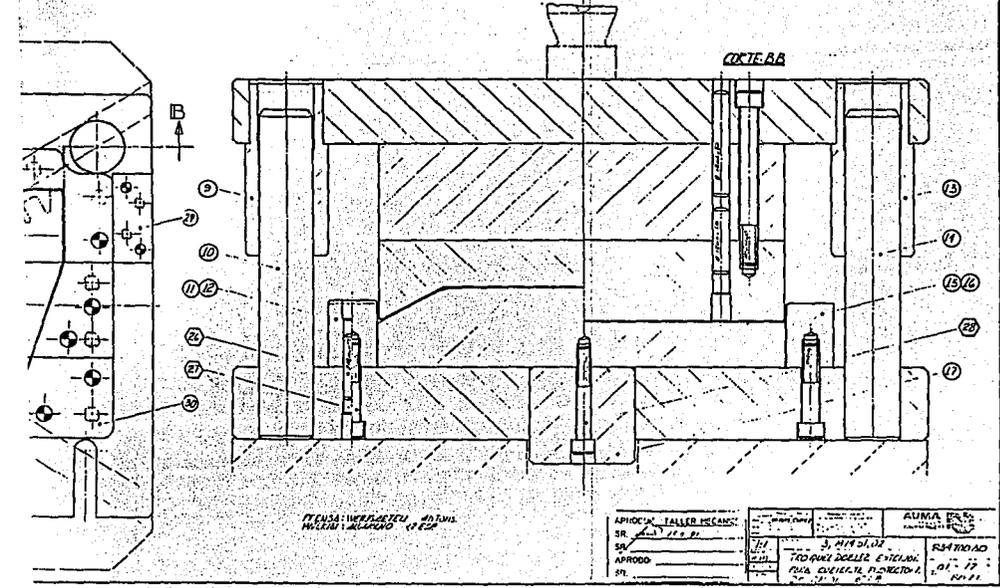
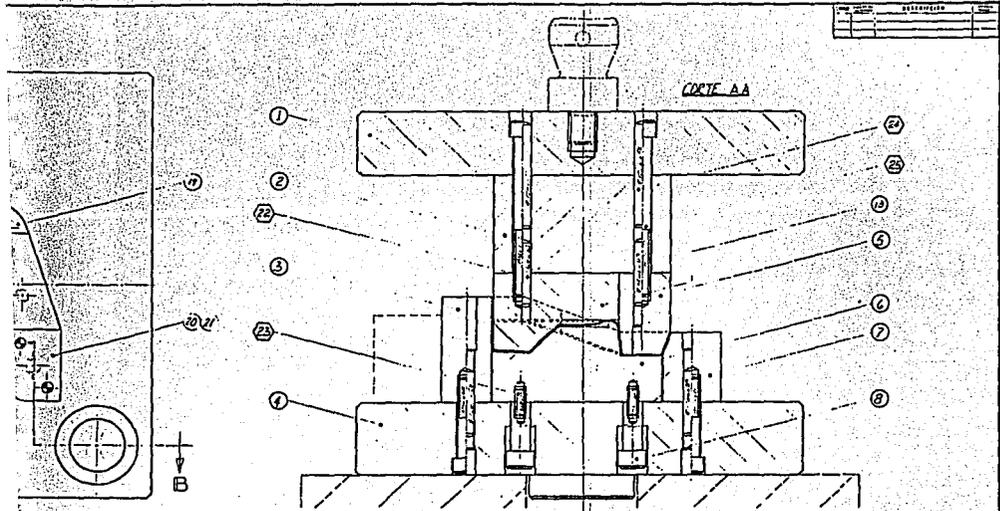
8887001
151.00

CONCELEDO 15/6/12

APROBO: TALLER MECANICO	<input type="checkbox"/> 1. Descripción <input type="checkbox"/> 2. Cantidad <input type="checkbox"/> 3. Material <input type="checkbox"/> 4. Unidad	AUMA EQUIPOS SOCIALES
SR: 22 JUN 12	FECHA: 31/05/12 VALOR: 151.00	8887001
APROBO:	TROD PARA CORTE PRECISADA A CUBIERTA PART. DE 2.000 (1.00)	1 - '12
SR:	156	1 - '12



NO. DE DISEÑO	PROYECTISTA	FECHA



FECHA: 11/11/52
 INGENIERO: ALVARO
 1952

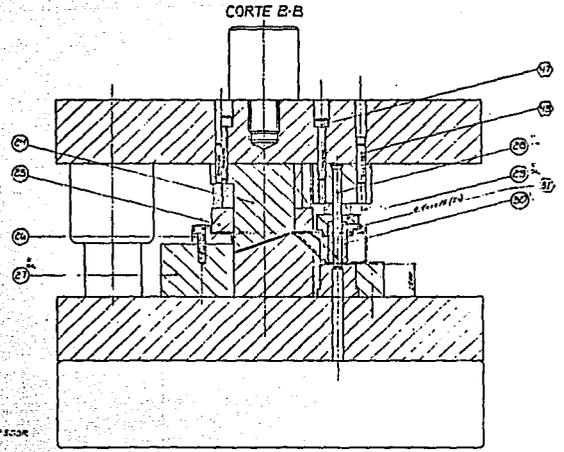
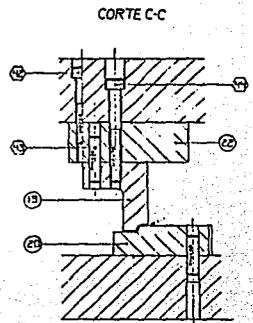
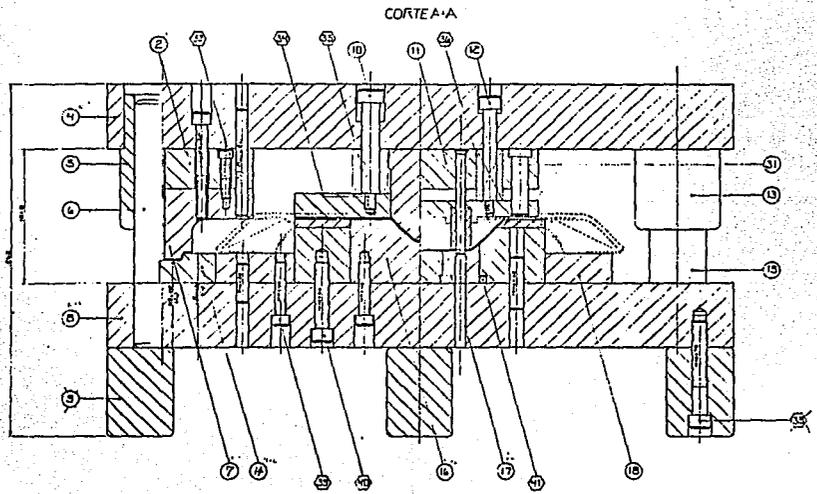
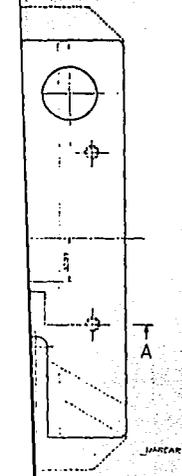
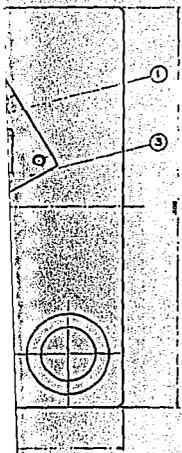
APROBACION TALLER MECANICO:	FECHA:	APROBACION:	FECHA:
SR. ALVARO	11/11/52	SR. ALVARO	11/11/52
APROBACION:	FECHA:	APROBACION:	FECHA:
SR.	11/11/52	SR.	11/11/52

3. M/8 51.02
 TROQUE DOBLE ENTRENAMIENTO
 PARA CARRIOTEJA PROYECTORA
 NO. 21.31 - 52.2

AUMA S.A.
 R.S.M. 100.00
 11/11/52

FALLA DE ORIGEN

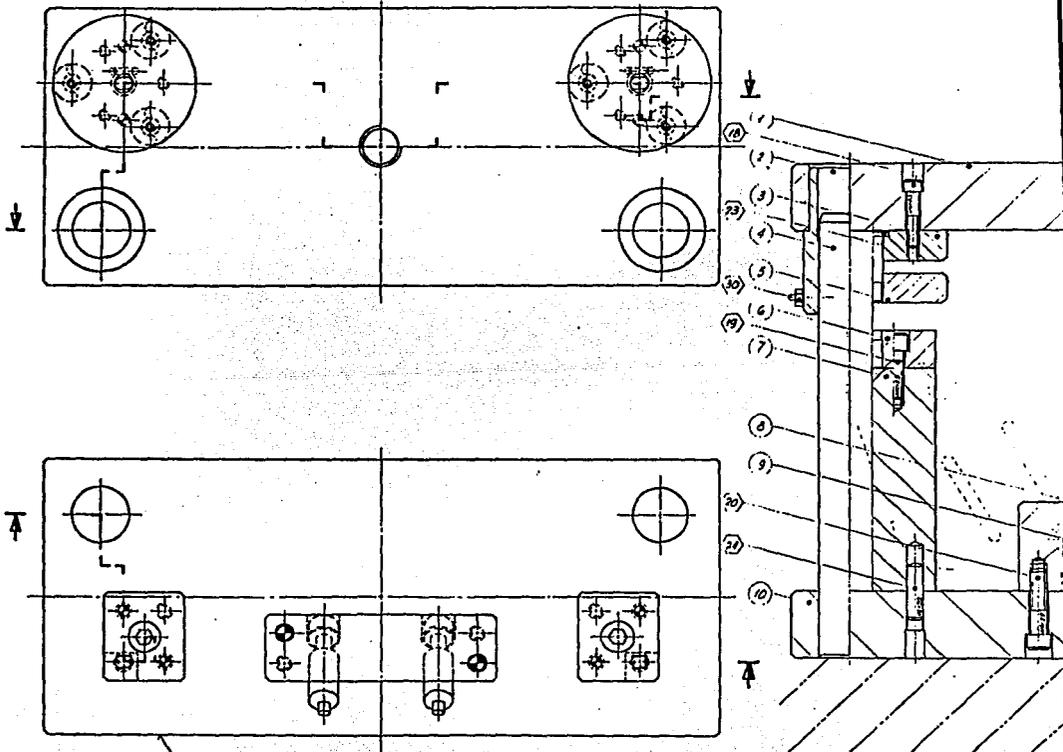
FALLA DE ORIGEN



MATERIAL: LAMINA DE ACERO SAE 1008 DE ESPESOR
FUERA DE CORTE
PRELACA: MODAP-PPES NO TOME

MARKER: 03A7
3, MINISOP

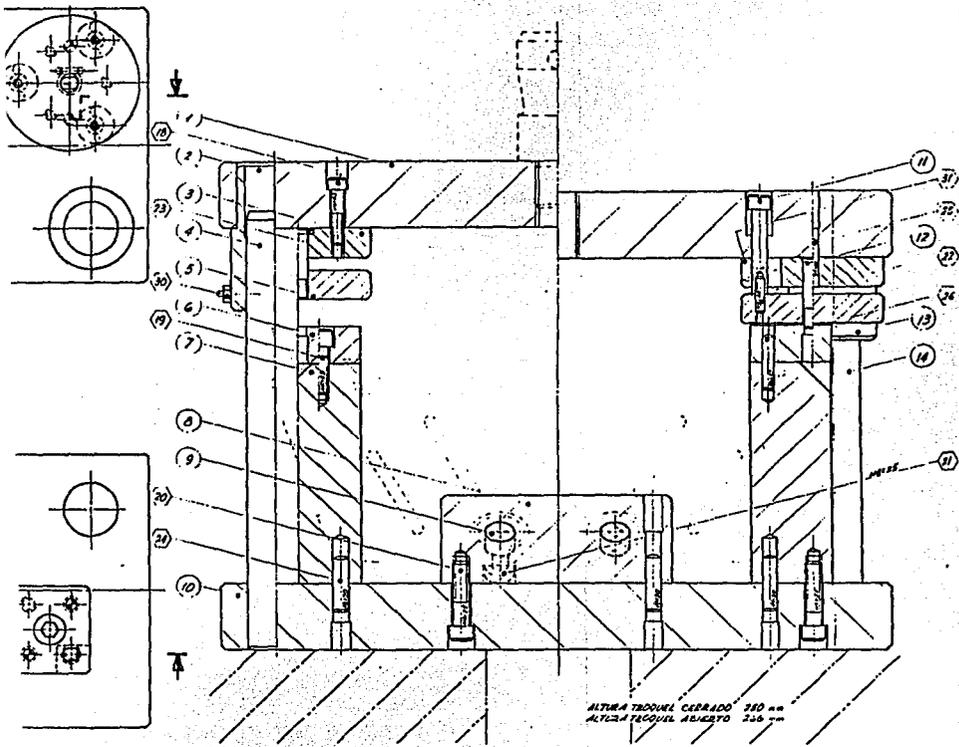
APRETA: TALLER MECANICA SR: 2000 SP: 2000 AFICOD: 2000 SR: 2000	AUMA 03670040 1 25 EDGAR
---	-----------------------------------



ESTALIA
 8337 410P
 RUMAYO CUBETA MOTOTORA DE CHINA

APROBO: TA
 SR: _____
 SR: _____
 APROBO: _____
 SR: _____

ITEM	DESCRIPCION	CANT.



ALTIMA TROQUEL CERRADO 280 mm
ALTEZA TROQUEL ABIERTO 220 mm

FALLA DE ORIGEN

APROBO: TALLER MECANICO
 SR. [Signature]
 APROBO: _____
 SR. _____

MONTEFIJOS SCHOENI ET TOUS

23/96
 TROQUEL DE PUNZADO
 14 DA

AUMA
 S.A.
 S.A. SUCURSAL
 233700A1
 1 = 12
 2014

LINEA DE PRODUCCION

Obteniendo la liberación de los herramientales se procede a la conformación de la línea de producción, elaborando un diagrama de flujo por un lado y por otro, describiendo la ruta de fabricación, finalmente se balancea la línea y se determina la capacidad de producción y su nivel de utilización durante la producción en serie.

LINEA DE PRODUCCION

La productividad es la relación entre lo producido y los insumos, o sea, es el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos que se hayan empleado en la producción. Estos recursos pueden ser:

- Localización de la planta
- Materiales
- Instalaciones, máquinas y herramientas
- Mano de obra

Los recursos a disposición de una industria manufacturera son los siguientes:

- **LOCALIZACION DE LA PLANTA**

La localización de la planta y la distribución de las máquinas y equipos necesarios para las actividades de una empresa.

- **MATERIALES**

Materiales que puedan ser transformados en productos para la venta, incluidos la energía, los productos químicos que se utilizan en el proceso de fabricación y los materiales de embalaje.

- **MAQUINAS**

Instalaciones, herramientas y equipo necesarios para llevar a cabo la fabricación, manipulación y transporte de los materiales; equipo de calefacción y ventilación e instalación generadora de energía; muebles y útiles de oficina.

- **MANO DE OBRA**

Personal para llevar a cabo las operaciones de fabricación, proyectar y dirigir, desempeñar trabajos de oficina, diseñar e investigar, comprar y vender.

La productividad de los materiales es un factor determinante para los costos de producción o para un buen funcionamiento. Las economías de material, directas o indirectas, pueden efectuarse:

En el momento de proyectar o especificar un producto

Eligiendo el diseño que permita fabricar el producto con el menor consumo posible de materiales, particularmente cuando estos sean escasos o caros; asegurándose de que las instalaciones y equipo sean los más económicos en cuanto a los materiales que necesita para funcionar con determinado nivel de rendimiento.

En la fase de fabricación o funcionamiento

Asegurándose de que el procedimiento usado sea el más adecuado; corroborar de que se aplique como es debido; supervisar de que los operarios estén debidamente capacitados y motivados para que no sea necesario rechazar su trabajo por defectuoso, con la consiguiente pérdida de material; cuidando de que el material se manipule y almacene debidamente en todas las fases, desde su estado de materia prima hasta el artículo terminado, empezando por eliminar toda manipulación y transporte no necesarios; cuidando el embalaje para evitar desperfectos en los productos expedidos al cliente.

Los recursos consisten en artículos y servicios reales. Por consiguiente cuando se consumen en la producción, se efectúan gastos reales, cuyo importe puede calcularse en dinero. Como aumentar la producción significa producir más utilizando los mismos recursos, equivale también a hacer bajar los costos monetarios y retirar mayores beneficios netos por unidad de producción.

Todos estos puntos son muy importantes y deben ser tomados en cuenta por el ingeniero industrial; él es el encargado de investigar y aplicar métodos y experiencias para el uso adecuado de todos estos recursos que combinados determinan la productividad de la empresa, esto con la finalidad de aumentar la rentabilidad de esta.

Para cumplir con esto el Ingeniero industrial hace un estudio del trabajo en donde los puntos centrales son:

- Determinar tiempos de operación y balanceo de línea
- Conformación del trabajo
- Cálculo de costos de cada centro de trabajo
- Determinar requerimientos del cliente
- Capacitación laboral según necesidades

Esta misma metodología se aplicará a la *Cubierta Protectora de Calor* que es el producto con el cual se ejemplifica este trabajo.

Estimación de tiempos de operación para la *Cubierta Protectora de Calor*

Los cálculos para determinar el prebalanceo de línea, la capacidad de producción y los costos, están basados en los tiempos estándar de cada operación. Estos deberán ser confirmados y ajustados durante las corridas de producción.

Las tomas de tiempos no siempre son posibles cuando se trata de la introducción de productos nuevos. Por tal razón es conveniente contar con un catálogo de estándares a fin de aplicar el método de comparar y estimar, para asignarle un tiempo al nuevo producto. La exactitud de los tiempos previstos así determinados dependerá de la experiencia del estimador y de la calidad de los estándares con que se cuente.

La comparación consiste en cotejar procesos y productos similares buscando las diferencias y coincidencias entre los nuevos productos y los ya elaborados anteriormente. En caso necesario se descontará o adicionará el tiempo por las diferencias encontradas.

También existe la posibilidad de realizar los cálculos a través de las tablas de micromovimientos (MTM). Estos requieren conocimiento especializado y una práctica razonable para obtener datos confiables. Las estimaciones así realizadas son de gran exactitud.

En el caso de la *Cubierta Protectora de Calor*, se utilizó el método de comparar y estimar junto con las tomas de tiempos utilizando un cronómetro y apuntando estos en unas tablas diseñadas para cualquier tipo de piezas. Los datos obtenidos fueron confirmados y ajustados durante las corridas de prueba, y sirven para evaluar la capacitación del personal operativo.

Las tablas de estudio de tiempos con los datos registrados para la *Cubierta Protectora de Calor* se pueden ver en el *Anexo B*.

El resumen con los datos obtenidos son tiempos directos por cada operación y se muestran en la siguiente ruta de fabricación:

N° Operación	Operación	Tiempos de Preparación hrs/Lote	Tiempos de Operación hrs/pza	Centro de Trabajo
0010	Corte de Plantilla	0.5	0.00347	3TR60
0020	1er Embutido	0.5	0.00454	3TR80 - 1
0030	2° Embutido	0.5	0.00528	3TR80 - 2
0040	Corte completo	0.5	0.00320	3TR75
0050	Corte pestaña y radio	0.5	0.00298	3TR80 - 3
0060	Doblez exterior	0.5	0.00284	3TR80 - 1
0070	Doblez, emb. y punzonado	0.5	0.00388	3TR80 - 2
0080	Punzonado	0.5	0.00207	3TR80 - 3
0090	Lavado	0.5	0.00373	3 RELA
0100	Empaque	0.5	0.00155	3TR95

Datos de Ingeniería industrial para la Cubierta Protectora de Calor.

Además de la ruta de fabricación arriba mostrada, cada pieza deberá documentarse con la siguiente información:

a) General

N° de Parte
 Descripción
 Peso real neto y bruto
 Materia Prima

b) Para la fabricación

Ruta de fabricación
 Diagrama de flujo del proceso
 Balanceo de línea. Optimización
 Método de trabajo
 Cartas de operación
 Layout según la distribución de las máquinas dentro de la planta

Ruta de fabricación

Considera los siguientes datos:

- N° del artículo
- Descripción
- Secuencias de operaciones que forman la ruta
- Identificación de centro de trabajo donde se efectúan las operaciones
- Identificación de las estaciones de trabajo
- Número de dibujo
- Número de las operaciones
- Rendimiento de cada operación
- Días en tránsito
- Horas de preparación para cada operación
- Horas/pieza
- Cuota de producción
- Cantidad por lote
- A que centro de trabajo deberá entregarse la Materia prima
- Área de producción en la que se entrega la Materia prima
- % de merma de materia prima
- % de rendimiento como producto terminado

Balanceo de líneas

Efectuando un análisis del diagrama de flujo del proceso así como de la medición del trabajo se procederá al balanceo de la línea, de la pieza que se esta fabricando.

Métodos de trabajo

Para cada estación de trabajo se deberá efectuar el análisis del método que emplee para cada pieza; teniendo como ayuda la distribución de la estación de trabajo.

Los índices de medición de la efectividad del método serán calidad y cantidad comparados para un mismo tiempo.

Dentro de los métodos de trabajo se incluye, entre otras cosas;

- Layout de montaje de herramental
- Hoja de ajuste de equipo (máquina y herramental)
- Indicaciones especiales de seguridad, lubricación, limpieza, etc.
- Indicación de los pasos a seguir para el desempeño de la operación en condiciones normales.

Cartas de operación.- Como un apoyo al método de trabajo se elaboraran cartas de operación donde se indicaran las transformaciones que sufre el material en cada estación de trabajo así como las partes de la pieza que serán afectadas en cada operación. En este documento se contará además con la siguiente información:

- N° de operación
- Descripción de la operación
- N° de máquina ó N° de dispositivo
- Descripción de máquina ó dispositivo
- Descripción de la pieza
- Clave de la pieza
- Tiempo de preparación
- Peso neto y peso bruto
- Materia prima
- Piezas/Hora (capacidad de producción)
- N° de plano
- Fecha de elaboración ó actualización
- Firmas de elaboración, revisión y autorización.

Un ejemplo de estas formas se muestra en la página 79. (Hojas de proceso)

Se complementa con la hoja de control de proceso.

Layout de planta.- En este layout se deberá indicar el trayecto que sigue el material dentro de la planta; desde materia prima hasta producto terminado.

Diagrama de flujo para la fabricación de la *Cubierta Protectora de Calor*

El diagrama de flujo es una herramienta muy valiosa para describir el proceso de fabricación, ya que en él se registran con símbolos convencionales, todas las operaciones, inspecciones, transportes, y almacenajes que lleva un producto.

En éste documento se incluyen los factores de variación que influyen en las características y funciones del producto. También se indican las salidas de la operación y los medios de transporte empleados para el manejo de materiales. Como información adicional se anotan los indicadores de calidad, que se traducen a puntos de monitoreo, donde se aplicará el Control Estadístico del Proceso.

En las hojas siguientes se anexa el diagrama de flujo de la *Cubierta Protectora de Calor*. El recorrido se muestra en un plano de distribución de planta. Este layout se anexa a continuación del diagrama de flujo.

La simbología utilizada en el diagrama de flujo es la siguiente:

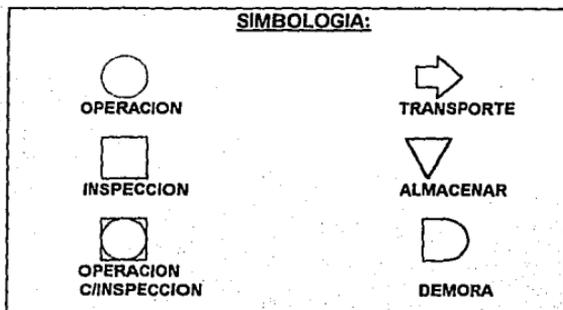


Diagrama de flujo del proceso para la Cubierta Protectora de Calor 3,M1451.02

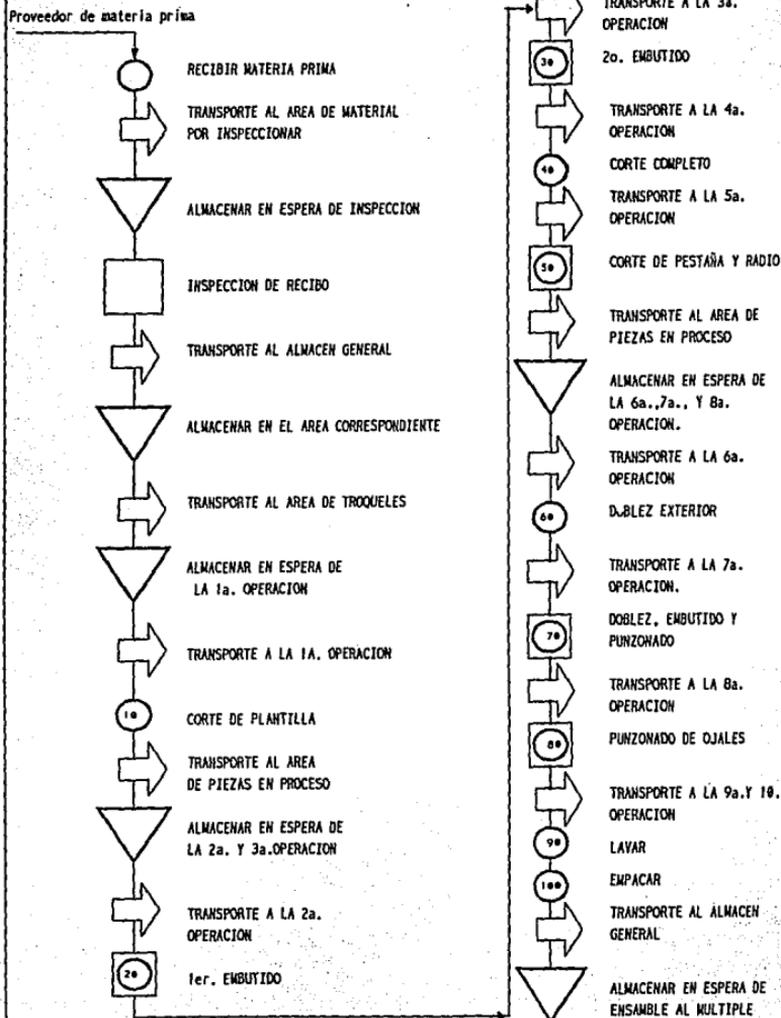


Diagrama de flujo del proceso

FUENTES DE VARIACION		DIAGRAMA DE FLUJO	SALIDA DE LA OPERACION	INDICADOR DE CALIDAD
NUMERO DE PARTE 3,M1451,02		DESCRIPCION : Cubierta protectora de calor		HOJA 1 DE 5
AREA: ALMACEN GENERAL				FECHA: FEBRERO 84
Lote de rollos de lámina aluminio para troqueles		 Recepción de la materia prima	Rollos de lámina de aluminio identificados con marca y número de lote	Presencia de la marca y número de lote. La factura incluye cantidad de material y certificado de análisis químico del proveedor
Rollos de lámina de aluminio sin inspeccionar		 Al area de material por inspección	Montacargas de horquilla	
		 Almacenar en area de inspección	Rollos de lámina aluminio no liberado en espera de inspección	
Mala composición química preparada por el proveedor		 Inspección de recibo	Muestra de lámina de aluminio analizada en laboratorio	Composición química y metalografía según SAE-J454
		 Al almacén general	Montacargas de horquilla	
		 Almacenar en el area correspondiente	Lote de rollos de lámina de aluminio liberado	Etiqueta de liberación
		 Al area de troqueles	Montacargas de horquilla Cantidad de acuerdo a orden de trabajo	

Diagrama de flujo del proceso

NÚMERO DE PARTE 3, M1451.02		DESCRIPCIÓN: Cubierta protectora de calor	HOJA 2 DE 5
ÁREA: Troqueles		FECHA: Abril 94	
FUENTES DE VARIACIÓN	DIAGRAMA DE FLUJO	SALIDA DE LA OPERACION	INDICADOR DE CALIDAD
	 Almacenar en espera de 1a. operación	Rollos de lámina de aluminio liberados para producción	
	 A la 1a. operación	Palin hidráulico Rollos de lámina de aluminio liberados para producción.	
Desgaste y desafilado de la matriz. Desajuste en el avance del material	 Corte de plantilla	Plantilla de lámina de aluminio cortada en prensa Schmid 150T con troquel de una pieza Estándar = 286 pzas/hr.	Corte sin rebaba excesiva
	 Al area de piezas en proceso	Canastillas de piezas con la primera operación. Palin hidráulico.	
	 Almacenar en espera de 2a. y 3a. operación	Canastillas con piezas liberadas para la siguiente operación.	
	 A la 2a. operación	Canastillas de piezas con la primera operación, liberadas para la segunda operación. Palin hidráulico	
Características mecánicas de la lámina. Variación excesiva en la carrera de la máquina. Lubricación del material a embutir.	 1er. Embutido	Pieza con 1er. embutido realizado en la máquina Hidrap 60T, con troquel de un embutido. Liberadas para la siguiente operación. Estándar = 222 pzas/hr	Verificar espesor de pated y dimensiones en la forma embutida. Apariencia general: <ul style="list-style-type: none"> · Sin arrastre · Sin fracturas · Sin grietas · Sin marcas de rebaba

Diagrama de flujo del proceso

NUMERO DE PARTE 3. M1451.02		DESCRIPCION : Cubierta protectora de calor		HOJA 3 DE 5	
AREA: Troqueles			FECHA: Abril 94		
FUENTES DE VARIACION	DIAGRAMA DE FLUJO	SALIDA DE LA OPERACION		INDICADOR DE CALIDAD	
	 A la 3a. operación	Cánastillas de piezas con la segunda operación, liberadas para la tercera operación. Patin hidráulico			
Características mecánicas de la lámina. Variación excesiva en la carrera de la máquina. Lubricación del material a embutir. Condiciones de las piezas de la operación anterior.	 2° Embutido	Pieza con 2° embutido realizado en la máquina Hidrap 60T, con troquel de un embutido. Liberadas para la siguiente operación. Estándar = 189 pzas/hr		Verificar espesor de pared en el área embutida. Apariencia general: <ul style="list-style-type: none"> · Sin arrastre · Sin fracturas · Sin grietas · Sin marcas de rebaba · Sin deformaciones 	
	 A la 4a. operación	Cánastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patin hidráulico.			
Desgaste y desafilado de la matriz. Condiciones de las piezas de la operación anterior	 Corte completo	Piezas con corte de silueta realizado en la máquina Weingarten 40T con troquel de una pieza liberadas para la siguiente operación. Estándar = 312 pzas/hr		Corte sin rebaba excesiva	
	 A la 5a. operación	Cánastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patin hidráulico			
Desgaste y desafilado de la matriz. Condiciones de las piezas de la operación anterior. Colocación de la pieza por parte del operador.	 Corte de pestaña y radio	Piezas con corte de pestaña y radio realizado en la máquina Hidrap 60T con troquel de una pieza liberadas para la siguiente operación. Estándar = 336 pzas/hr		Altura de la 1er. pestaña. Apariencia general: <ul style="list-style-type: none"> · Sin arrastre · Sin fracturas · Sin marcas de rebaba · Sin deformaciones Corte sin rebaba excesiva	
	 Almacenar en espera de 6a., 7a. y 8a. Operación	Cánastillas con piezas liberadas para la siguiente operación.			

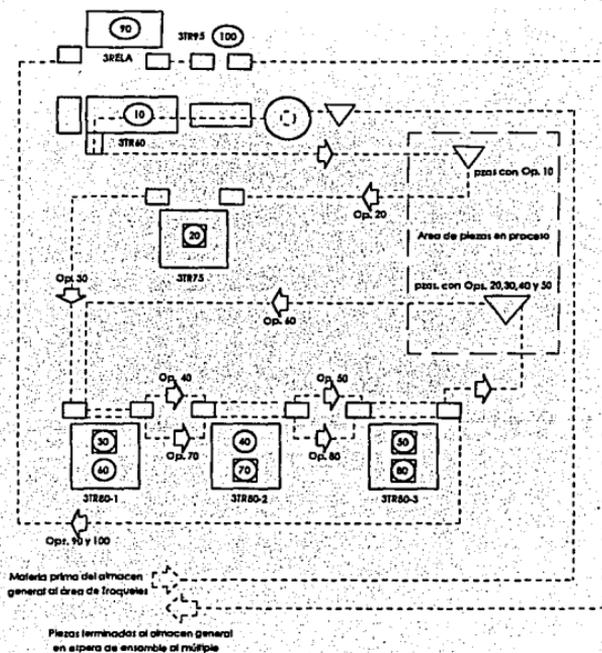
Diagrama de flujo del proceso

NÚMERO DE PARTE 3.M1451.02		DESCRIPCIÓN: Cubierta protectora de calor	HOJA 4 DE 5	
ÁREA: Troqueles		FECHA: Abril 84		
FUENTES DE VARIACION	DIAGRAMA DE FLUJO	SALIDA DE LA OPERACION	INDICADOR DE CALIDAD	
	 A la 6a. operación	Canastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patín hidráulico		
Variación excesiva en la carrera de la máquina. Condiciones de las piezas de la operación anterior.	 Doble exterior	Piezas con doblez exterior realizado en la máquina Hidrap 60T con troquel de una pieza liberadas para la siguiente operación. Estándar = 353 pzas/hr	Apariencia general: • Sin arrastre • Sin fracturas • Sin marcas de rebaba • Sin deformaciones	
	 A la 7a. operación	Canastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patín hidráulico		
Desgaste y desafilado de la matriz. Variación excesiva en la carrera de la máquina. Condiciones de las piezas de la operación anterior.	 Doblez, embutido y punzonado	Piezas con doblez, embutido y punzonado realizado en la máquina Hidrap 60T con troquel de una pieza liberadas para la siguiente operación. Estándar = 258 pzas/hr.	Verificar diámetro de barrenos. Afuera de dos pestañas	
	 A la 8a. operación	Canastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patín hidráulico		
Desgaste y desafilado de la matriz. Limpieza del troquel. Condiciones de la operación anterior. Colocación de la pieza por parte del operador	 Punzonado de ojeles	Piezas con ojeles. Realizado en la máquina Hidrap 60T con troquel de una pieza liberadas para la siguiente operación. Estándar = 484 pzas/hr	Verificar posición y dimensiones de dos ojeles. Corte sin rebaba excesiva Apariencia general: • Sin arrastre • Sin fracturas • Sin grietas • Sin marcas de rebaba • Sin deformaciones	
	 A 9a. y 10a. Operación	Canastillas con piezas liberadas para la siguiente operación. Patín hidráulico		
	 Lavar	Piezas liberadas para el empaque. Estándar = 214 pzas/hr	Piezas sin manchas y libres de rebabas.	

Diagrama de flujo del proceso

NUMERO DE PARTE 3.M14S1.02		DESCRIPCION : Cubierta protectora de calor		HOJA 5 DE 5	
AREA: Troqueles				FECHA: Abril 94	
FUENTES DE VARIACION	DIAGRAMA DE FLUJO	SALIDA DE LA OPERACION	INDICADOR DE CALIDAD		
	 Empacar	Piezas liberadas para ensamble al múltiple de admisión. Estándar = 460 pzas/hr	Auditoría final al producto.		
	 Al almacén general	Canastillas con piezas liberadas para ensamble Montacargas de horquilla.			
	 Almacenar en espera de ensamble al múltiple	Piezas liberadas para la línea de ensamble	Cantidad de acuerdo a las necesidades de la línea de ensamble del múltiple de admisión.		

Layout del proceso de la Cubierta Protectora de Calor



Capacidad de producción y su nivel de utilización

Para conocer la capacidad de producción y el grado de utilización que se alcanzará en el momento de estar produciendo el 100% del volumen de producción requerida es necesario realizar un balanceo de línea tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Disponibilidad del equipo = 24 hrs/día. de las cuales se trabajan 15 hrs. en dos turnos.

De las 52 semanas/año, se trabajan 47.5 sem/año, por políticas de la empresa y con 5 días/semana, tendremos:

$47.5 \times 75 = 3,563$ hrs/año. Esto es sin contar sábados y domingos, que en muchos casos se utilizan como complemento para cubrir los imprevistos comunes de cualquier sistema laboral.

Con estas consideraciones deberá conocerse el porcentaje de utilización de la capacidad instalada con el volumen de producción total, a fin de garantizar que se cuenta con la disponibilidad necesaria para surtir sin contratiempos a la línea de ensamble y la entrega al cliente.

En el balanceo de línea se utiliza una base de cálculo definida como:

VT= Tiempo, en minutos, necesario para un volumen de 100 pzas.

Con los datos estándares de tiempo directo por operación, se realiza el balanceo de línea y el cálculo de las capacidades de producción, así como el layout para la *Cubierta Protectora de Calor*, que se muestran en las siguientes páginas.

Estimación del lote económico para la producción de la Cubierta Protectora de Calor.

Op. No.	Demanda Anual (Pzas)	Tarifa C.de T. (N\$/h)	Tiempo de Prep. (h)	Costo de Prep. (N\$)	Costo Unitario (N\$/Pza)	Interés Mensual (%)	Costo de Manl en Inv.	Lote Optimo (Pzas)	No.Lotes Anuales a Producir	Días entre Montaje	Meses de Cobertura
0010	78.000	222.0	0.5	111.0	6.99	1.2%	0.081	14.582	5	56	2.2
0020	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0030	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0040	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0050	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0060	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0070	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0080	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0090	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0
0100	78.000	40.0	0.5	20.0	6.99	1.2%	0.081	6.190	13	24	1.0

El proceso de fabricación por lote se selecciona cuando se pueden trabajar varios productos en los mismos medios de producción, con solo hacer algunos cambios y se alcanzan niveles aceptables de utilización a costos controlados si se trabaja el lote económico.

Balaceo de línea.

Cálculo de VT para el balanceo de línea:

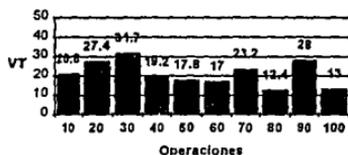
Operación	Descripción	Tiempo hrs/pza	VT mín/100 pzas
0010	Corte de Plantilla	0.00347	20.82
0020	1er Embutido	0.00454	27.24
0030	2º Embutido	0.00528	31.68
0040	Corte completo	0.00320	19.20
0050	Corte pesaña y radio	0.00298	17.82
0060	Doblez exterior	0.00284	17.04
0070	Doblez,emb. y punzonado	0.00368	23.22
0080	Punzonado	0.00207	12.42
0090	Lavado	0.00373	28.02
0100	Empaque	0.00155	13.02
		Σ	=210.48

Número teórico de personas necesarias = (Suma de VT) / (VT máximo)

Número teórico de personas necesarias = (210.48) / (31.68) = 6.6 personas

El siguiente paso es representar gráficamente las relaciones de los **VT vs Operaciones**, después hacer las consideraciones y observaciones necesarias para asignar las tareas, de tal forma que se obtenga una distribución del trabajo repartida equitativamente a fin de obtener cantidades de producción muy similares en cada puesto de trabajo. Esto se representa en las gráficas de **VT vs No de personas**.

VT vs Operaciones



Análisis de la organización del proceso de trabajo

- Las operaciones están numeradas en orden secuencial, de acuerdo a como lo requiere el formado de la pieza, por esta razón no se pueden cambiar de orden.
- Como el proceso es por lote económico, se organizan las operaciones agrupandolas en tres secciones, distribuidas entre cinco personas, esto es:

VT vs No. de Personas



La separación entre cada sección representa un almacenaje de piezas en proceso y las líneas sobre la columna mayor de cada grupo indica el VT mayor que determina la capacidad de producción de cada grupo de operaciones.

La primera sección representa a una sola máquina con su operador, mismo que realiza toda la operación, es decir no trabaja en línea.

En la segunda sección se observa que a las personas 4 y 5 les queda tiempo, no así a las personas 2 y 3. Para balancear sus tareas, a 4 y 5, se les asigna traer y llevar canastillas con piezas.

En la tercera sección se observa un gran desbalanceo: a la persona 5 le queda tiempo de llevar y traer canastillas con piezas, a la persona 4 se le han asignado las operaciones de " lavar y empacar ", sumando un $VT = 28 + 13 = 41$, con esto se formaría un cuello de botella y se estaría limitando la capacidad de producción de las prensas por la ejecución de las operaciones manuales. Para compensar esta diferencia se necesitarían trece horas extras para la persona 4, o bien, asignar otra persona más.

En el caso de asignar otra persona, la número 6, la gráfica del balanceo de línea queda de la siguiente manera:



Si se decide poner a dos personas lavando y empacando, cada una de ellas deberá realizar las dos operaciones de manera independiente, ya que así se obtiene una producción de:

VT= 20.5 min / 100 pzas.

Pzas / hr = (60 min/hr) / (0.205 min/pza) = 292.7 Pzas/hr

Producción con 15 hrs/día; 292.7 x 15 = 4,390

Capacidad muy sobrada.

Producción con un turno de 7.5 hrs/día; 292.7 x 7.5 = 2,195

Capacidad adecuada en línea balanceada.

De otra manera, si una lava y la otra empaqa se tendría una producción de:

Para la operación de lavar:

VT= 28 min / 100 pzas.

Pzas / hr = (60 min/hr) / (0.28 min/pza) = 214.3 Pzas/hr

Producción con 15 hrs/día; 214.3 x 15 = 3,214

Producción con un turno de 7.5 hrs/día; 214.3 x 7.5 = 1,607 pzas/día. para la persona 4

Para la operación de empacar:

VT= 13 min / 100 pzas.

Pzas / hr = (60 min/hr) / (0.13 min/pza) = 461.5 Pzas/hr

Producción con 15 hrs/día; 461.5 x 15 = 6,923

Producción con un turno de 7.5 hrs/día; 461.5 x 7.5 = 3,461 pzas/día. para la persona 6 con un desbalanceo notorio comparando con la producción de la persona 4.

La línea quedaría desbalanceada nuevamente, aún con el número de personas próximo al número teórico calculado, que es de 6.6 personas.

Tablas del cálculo de las capacidades de producción.

Operación 10. Para esta operación la capacidad de producción es de 4,322 pzas./día.

% Utilización	Día 15 Hrs.	1er. Turno	2o. Turno
100	4,322	2,161	2,161
90	3,890	1,945	1,945
80	3,458	1,729	1,729

Para la cantidad de 14,582 piezas del lote económico se requieren 3,34 días.

Capacidad de producción para las operaciones 20, 30, 40, 50 es de 2,840 pzas./día.

% Utilización	Día 15 Hrs.	1er. Turno	2o. Turno
100	2,840	1,420	1,420
90	2,556	1,278	1,278
80	2,272	1,136	1,136

Capacidad de producción para las operaciones 60, 70,80 es de 3.875 pzas./día.

% Utilización	Día 15 Hrs.	1er. Turno	2o. Turno
100	3,875	1,937	1,937
90	3,488	1,744	1,744
80	3,100	1,550	1,550

Capacidad de producción para las operaciones 90,100 es de 2,195 pzas /día/2 personas.

% Utilización	Día 7.5 Hrs	1er. Turno	2o. Turno
100	2,195	2,195	--
90	1,978	1,978	--
80	1,756	1,756	--

Con 2,840 pzas/día que pueden producirse en el grupo de operaciones: 20, 30, 40 y 50, limitantes de todo el proceso, se obtiene una capacidad de:

Capacidad máxima=(2,840 pzas/día)x(5 días/sem)x(47.5 sem/año)= 674, 500 pzas/año

Capacidad al 80% = 539, 600 pzas/año

Para 78,000 pzas/año que requiere el cliente tenemos un porcentaje utilizado de la capacidad de 14.45%

Con estos niveles de utilización, bajo condiciones normales de operación, se garantiza el abasto oportuno al cliente.

CALIDAD

En este capítulo vemos que aspectos se deben considerar para comprender lo que significa Calidad, se define lo que es control, los factores que determinan la calidad en la manufactura de un producto, así como el plan de control, los estudios de habilidad del proceso -expresados a través de los índices Cp y Cpk-, y los medios para la evaluación y el control dentro del proceso de las características críticas que determinan la funcionalidad de la pieza.

CALIDAD

En un sistema de manufactura que trabaje con una filosofía encaminada a la satisfacción total de sus clientes respaldada con tecnología, recursos, planeación y personal motivado y capaz, se buscará cumplir con excelente calidad, de tal manera que ofrezca el mayor valor posible para el consumidor, -- medido por el grado con el que el producto o servicio satisfacen sus necesidades. -- Además de que también represente un nivel adecuado de valor para el fabricante, evaluando si la calidad de diseño es buena. Esto es, si es posible desarrollarlo y fabricarlo mediante un proceso cuyos costos permitan a la empresa obtener un margen de utilidad razonable y competitividad en el mercado.

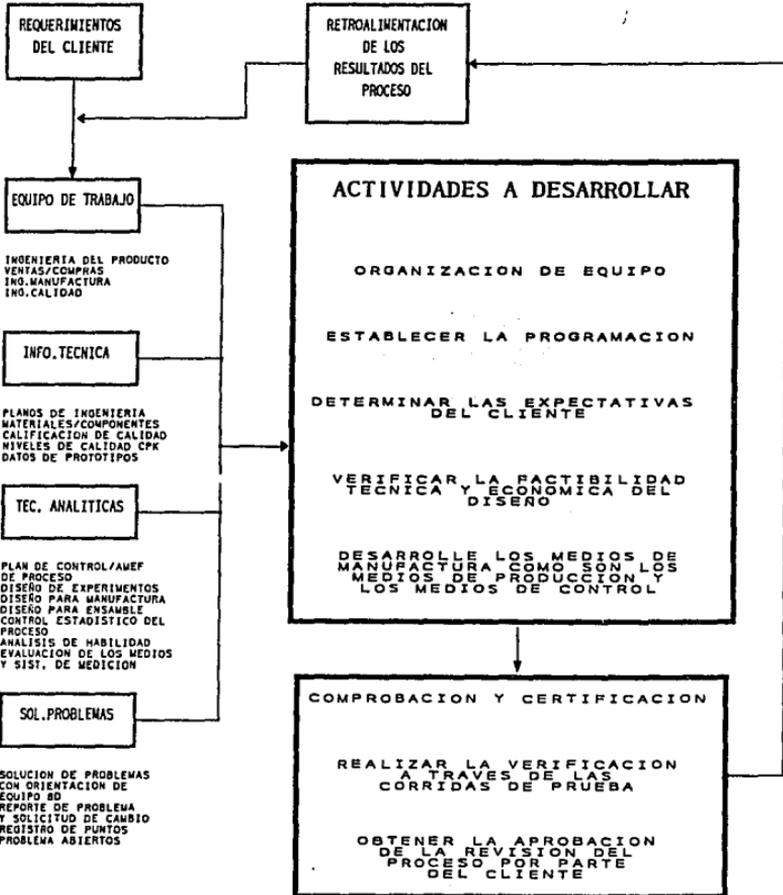
Definiéndose como valor a la relación que existe entre función y costo, esto es:

$$\text{Valor} = \frac{\text{Función}}{\text{Costo}}$$

Donde *Función* es Todo aquello que un producto debe hacer para satisfacer al consumidor, medido a través de la ejecución adecuada, productividad, durabilidad, etc. Y entendiendo como Costo, no solamente la cantidad de dinero sino también el gasto de recursos como: tiempo esfuerzo y dedicación para obtener el bien o servicio.

Todos estos aspectos están involucrados en las diferentes etapas del ciclo de la *Planeación Avanzada de la Calidad*, planteada en el siguiente diagrama.

PROCESO DE PLANEACION DE CALIDAD



En el diagrama se muestra un enfoque amplio de la Planeación Avanzada de la Calidad. El objetivo es dar los pasos secuenciales para crear un plan definitivo de Calidad que controlará los diseños del producto y del proceso, las corridas de prueba y las primeras etapas, de producción dentro del ciclo del desarrollo del producto.

El proceso de la Planeación Avanzada de la Calidad que se muestra en el diagrama está basado en un modelo de Mejora Continua consistente en Entradas incluyendo "La Voz del Cliente", un Proceso y Salidas con una curva de retroalimentación resultante de "La Voz del Proceso". Secuencialmente, la salida de un paso del proceso de planeación de calidad se convierte en entrada de la siguiente del proceso.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

ORGANIZACION DE EQUIPO.

Una planeación de calidad y prevención de defectos efectivas, deben servir de base para integrar el desarrollo, mantenimiento y esfuerzo de mejora de varios departamentos de una compañía. Es extremadamente importante que las actividades de manufactura, ingeniería del producto, calidad y ventas se reúnan tan pronto como sea posible para revisar las necesidades y expectativas del cliente y los requisitos del diseño. El equipo deberá también estimar la factibilidad del proceso de manufactura propuesto, para alcanzar todos los objetivos del programa. A través de la fase de factibilidad y desarrollo, el equipo de planeación de calidad deberá consultar con todos los empleados que resulten afectados por el proyecto. El involucramiento de los operarios de producción, personal de mantenimiento y demás empleados de planta, puede contribuir al proceso de planeación y de ahí que se puedan implantar con efectividad las medidas preventivas para asegurar la fabricación de productos de calidad.

ESTABLECER LA PROGRAMACION

Una parte importante de cualquier proceso de planeación, es el programar eventos clave o acciones que deben llevar a cabo el equipo de planeación. Cada uno de los eventos y acciones, así como su respectiva programación, debe ser determinado en conjunto por todos los miembros del equipo. La programación de todos los eventos y acciones que se llevaron a cabo para la cubierta protectora de calor se muestran en la gráfica de Gantt al finalizar el capítulo I. Esta gráfica podrá ser usada por el equipo de planeación para monitorear el avance y para calendarizar las juntas.

Es muy importante la prevención de defectos, por eso tanto Ingeniería del producto, como Ingeniería de manufactura deben trabajar en conjunto desde el inicio del diseño hasta el lanzamiento del nuevo producto.

DETERMINACION DE LAS EXPECTATIVAS DEL CLIENTE

Los clientes son el centro de atención de todo lo que hacemos. Nuestro trabajo debe hacerse teniendo a nuestros clientes en mente, suministrando mejores productos y servicios que nuestros competidores.

La mejora continua es esencial para el éxito en la fabricación un nuevo producto. Se debe luchar por la excelencia por todo lo que se hace: en un producto, en su seguridad y valor, en el servicio, en las relaciones humanas, competitividad y ganancias.

En este diagrama se diseña la etapa inicial del proceso de planeación de calidad para asegurar que las necesidades y expectativas del cliente se han entendido claramente a fin de que sean consideradas de manera adecuada durante la fase de desarrollo/revisión del diseño del producto, así como durante el desarrollo del proceso de manufactura. En esta etapa el proceso de planeación de calidad se deben dar los pasos iniciales para implementar la prevención de defectos en el diseño del producto y procesos de manufactura.

Para esto, aseguramiento de calidad y manufactura se apoyan en documentos como: El estudio de la habilidad del proceso donde se ven las características críticas del producto.

Hojas de proceso e instrucción de inspección; aquí se ve el proceso que se lleva a cabo y la inspección que debe de hacer el mismo operador con el apoyo de la ayuda visual.

Amef* de proceso; El propósito de un Amef es el de analizar las características del diseño del producto, relativas al proceso de manufactura o ensamble planeado para asegurar que el producto resultante cumple con las necesidades y expectativas del cliente.

Hojas de registro; aquí se registran todos los datos obtenidos por algunos de los medios de control utilizados.

*Amef, Análisis del modo y efecto de la falla

VERIFICAR LA FACTIBILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DEL DISEÑO

En este punto se discuten los elementos del proceso de planeación en los cuales las características y aspectos del diseño son desarrolladas aproximadamente hasta su forma final. Los pasos en que se divide incluye la fabricación de una corrida de prueba para verificar que el producto cumple con los objetivos de la "Voz del Cliente".

Un diseño factible debe ser capaz de cumplir con los volúmenes y programación de producción y al mismo tiempo tener la habilidad de cumplir con los requerimientos de ingeniería, calidad, confiabilidad, costos de inversión, costo por pieza y objetivos de programación.

Para obtener los máximos beneficios de la corrida de prueba, se deberá utilizar procesos y equipos de manufactura que sean iguales o lo más similares a los que se utilizarán en la producción normal.

DESARROLLO DE LOS MEDIOS DE MANUFACTURA COMO SON LOS MEDIOS DE PRODUCCION Y LOS MEDIOS DE CONTROL

Este módulo trata sobre los aspectos principales del desarrollo de un sistema de manufactura y sus correspondientes planes de control para obtener productos de alta calidad, iniciando con las corridas de prueba.

Este es el siguiente paso del proceso de Planeación de Calidad para asegurar el amplio desarrollo de un sistema de manufactura efectivo. Este sistema deberá asegurar que las necesidades y expectativas del cliente, expresadas en forma de requerimientos de diseño del producto; estas son interpretadas, desplegadas y controladas en procesos de manufactura y ensamble. En esta etapa del proceso de Planeación de Calidad, se establecerá un plan de control para lograr y monitorear la habilidad de manufactura en planta.

Las Entradas, Salidas, y Técnicas analíticas aplicables a la etapa del proceso de este módulo son las siguientes:

Entradas

- Listado de características críticas y relevantes
- Sistemas de Calidad efectivos
- Reporte de la Auditoría
- Especificaciones de Empaque

Salidas

- Distribución de la planta
- Diagrama de flujo del proceso
- Amef de proceso
- Plan de control
- Instrucciones para el Monitoreo del proceso

Técnicas Analíticas

- Diseño de experimentos (Proceso)
- Diagrama de Causa y Efecto

Calidad total

Ahora es más fácil comprender que Calidad total significa aplicar controles efectivos que aseguren el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones desde el recibo de las materias primas, a lo largo de todo el proceso de fabricación, en el producto terminado hasta su entrega al cliente y además respaldado por el servicio postventa y las garantías que se otorgan durante la vida estimada del producto o vigencia del servicio.

Para lograr todo esto se necesita efectuar continuamente análisis basados en una gran cantidad de datos empleando técnicas de estadística, obtenidos del monitoreo en puntos estratégicos del proceso para mantenerlos dentro de control.

Control

Es un ciclo planeado de actividades, instituido para medir y si es necesario corregir el comportamiento de todo sistema y subsistema de tal forma que los objetivos y actividades se lleven de acuerdo a lo planeado.

El control consta de los cuatro pasos siguientes cada uno de los cuales son indispensables:

- a) Planeación.
- b) Ejecución.
- c) Evaluación.
- d) Acción correctiva.

Los factores que determinan la calidad en la manufactura de un producto son los siguientes:

- Materia prima
- Método de fabricación
- Maquinaria y equipo
- Mano de obra : actitud y destreza del personal
- Medio ambiente

En la industria, la inspección de los materiales y de las piezas a su llegada, el mantenimiento y la comprobación de las máquinas, la calibración de los instrumentos de medición, el proveer capacitación técnica y entrenamiento a los operadores, el establecer normas necesarias que sirvan de guía, contribuyen todos a evitar productos o servicios de mala calidad.

A través del tiempo han surgido técnicas de control de calidad, una de ellas es el control estadístico del proceso, mediante este podemos ver como las principales fuentes de variación de un proceso son la combinación de los cinco elementos antes mencionados.

Los métodos estadísticos nos permiten observar lo que ocurre en el proceso a través del tiempo. Su papel no es la inspección, no es separar las partes buenas de las malas, sino controlar y mejorar el proceso de una manera preventiva.

En otras palabras se puede resumir que *Calidad es todo lo que el cliente quiere*, expresado a través de las funciones principales y características a controlar para las cuales es posible obtener un valor numérico. Buscando disminuir en lo posible todas aquellas características subjetivas o abstractas difíciles de evaluar.

Plan de Control/ Amef y Hojas de Instrucción de Inspección

Las funciones principales y características a controlar para la cubierta protectora de calor ya definidas anteriormente se registrarán en el plan de control y análisis del modo y el efecto de la falla (AMEF), y deberán traducirse en las hojas de control de proceso e instrucciones de inspección, mismas que deberán publicarse en cada estación de trabajo, para garantizar su cumplimiento en el proceso. Estos documentos se muestran en las siguientes 11 páginas.

El AMEF es una técnica sistemática de trabajo y un auxilio para el orden de las ideas, respecto a puntos débiles, referentes a un producto y su proceso de fabricación.

Los AMEF's son útiles en el desarrollo y fabricación de un nuevo producto, en nuevos procedimientos de fabricación en caso de piezas de seguridad y piezas problema, así como, especialmente en cualquier modificación del producto ó método de elaboración.

PLAN DE CONTROL DE PROCESO / AMEF

NOMBRE DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR PROCESO: TROQUELADO NUMERO DE PARTE: 2, M1481, 82	FABRICANTE: FUG CAMARERA GARZIZ 1) MANUFACTURA: A. DEL 2) NRO DE CALIDAD: N. IGLESIAS 3) NRO PRODUCTO: P. RODRIGUEZ 4) PRODUCCION: A. PANAGUJA	APROBACION: 1) MANUFACTURA: AS 2) ASEO DE CALIDAD: N. GUTIERREZ	FECHA DE ELABORACION: ABRIL 84 REVISION No.: 1 FECHA DE REVISION: ENERO 93 NIVEL DE INGENIERIA: 4	HOJA: 2 DE: 2
--	--	---	--	---------------

No. OP.	DESCRIPCION E IDENTIFICACION DEL PROCESO	EVALUACION O VOLUNTARIA	Tip. O. (1)	P.	E.	C.	NIVEL DE LA FALLA POTENCIAL	EFFECTO DE LA FALLA POTENCIAL	CAUSAS DE LA FALLA POTENCIAL	EVALUACION DE LA FALLA POTENCIAL	E. S. V.	O. C. V.	D. T. V.	N. OP.	FACTOR DE CONTROL	N. NIVEL DE CONTROL	N. NIVEL DE CONTROL	MUESTREO FRECUENCIA Y METODO	FECHA	NIVEL DE INSPECCION	PUNTO DE REACCION
00	COMPLETA EN BARRIO	PIEZAS DE LA PIEZA	FP	-	-	8	PIEZAS CON LAMINA DE TENSION MAYOR BAJA	IMPULSION DEBILITADA DEL PLACAMIENTO	CONDICIONES DE LAS OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON ESTERIOR EN LA CAMARERA DE LA MAQUINA	6	2	2	20	C. O.	---	MAQUINA	REVISION	NO SE OPERADOR OPERA EN BARRIO	MAQUINA	BUENA CALIDAD DE LA PIEZA POR TENSOR DE OPERACIONES OPERAR LA CAMARERA DE LA MAQUINA	
01	EMPUJE, ENBARRIO Y PUNDEADO	POSICION DE LAS PIEZAS EN EL BARRIO DE S. E.	SP	-	8	-	DEFORMACION FUERA DE ESPECIFICACION	FORZAS DE EMPUJE AL MAQUINA	DEFORMACION DE LAS OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON	8	2	2	40	T. C.	REBABA	CAPTA P.	NO SE OPERADOR OPERA EN BARRIO	MAQUINA	CAUSE PARA NO PUNDEADO DE LAS PIEZAS	APUNTO DE CAMARERA EN PUNTO DE INSPECCION DE CALIDAD DE LA PIEZA	
02	PUNDEADO DE BARRIO	POSICION DE LAS PIEZAS EN EL BARRIO DE S. E.	SP	-	8	-	PIEZAS CON LAMINA FUERA DE ESPECIFICACION	DEFORMACION AL MAQUINA	DEFORMACION DE LAS OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON	8	2	2	40	T. O. A.	REBABA	CAPTA P.	NO SE OPERADOR OPERA EN BARRIO	MAQUINA	CAUSE PARA NO PUNDEADO DE LAS PIEZAS	APUNTO DE CAMARERA EN PUNTO DE INSPECCION DE CALIDAD DE LA PIEZA	
03	LAMINA	AFERENCIA DE LAS PIEZAS EN EL BARRIO DE S. E.	FP	-	-	8	PIEZAS BARRIO DEFORMACION CON OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON	DEFORMACION DE LAS OPERACIONES	CONDICIONES DE LAS OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON	6	2	2	20	C. O.	---	MAQUINA DE BARRIO	REVISION	NO SE OPERADOR OPERA EN BARRIO	MAQUINA	LAMINA EN BARRIO DEFORMACION DE LAS PIEZAS	
04	IMPACTO	PIEZAS EN BARRIO	FP	-	8	-	PIEZAS MAL ACOMODADAS	DEFORMACION DE LAS OPERACIONES	CONDICIONES DE LAS OPERACIONES Y JERONIMO VALANCON	7	2	2	20	O.	---	MAQUINA DE BARRIO	REVISION	NO SE OPERADOR OPERA EN BARRIO	MAQUINA	CAUSAS MAL ACOMODADAS	

ABREVIATURAS:

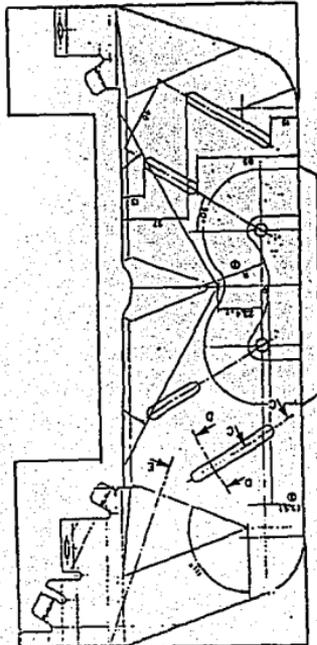
- (1) TIPO: SP EN PROCESO, FP TERMINADA EN PROCESO, SP+ DENTRO DE PROCESO E INDICADA EN BARRIO.
 (2) NIVEL DE IMPORTANCIA: P= PROCESO A= ENSEMBLE, C= CLIENTE.
 (3) FACTOR DE CONTROL: S= AJUSTE, M= MAQUINARIA, O= OPERADOR, C= COMPONENTES / MATERIALES, T= HERRAMIENTAS, P= MANTENIMIENTO PREVENTIVO, F= FLUJACION / PALETS.

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 1 DE : 9

AREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE 3.M1451,02	NIV. ING. 04 14-01-94	1	2	3 min	4 min.	5 min.	TZ min.	VT min/ 100 pz	No. REV. 4	FECHA: SEPT - 93	APLICACION: SISTEMA DE INSPECCION VW DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GL FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR80	1	A	30.0	15.0	25.0	0.208	21.00	REVISO:		

I T E M	No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM/ INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
No.	<p>0010 CORTE DE PLANTILLA</p> <p>EN ESTA OPERACION LA MAQUINA TIENE UN ALIMENTADOR DE MATERIAL EL CUAL AVANZA CONFORME SE VA REALIZANDO EL CORTE. EL OPERARIO PRESIONA EL BOTON DE AVANCE DE LA LAMINA.</p> <p>CUANDO SE REALIZA EL CORTE EL OPERARIO SEPARA LA PIEZA DE LA LAMINA Y LAS ACOMODA A UN LADO. AL ACUMULARSE EL MATERIAL EL OPERARIO CUENTA LAS PIEZAS (60) Y LAS ACOMODA EN LA CANASTILLA.</p> <p>VERIFICAR: EXCESO DE REBABA</p>	100 % OPERADOR 3% CONTENEDOR AUDITOR	PRENSA SCHMID 160 T ALIMENTADOR DE MATERIAL TROQUEL DE UNA PIEZA PARA CORTE DE PLANTILLA N° 856 TOC40	VISUAL



NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A= MAQUINA ; T= ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 2 DE 8

AREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE 3,M1451,02	NIV. ING. 04 14-01-84	1	2	3	4	5	TZ	VT	No. REV.	FECHA:	APLICACION:
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GIL FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR80-1	2	A	30.0	15.0	25.0	0.272	27.00	4	SEPT - 93	SISTEMA DE INYECCION VVV DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR

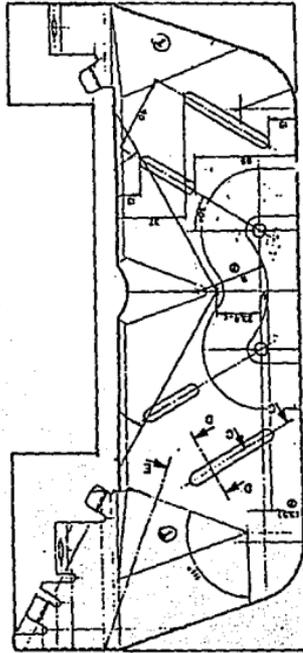
I T E M	No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM/ INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
1	0020 1ER. EMBUTIDO EL OPERADOR LUBRICA LA PARTE QUE SE EMBUTE Y COLOCA LA PIEZA A TOPE EN EL TROQUEL. EL OPERADOR SACA LAS MANOS Y LA PARTE SUPERIOR DEL TROQUEL BAJA Y SE HACE EL PRIMER EMBUTIDO, DESPUES COLOCA LAS PIEZAS A UN LADO HASTA JUNTAR 60 PZAS Y LAS BAJA A LA CARASTILLA DE PIEZAS CON LA SEGUNDA OPERACION.		PRENSA HIDRAP 60 T TROQUEL DE UNA PIEZA 1er. EMBUTIDO	
1	VERIFICAR: ESPESOR DE PARED	5 PZAS/4 HRS	MICROMETRO DE PUNTAS	
2	ALTURA DE LA FORMA EMBUTIDA APARIENCIA GENERAL: • SIN ARRASTRES • SIN FRACTURAS • SIN GRIETAS • SIN MARCAS DE REBABA	5 PZAS/4 HRS 100 % OPERADOR 3 % CONTEODOR AUDITOR	BASE PARA INDICADOR RELOJ INDICADOR VISUAL	

NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A = MAQUINA ; T = ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 3 DE : 9

AREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE 3.M1451.02	NIV. ING. 04 14 01-94	1	2	3 min	4 min.	5 min.	TZ min.	VT min/ 100 pt	No. REV. 4	FECHA: SEPT - 93	APLICACION: SISTEMA DE INYECCION VW DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GIL FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR80-2	3	A	30.0	15.0	25.0	0.317	32.00	REVISO:		

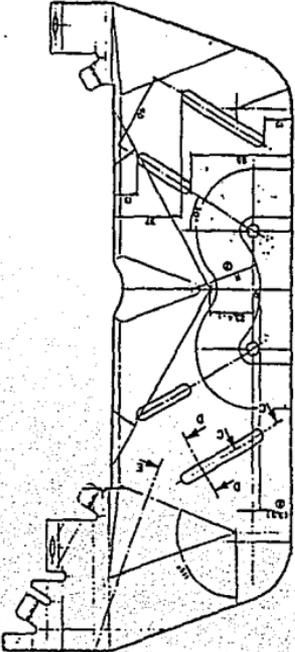
No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM / INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
<p>I T E M</p> <p>No.</p> <p>0030 2DO. EMBUTIDO</p> <p>EL OPERADOR AYUDANDOSE DEL PRIMER EMBUTIDO LOCALIZA LA POSICION CORRECTA DE LA PIEZA ESTO LO HACE CON LAS DOS MANOS. EFECTUA EL SEGUNDO EMBUTIDO CORRECTAMENTE AL TERMINO DE CADA OPERACION SE LIMPIA EL TROQUEL PARA NO MALTRATAR LAS SIGUIENTES PIEZAS POR REBASAS QUE PUDIERAN QUEDAR DENTRO DEL TROQUEL.</p> <p>VERIFICAR:</p> <p>1 ESPESOR DE PARED EN EL AREA EMBUTIDA</p> <p>APARIENCIA GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SIN ABRASTRES • SIN FRACTURAS • SIN GRIETAS • SIN MARCAS DE REBABA Y SIN DEFORMACIONES 	<p>5 PZAS/4 HRS</p> <p>100 % OPERADOR 3% CONTENEDOR</p>	<p>PREISA HIDRAP 60 T TROQUEL DE UNA PIEZA 2do EMBUTIDO</p> <p>MICROMETRO DE PUNTAS</p> <p>VISUAL</p>	

NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A= MAQUINA ; T= ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 4 DE 9

AREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE J.M1451.02	NIV. ING. 04 14-01-94	1	2	3 min	4 min	5 min	TZ min	VT min/ 100 pt	No. REV. 4	FECHA: SEPT - 93	APLICACION: SISTEMA DE INYECCION VW DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GIL: FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR75	4	A	30.0	15.0	25.0	0.191	19.00	REVISO:		DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR

No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM/ INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
<p>I T E M No.</p> <p>0040 4a. OPERACION .CORTE COMPLETO</p> <p>LAS DOS OPERACIONES ANTERIORES SIRVEN DE APOYO PARA LOCALIZAR LA MEJOR POSICION DE LA PIEZA Y LLEVAR A CABO EL CORTE DE LA SILUETA DE LA PIEZA. DESPUES DE CADA CORTE SE LIMPIA EL TROQUEL PARA QUE NO EXISTA NINGUNA REBABA QUE PUEDA AFECTAR EL ACABADO DE LA PIEZA.</p> <p>VERIFICAR: CORTE SIN REBABA EXCESIVA</p>	<p>100 % OPERADOR 3% CONTENEDOR</p>	<p>PRENSA WENGMARTEN 75 T TROQUEL DE UNA PIEZA CORTE COMPLETO</p> <p style="text-align: center;">VISUAL</p>	

NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A - MAQUINA; T - ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 7 DE 9

AREA DIVISION FUNCION Y TROCUELES LINEA: TROCUELES	No DE PARTE 3JM1451,02	NIV. ING. G4 14-01-84	1	2	3	4	5	TZ	VT	No REV.	FECHA:	APLICACION: SISTEMA DE INYECCION VV DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR
ELABORO: F. CAMARENA REVISO: A. GIL FECHA DE EMISION: ABRIL '83.	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR890-2	7	A	30.0	15.0	25.0	0.232	23.00	4	SEPT - 83	REVISO: _____

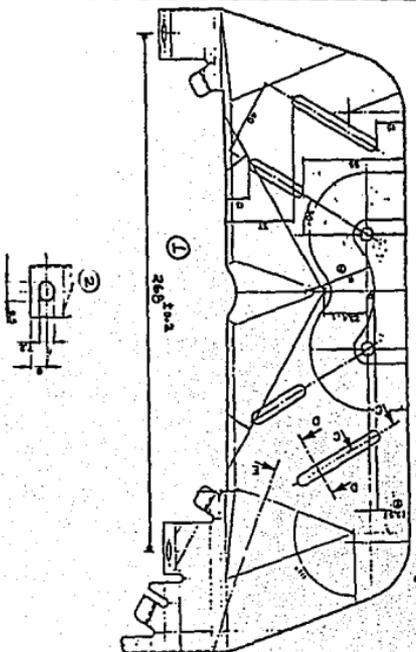
I T E M	No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM / INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
	0070 7a OPERACION DOBLEZ, EMBUTIDO Y PUNZONADO EL OPERADOR LOCALIZA LA MEJOR POSICION DE LA PIEZA BASANDOSE EN LAS OPERACIONES ANTERIORES Y LUBRICA LA PARTE DONDE SE REALIZA EL EMBUTIDO, AQUI ES MUY IMPORTANTE LA POSICION YA QUE TAMBIEN SE REALIZA EL PUNZONADO, Y EL DOBLEZ COMO SE INDICA EN EL PLANO DEL PRODUCTO DESPUES DE QUE SE REALIZA LA OPERACION EL OPERADOR LIMPIA EL TROCUEL PARA QUE NO HAYA REBABA DENTRO DEL TROCUEL QUE PUEDA MALTRATAR LAS SIGUIENTES PIEZAS		PRENSA HERRAP 80 T TROCUEL DE UNA PIEZA 7a DOBLEZ, EMBUTIDO Y PUNZONADO	
1	VERIFICAR: 2 DIAMETRO DE BARREOS ALTURA DE TRES PESTAÑAS APARENCIA GENERAL: • SIN ARRASTRES • SIN FRACTURAS • SIN GRIETAS • SIN MARCAS DE REBABA	5 PZAS / 4 HRS 5 PZAS / 4 HRS 100% OPERADOR 2% CONTENIDOR AUDITOR	GAUGE PASA- NO PASA BASE PARA INDICADOR RELOJ INDICADOR VISUAL	

NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A= MAQUINA; T= ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 8 DE : 8

AREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE 3.M1451,02	NIV. ING. 04 14-01-94	1	2	3 min.	4 min.	5 min.	TZ min.	VT min/ 100 pz	No. REV. 4	FECHA: SEPT - 83	APLICACION: SISTEMA DE INSPECCION VV DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GIL FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3TR80-3	8	A	30.0	15.0	25.0	0.124	7.44	REVISO:		

I T E M No.	No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)	FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM/ INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.	
	0080 8a OPERACION . PUNZONADO DE OJALES EL OPERADOR COLOCA LA PIEZA EN POSICION PARA QUE SE REALICE EL PUNZONADO EN EL LUGAR INDICADO EN EL PLANO DEL PRODUCTO . VERIFICAR:		PRENSA HIDRAP 60 T TROQUEL DE UNA PIEZA 8a. PUNZONADO DE OJALES	
1	POSICION DE DOS OJALES	5 PZAS / 4 HRS	DISPOSITIVO PARA POSICION	
2	DIMENSIONES DE DOS OJALES CORTE SIN REBABA EXCESIVA Y APARIENCIA GENERAL: <ul style="list-style-type: none"> • SIN ARRASTRES • SIN FRACTURAS • SIN GRIETAS • SIN MARCAS DE REBABA Y SIN DEFORMACIONES 	5 PZAS / 4 HRS 100% OPERADOR 3% CONTENEDOR AUDITOR	CALIBRADOR VERNIER VISUAL	

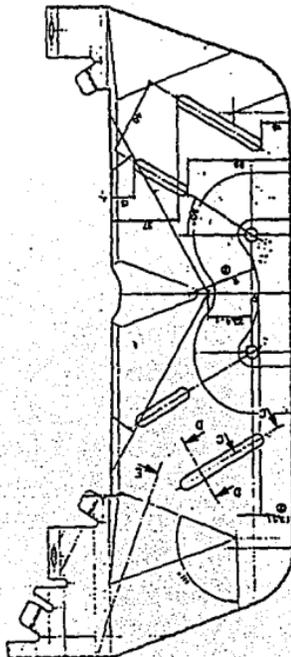
NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A= MAQUINA ; T= ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
 LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

HOJA DE PROCESO E INSTRUCCION DE INSPECCION

HOJA: 8 DE : 8

ÁREA: DIVISION FUNDICION Y TROQUELES LINEA: TROQUELES	No. DE PARTE 3M1451.02	INV. ING. 04 14-01-94	1	2	3 min	4 min.	5 min.	TZ min.	VT min/ 100 pz	No. REV. 4	FECHA: SEPT-93	APLICACION: SISTEMA DE INYECCION W/W
ELABORO: F. CAMARENA: REVISO: A. GIL FECHA DE EMISION: ABRIL '93:	DESCRIPCION DE LA PIEZA: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR	C. T. 3RELA 3TR95	1	A	30.0	15.0	25.0	0.280 0.130	28 13	REVISO:		DESCRIPCION: CUBIERTA PROTECTORA DE CALOR

No. Y DESCRIPCION DE LA OPERACION (CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACION)		FRECUENCIA DE INSPECCION	MAQUINA / DISP. HERRAM/ INSTRUM. DE MED. / DESCRIP. Y NUMERO.
I T E M No.	0090 LAVAR . EL OPERADOR TOMA PIEZAS CON RESTOS DE LUBRICANTE Y LAS SUMERGE EN EL BAÑO DE LA LAVADORA. LAS DEJA REPOSANDO PARA QUE SE DISUELVA TODO EL ACEITE. LUEGO LAS VA SACANDO Y LAS COLOCA EN EL AREA PARA SU ESCURRIMIENTO Y EVAPORACION DEL LIQUIDO DE LAVADO. VERIFICAR: APARIENCIA GENERAL: <ul style="list-style-type: none"> SIN RESTOS DE LUBRICANTE U OTRO RESIDUO. SIN FRACTURAS SIN GRIETAS SIN MARCAS DE REBABA 	100% OPERADOR 3% CONTENEDOR AUDITOR	TINA DE LAVADO CON BARO EN CALIENTE CHARDLA PARA ESCURRIMIENTO CANASTILLAS PARA PIEZAS LAVADAS VISUAL
	0100 EMPACAR. EL OPERADOR TOMA PIEZAS LIMPIAS Y LAS ACOMODA EN LA CANASTILLA PARA ENVIARLAS AL AREA DE ENSAMBLE. VERIFICAR: PIEZAS BIEN ACOMODADAS	100% OPERADOR	VISUAL



NOTAS: 1) No. DE ESTACION 2) A= MAQUINA ; T= ESTACION DE TRABAJO 3) PREPARACION 4) LIMPIEZA 5) VERIFICACION
LOS NUMEROS DE LAS CARACTERISTICAS DEBEN VERIFICARSE EN EL CROQUIS

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Medios para controlar las características de la cubierta protectora de calor y valores obtenidos

Para evaluar las características a controlar durante la ejecución de las operaciones se emplean los siguientes medios de control:

- Base con indicador de alturas.
- Calibrador pasa no pasa para posición de dos barrenos y dos ojales.
- Calibrador vernier digital para diámetro de dos barrenos.
- Calibrador vernier digital para altura de tres pestañas.

Los valores obtenidos de una muestra de 60 piezas, durante la corrida de prueba, correspondientes al estudio de habilidad del proceso y sus valores de Cp y Cpk para liberación del proceso, previa a la producción en serie se muestran en la tabla de resultados del estudio de habilidad del proceso.

Estudios de Habilidad del Proceso Cp y Cpk

El objetivo del estudio de habilidad de proceso es que una vez determinada que una gráfica se encuentra dentro de control estadístico, es importante evaluar la habilidad que nos indicará si el proceso cumple con las especificaciones de ingeniería en forma consistente.

La forma de evaluar la habilidad en los procesos es a través de los índices Cp y Cpk, cuyo cálculo involucra la determinación de los posibles porcentajes (Z_{min}) de piezas con medidas fuera de los límites especificados.

El parámetro Cp esta definido como la comparación entre la variación permitida y la variación del proceso.

$$Cp = \frac{\text{Tolerancia total Permitida}}{\text{Variación Actual del Proceso}}$$

$$Cp = \frac{\text{Limite Superior de Especificación} - \text{Limite Inferior de Especificación}}{6 \text{ sigma}}$$

Cpk evalúa la variabilidad del proceso con respecto a la medida nominal y se calcula de la siguiente forma:

$$Cpk = \frac{Z_{min}}{3}$$

Se ha establecido que un valor de Cp=1.33 para +- 4sigma son los requerimientos mínimos para decidir que un proceso es potencialmente hábil. Un valor menor a 1.33 representa un proceso no hábil, ya que se presentarían piezas con dimensiones fuera de tolerancia por arriba o por abajo de lo permitido.

Para evaluar el comportamiento del proceso controlado mediante gráficas por atributo tipo pasa - no pasa, el procedimiento es el siguiente:

- a) Se calcula P, es la fracción de piezas que no cumplen con lo especificado.
- b) La habilidad estaría dada por $C_p = (1 - P)$
- c) Se tomara un proceso hábil cuando el valor este por arriba del 99,994.

A continuación se muestra la tabla de valores obtenidos para la cubierta protectora de calor.

Tabla de valores obtenidos para la cubierta protectora de calor.

	Altura 21±0.2	Posición A 32±0.1	A Ø 6.4±0.2	Posición B 30±0.1	B Ø 6.4±0.2	Posición Ojal A 12±0.2	Posición Ojal A 8±0.2	Ojal A Ø 7.2±0.2	Ancho 9.5±0.2	Posición Ojal B 12±0.2	Posición Ojal B 8±0.2	Ojal B Ø 7.2±0.2	Ancho 9.5±0.2	Distancia 26.8±0.2	Altura tres pestañas P1: 4-0.2 P2: 4-0.2 P3: 4-0.2
Promedio	22.90	29.98	6.38	30.00	6.38	12.14	8.12	7.16	9.61	12.10	8.06	7.22	9.56	268.15	3.88 3.83 3.91
Sigma	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02 0.01 0.01
3Sigma	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.16	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.05 0.03 0.02
6Sigma	0.05	0.05	0.07	0.07	0.10	0.31	0.10	0.05	0.03	0.01	0.03	0.07	0.02	0.05	0.09 0.06 0.04
Cp	7.70	3.85	2.75	2.75	3.85	1.28	3.85	7.70	15.40	38.50	15.40	5.50	16.74	7.55	0.05 0.05 0.05
Cpk	4.03	2.49	2.73	2.73	4.63	0.39	1.56	9.06	7.13	18.68	10.98	4.93	11.99	2.07	2.64 5.53 4.24
L.S.E.	23.20	30.10	6.60	30.10	6.60	12.20	8.20	7.40	9.70	12.20	8.20	7.40	9.70	268.20	4.00 4.00 4.00
L.I.E.	22.80	29.90	6.20	29.90	6.20	11.80	7.80	7.00	9.30	11.80	7.80	7.00	9.30	267.80	3.80 3.80 3.60
T.T	0.40	0.20	0.40	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.20 0.20 0.20
Máximo	22.92	29.98	6.39	30.02	6.39	12.23	8.15	7.18	9.61	12.11	8.08	7.24	9.56	268.16	3.90 3.85 3.92
Mínimo	22.88	29.85	6.37	29.98	6.33	12.05	8.09	7.15	9.60	12.10	8.05	7.20	9.55	268.13	3.85 3.81 3.80
Rango	0.03	0.03	0.02	0.04	0.06	0.18	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.05 0.04 0.02
Nominal	23.00	30.00	6.40	30.00	6.40	12.00	8.00	7.20	9.50	12.00	8.00	7.20	9.50	268.00	4.00 4.00 4.00

COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO

Se destacan los aspectos más importantes a considerar en la comercialización de un producto como lo son: la producción anual, vida del producto, costos de materiales y de cada centro de trabajo, concluyendo con el precio de venta.

COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO

Determinación del precio de venta

La importancia de establecer un precio apropiado para un nuevo producto no puede ser subestimada, ya que esto afectaría a la empresa que lo vende o al cliente consumidor. Un precio de venta que permita cubrir todos los gastos y deje una utilidad normal, deriva de métodos competitivos de manufactura y comercialización, combinando la planeación avanzada de la calidad con un cálculo metódico de costos y desembocando en la preparación de la cotización.

La creación de bienes y la prestación de servicios siempre están vinculados a la utilización de recursos formados por los medios de elaboración, personas, consumo de materiales y de recursos financieros. La valoración de todo lo anterior en unidades monetarias, es lo que aplicaremos como costos. En el capítulo de Calidad se puede ver el concepto de costo, desde el punto de vista del servicio al cliente.

Por regla general, los consumos de recursos, se refieren a un período contable; por ejemplo, un año o un mes y, finalmente, son traducidos a una unidad básica de utilización como: costo estándar por hora, costo por pieza, por metro, por kilogramo, etc.

Los elementos del costo relacionados con la manufactura de un producto, en general, se clasifican como sigue:

- 1) Costo por material y mano de obra dan el costo primo.
- 2) Costo primo, sumado al costo por dirección de empresa, dan el costo de fabricación.
- 3) Costo de fabricación, sumado al gasto por administración, dan el costo de producción.
- 4) Costo de producción, sumado al gastos de venta, dan el costo total.
- 5) Costo total, sumado a la utilidad, dan el precio de venta.
- 6) Costos especiales independientes del costo unitario del producto.

Partiendo del hecho de que solamente se seleccionarán productos cuya fabricación resulte atractiva económicamente hablando, es necesario determinar con exactitud todos los costos y recargos para estar en posibilidad de fijar un precio mínimo de venta que resulte atractivo para el cliente y para la ocupación de la capacidad instalada.

Debe ser práctica común el incluir a la cotización el resumen de las consideraciones sobre factibilidad y las características críticas de calidad que deben ser cumplidas por el producto, buscando ser lo más competitivo posible al ofrecer servicio, calidad y precio.

RELACION ENTRE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y COTIZACION.

La cotización del producto deberá estar basada en los datos provenientes de un estudio de factibilidad, a fin de que al llegar a la producción en serie no se descubran sorpresas desagradables en los costos, o en el precio de venta, ni en los niveles de calidad esperados en los procesos.

Empleando los datos obtenidos al desarrollar el estudio de factibilidad técnico económica, es posible calcular programas de producción que arrojan ganancias óptimas o que permiten la toma de decisiones en la política de ventas. Por ejemplo, en el caso concreto de mantener vigente el programa de desarrollo de la manufactura de un producto que arroja una utilidad negativa, se sabrá, que la producción de dicho artículo, no es interesante para la empresa; a menos que existan motivos comerciales que la obliguen a seguir llevando adelante tal o cual programa subsidiado. Sin embargo, es conveniente comprobar el éxito comercial de tal arreglo.

En el caso de artículos con utilidad positiva hay que estudiar, a detalle, el efecto económico que produce una limitación de la capacidad instalada y también que pasa cuando se subutiliza dicha capacidad.

Finalmente, también se debe aplicar el cálculo de valores de relación tales como *productividad*, *economía* y *rentabilidad*, para usarlos como indicadores del cumplimiento de los objetivos económicos establecidos por la empresa.

ANALISIS DE COSTOS

La metodología empleada para calcular los costos debe contemplar los siguientes aspectos básicos:

- a) Catálogo con datos estándar de materiales, tiempos y costos.
- b) Catálogo de centros de trabajo con datos de costos por hora.
- c) Catálogo de cuentas y subcuentas.
- d) Sistema de registro y manejo de datos para costeos periódicos.
- e) Supervisión de costos y precios de venta.

Por regla general se clasifican en costos directos y costos indirectos. **Los costos directos** son aquellos costos referidos a períodos y concuerdan con las erogaciones por finalidad tales como el consumo de materias primas y materiales auxiliares que se utilizan para la producción durante un período contable. También incluyen sueldos, salarios y servicios pagados a terceros, las amortizaciones así como también los impuestos y gravámenes públicos.

Los costos adicionales o los costos especiales que no pueden imputarse directamente a la producción de bienes y a la prestación de servicios, aún así, se deben tener en cuenta en el cálculo de costos como **costos indirectos**. Por lo general representados como un porcentaje de los costos básicos directos.

El cálculo de costos se efectúa principalmente en los pasos siguientes:

- 1) Registrar por tipos de costos.
- 2) Cargar los costos por centros de trabajo y por productos.
- 3) Utilizar los datos de costos para medir la actividad del establecimiento.
- 4) Controlar la utilidad real y la disposición de los recursos financieros en función del tiempo.

Las tareas relacionadas al cálculo de costos son competencia del área contable de la empresa. A saber son las siguientes:

- Registrar todos los costos que se presentan.
- Desglosarlos por tipo de costos.
- Contabilizarlos según su tipo.
- Distribuirlos sobre los centros de trabajo que los originan.
- Distribuirlos sobre los productos o servicios prestados.
- Determinar los porcentajes de costos indirectos.
- Determinar los valores de relación o indicadores de la empresa.

De toda la documentación auxiliar se obtiene el balance de costos de fabricación, de donde se obtendrán los porcentajes de costos indirectos de acuerdo a una llave de distribución.

En términos generales puede decirse que mientras más costos puedan determinarse como directos, tanto mayor será la exactitud del cálculo.

Existe también la clasificación de los costos según su variabilidad en relación con la cantidad elaborada y con el periodo de tiempo. Estos son *costos variables* y *costos fijos*.

COSTO POR MATERIALES.

El costo del producto por concepto de materiales ocupa un porcentaje importante del costo total en la industria metal mecánica, por esta razón deberá realizarse una determinación exacta de las cantidades que intervienen en el producto final, misma que deberá incluir aquellas pérdidas que ocurren durante su proceso. Para este producto se considera la pérdida de material por un valor del 0.03%. Entonces:

Costo por materiales = (Peso de la pieza) x (Pérdida de material) x (Costo del material)

Costo por materiales = (0.3050 Kg/Pz) X (1.0003) X (11.58 N\$/Kg) = 3.533 N\$/Pza.

De igual manera para los componentes de compra, se deberá considerar un cierto porcentaje de merma que influye en su costo.

Para este caso no hay otros componentes, quedando entonces:

Costo por concepto de materiales y componentes = 3.533 N\$/Pza.

DEFINICION DE LOS CENTROS DE TRABAJO. COSTO POR HORA.

Los centros de trabajo son los sectores de la empresa en los que surgen los costos y gastos. En general, se consideran los siguientes:

- 1) Centros de costos generales.- Terrenos, oficinas, servicios.
- 2) Centros de trabajo principales.- Son todos aquellos donde se transforman las materias primas en productos terminados.
- 3) Centros de trabajo auxiliares.- Ingeniería, Desarrollo Técnico, Manufactura, Diseño, Taller de Fabricación, Reparación de Herramientas y Mantenimiento.
- 4) Manejo de materiales. Compras, Almacenes, Transportes.
- 5) Centros de distribución y ventas, servicio post-venta.

El departamento de Contabilidad clasifica y asigna números de cuenta para registrar y distribuir los costos directos e indirectos originados por cada centro de trabajo obteniendo las tarifas horarias para cada uno de ellos y los porcentajes de recargos por concepto de administración y ventas. Estas tarifas deben ser revisadas, al menos una vez al año.

Los centros de trabajo, y sus costos por hora, establecidos para el producto son los siguientes:

Centro de Trabajo	Código del C. de T.	Tarifa de Mano de obra (N\$/h)	Tarifa de Gastos de Fabricación (N\$/h)
Prensa Schmid 160T	3TR60	10.06	211.51
Prensa Hidrap 60T	3TR80-1	7.95	29.82
Prensa Hidrap 60T	3TR80-2	7.95	29.82
Prensa Weingarten 40T	3TR75	7.95	33.37
Prensa Hidrap 60T	3TR80-3	7.95	29.82
Prensa Hidrap 60T	3TR80-1	7.95	29.82
Prensa Hidrap 60T	3TR80-2	7.95	29.82
Prensa Hidrap 60T	3TR80-3	7.95	29.82
Lavadora	3RELA	7.95	33.44
Empaque	3TR95	7.95	15.59

Con estos datos, y conociendo la ruta de fabricación del producto, es posible realizar el precálculo para cotizar un producto nuevo o realizar el postcálculo comprobatorio del costo real de cualquier artículo ya en producción.

RUTA DE FABRICACION COSTEADA.

La ruta de fabricación de un producto es una manera simplificada de describir las fases de proceso en función de los siguientes factores:

Número de parte y descripción del producto, número de operación, breve descripción de la operación, código del centro de trabajo, tiempo de preparación por corrida y por pieza, cantidad por corrida, tiempo de operación, rendimiento de la operación, tiempo aplicable para costos, costo unitario por mano de obra y costo unitario por gastos de fabricación.

La cantidad por corrida es la cantidad de piezas calculadas como lote económico para el montaje de la línea. Para este montaje se consideran las horas de preparación divididas entre la cantidad por corrida para poderlas sumar al tiempo estándar, en h/pza., y obtener el tiempo aplicable para costos.

La descripción, a detalle, de cómo se realiza la operación se asienta en las hojas de proceso e instrucciones de inspección cuya utilidad está más ligada a la línea de trabajo que a la tarea de planeación y cálculo de costos.

Ruta de fabricación costeada para el producto

No	Operación	Centro de Trabajo	Tiempo de Preparación (h/pza.)	Tiempo estándar directo (h/pza.)	% Rendimto. operación	Tiempo Aplicable (h/pza.)	Costo de Mano Obra (N\$/pza.)	Gastos de Fabricación (N\$/pza.)
10	Corte de plantilla	3TR 80	0.00003	0.00347	0.9997	0.00350	0.035	0.740
20	1er. Embutido	3TR80-1	0.00008	0.00454	0.9997	0.00462	0.036	0.137
30	2o. Embutido	3TR80-2	0.00008	0.00528	0.9997	0.00538	0.042	0.159
40	Corte completo	3TR75	0.00008	0.00320	0.9997	0.00328	0.026	0.109
50	Corte de pestaña y radio	3TR80-3	0.00008	0.00297	0.9997	0.00305	0.024	0.090
60	Doble Exterior	3TR80-1	0.00006	0.00284	0.9997	0.00292	0.023	0.087
70	Doble, Embutido y punzonado	3TR80-2	0.00008	0.00387	0.9997	0.00395	0.031	0.117
80	Punzonado	3TR80-3	0.00008	0.00207	0.9997	0.00215	0.017	0.064
90	Lavar	3RELA	0.00008	0.00467	0.9997	0.00475	0.037	0.158
100	Empacar	3TR95	0.00008	0.00217	0.9997	0.00225	0.017	0.035
Totales							0.288	1.696

Total por mano de obra y gastos de fabricación: 1.984 N\$/pza.

Para obtener el tiempo aplicable para costos y la planeación de la producción, se divide la suma del tiempo de preparación y el tiempo directo entre el porcentaje de rendimiento de la operación. Una vez que se tiene el resultado se multiplica por la tarifa de mano de obra y por la de gastos de fabricación. Se suman por cada columna y finalmente, se obtiene la suma de los dos conceptos expresado como costos por mano de obra y gastos de fabricación.

COSTO DEL PRODUCTO Y SU PRECIO DE VENTA SUGERIDO.

Una vez que se ha determinado el monto total de los costos de la fabricación del producto, se asignará un porcentaje de utilidad que permita determinar el precio de venta límite inferior donde se cumple la condición de cubrir todos los gastos involucrados. El departamento de Ventas y la Gerencia General deberán dar su aprobación para que el precio de venta sugerido se oficialice como tal.

A continuación se presenta la estructura del precio de venta y los gastos especiales para el producto.

Estructura del precio de venta y los gastos especiales para el producto.

Costo por material y mano de obra dan el Costo Primo, más los gastos por dirección de empresa dan el costo de fabricación:

1. MATERIALES:

Costo por materiales	3.53	N\$/Pza.
y Componentes:	0	N\$/Pza.

Total por materiales y componentes = 3.53 N\$/Pza.

2. MANO DE OBRA Y GASTOS DE FABRICACION:

<u>Operación</u>	<u>N\$/Pza.</u>
Corte de plantilla	0.775
1er. Embutido	0.173
2o. Embutido	0.201
Corte completo	0.135
Corte de pestaña y radio	0.114
Doblez Exterior	0.110
Doblez, Embutido y punz	0.148
Punzonado	0.081
Lavar	0.195
Empacar	0.052
Total por mano de obra y dirección de empresa=	1.984 N\$/Pza.

3. COSTO DE FABRICACION (1) + (2): 5.517 N\$/Pza.

Costo de fabricación más costo por administración más gastos de ventas dan el Costo total:

Recargo por este concepto 18 %

4. $5.517 \times 0.18 = 0.993$ N\$/Pza.

5. COSTO TOTAL (3) + (4): 6.510 N\$/Pza.

Costo total más 7.5 % de utilidad dan el Precio de venta:
 $6.510 \times 0.075 = 0.488$ N\$/Pza. **PRECIO DE VENTA 6.998 N\$/Pza.**

COSTOS ESPECIALES INDEPENDIENTES DEL COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO:

De común acuerdo con el cliente se distribuyen estos costos como se indica en la página siguiente.

**Costos especiales independientes del costo unitario del producto
(N\$)**

Troqueles	Gastos del Cliente	Gastos del Fabricante
Corte de plantilla	380,115	
1er. Embutido	435,365	
2o. Embutido	504,875	
Corte completo	567,474	
Corte de pestaña y radio	326,099	
Doblez Exterior	391,005	
Doblez, Embutido y punzonado	417,825	
Punzonado	204,930	
Total	3'207,788	
+25% gastos de importación	801,947	
Total por este concepto	4'009,735	

Herramental perecedero	Gastos del Cliente	Gastos del Fabricante
1er. jgo. de refacciones		320,250
Canastillas para ensamble		25,000
Contenedores para empaque	97,500	
Total por este concepto	97,500	345,250

Equipo de control de calidad	Gastos del Cliente	Gastos del Fabricante
Jgo. de gauges certificados	45,000	
Jgo. de gauges en línea		27,635
Dispositivo para verif. posición	23,850	
Total por este concepto	68,850	27,635

Resumen de gastos especiales	Gastos del Cliente	Gastos del Fabricante
Troquelado	4'009,735	
Herramental perecedero	97,500	345,250
Equipo de control de calidad	68,850	27,635
Gran total	4'176,085	372,885

ANALISIS DE LA VARIACION EN EL MARGEN DE UTILIDAD

Para saber el grado de cumplimiento de los objetivos económicos de la empresa se utilizan los siguientes valores de relación:

- 1) Productividad
- 2) Economía y
- 3) Rentabilidad

- 1) La **productividad** es el índice de la relación entre la elaboración y la acción:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultado obtenido}}{\text{Medios empleados}}$$

Por ejemplo: En el área de empaque se despachan 720 unidades por cada turno de 12 trabajadores.

La productividad del trabajo sería de:

$$\frac{720}{12} = 60 \text{ unidades despachadas por turno/persona}$$

Mediante la introducción de una remuneración por incentivo se cree posible elevar la productividad por turno a 864 unidades despachadas con el mismo número de personas. Esto es:

$$\frac{864}{12} = 72 \text{ unidades despachadas por turno/persona}$$

- 2) La **Economía** suele ser designada como la relación proporcional entre el resultado y las erogaciones, o bien, entre el rendimiento y el costo.

$$\frac{\text{el rendimiento valorado en dinero}}{\text{los costos de los medios empleados}} > 1$$

Una mejora en la economía es, normalmente, la consecuencia de un aumento en la productividad.

Ejemplo: En la prensa de troquelado se han de elaborar 25,000 pzas.. El cliente ofrece 0.017 N\$/Pza.. El costo de este centro de trabajo es de 56 N\$/Hr y han de trabajarse 8 hrs. para dicha producción . Es necesario alcanzar una economía atractiva para la empresa.

$$\text{Representa una economía de } \frac{25,000 \times 0.017}{8 \times 56} = 0,949$$

Como $0.949 < 1$, la fabricación no es rentable.

Poniendo en práctica algunas medidas de racionalización se logró incrementar la producción a 31,000 pzas.. Las medidas de racionalización aumentaron los costos del centro de trabajo a 58 N\$/Hr; con estos datos se alcanzó una economía de:

$$\text{Economía de } \frac{31,000 \times 0.017}{8 \times 58} = 1.136$$

Como $1.136 > 1$, la fabricación ahora es rentable.

- 3) La **Rentabilidad (R)** se designa a la relación proporcional del lucro obtenido en un período de tiempo dado con respecto al capital promedio empleado. La fórmula correspondiente es:

$$\text{Rentabilidad en \%} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Capital}} \times 100$$

Es posible ampliar la fórmula de la siguiente manera:

$$R \text{ en \%} = \frac{V - K}{V} \times 100 \times \frac{V}{C}$$

R = Rentabilidad del capital total

V = Ventas

K = Costos

C = Capital empleado

La fórmula está integrada por dos partes :

La rentabilidad de las ventas totales en porcentaje, que indica el volumen de intereses en forma de utilidad, y la otra parte es el grado de movimiento del capital .

Ejemplo: En la empresa y durante el año de 1992, el volumen de ventas totales fue de $V=1.2$ millones de N\$. , los costos totales de $K=1$ millón de N\$. , con un capital invertido de $C=2.5$ millones de N\$.
Determinar la Rentabilidad (R).

La ganancia o utilidad de la empresa fue de: $V - K = 1.2 - 1.0 = 0.2$ millones N\$

$$R = \frac{0.2}{1.2} \times 100 \times \frac{1.2}{2.5}$$

$$R = 16.7 \% \times 0.48 = 8 \%$$

Un año más tarde se evidenció el siguiente estado de resultados:
Las ventas ascendieron a $V=1.6$ millones de N\$, los costos $K=1.35$ millones de N\$, y el capital invertido creció mediante un aumento en las inversiones a un total de $C=3.6$ millones de N\$. Determinar la nueva Rentabilidad (R) obtenida.

La ganancia o utilidad de la empresa fue de: $V - K = 1.6 - 1.35 = 0.25$ millones N\$

$$R = \frac{0.25}{1.6} \times 100 \times \frac{1.8}{3.6}$$

$$R = 15.7 \% \times 0.44 = 7 \%$$

Pese a un aumento en las ganancias, se deduce de estos cálculos una rentabilidad inferior a la del año anterior.

En particular resulta que:

- Si bien el volumen de ventas aumentó considerablemente; de 1.2 a 1.6 ,
- Las elevadas inversiones; de 2.5 pasaron a 3.6 , condujeron a un aumento tal del capital, que el grado de movimiento del mismo disminuyó de un 0.48 a 0.44,
- La utilidad se ha incrementado en forma relativamente menor; de 0.2 a 0.25 , que el volumen de ventas, de manera tal que la rentabilidad de las ventas ha descendido de un 16.7% a un 15.7% .

Este ejemplo muestra que el análisis de la rentabilidad es decisivo para la evaluación económica en una empresa, complementando el análisis de productividad y al de economía. Cuando se hable de mejoras, éstas deberán ser evaluadas a través de este concepto. Resumiendo, puede decirse:

- El incremento de productividad es la consecuencia inmediata de medidas de racionalización, y por esto, es el indicador más usual para medir el éxito de cada medida por separado.
- Como el incremento de productividad conduce a una disminución en los costos, la demostración de la economía es un requisito previo para todo proyecto de racionalización.
- En una empresa el éxito no es consecuencia de medidas aisladas, sino que surge de muchas de esas medidas. Por tanto se necesita un módulo que evalúe el desarrollo total. Este módulo es la rentabilidad.

COMPARACION DEL COSTO REAL VS COSTO ESTIMADO.

En los primeros lotes de producción se deberá hacer una revisión de los costos, a fin de poder realizar una evaluación detallada del costo real del producto. A estas alturas ya se cuenta con la comprobación de los datos precalculados, tanto de material con rendimientos reales, como de tiempos de operación y estándares reales de producción.

Al momento de la corrida para liberación del proceso y antes de la presentación de muestras iniciales fabricadas ya con el equipo e instalaciones definitivas, se deberán presentar para revisión en conjunto con el cliente todos los documentos que avalen los costos reales para calcular el costo real del producto al momento del arranque para producción en serie. Este precio real inicial servirá para los cálculos durante todas las negociaciones posteriores durante la vida del producto.

SEGUIMIENTO A LA VARIACION DE COSTOS.

Existen algunos clientes con los cuales se tiene establecida una política de reducción anual de precios. Ellos garantizan el volumen de negocio por el período prefijado y, el proveedor, se compromete a efectuar mejoras efectivas, respaldadas en la experiencia, ejercitación, conocimiento del producto y del proceso. Dichas mejoras se traducen a rebajas porcentuales del precio de venta en forma anual y de aplicación irrevocable, de ahí la importancia de contar, siempre y en todo momento, con una evaluación de la diferencia entre costo real y costo estimado.

Para dar seguimiento a la variación de costos durante la vida del producto se realiza la comparación de costos estándar contra costos reales de acuerdo a las erogaciones mensuales por centro de costos y por cada artículo.

Dentro de este procedimiento de recosteo, es importante la actualización de los datos estándar de tiempo y materiales reales obtenidos en la ejecución de las operaciones. Es importante dejar abierto el canal para retroalimentación, por si se han realizado mejoras que aumentan la utilidad o, por el contrario, se presentan variaciones negativas en el proceso que pudieran aumentar el costo y disminuir la utilidad.

CONCLUSIONES

Se refieren al cumplimiento de los objetivos establecidos al comienzo de esta tesis, también se incluyen las recomendaciones para alcanzar y mantener la rentabilidad de un producto.

CONCLUSIONES

Al utilizar el ejemplo de la Cubierta Protectora de Calor, producto actualmente en fabricación, se aprecia lo importante que es definir y planificar todas las actividades y eventos involucrados en el desarrollo de la manufactura, donde es muy importante el cumplimiento integral del programa para desarrollar y comercializar un nuevo producto cubriendo con ello los costos presupuestados.

El punto de partida es la revisión del diseño del producto donde se establecen los materiales y procesos necesarios para su fabricación; del diseño surgen las características críticas para su función mismas que se consideran durante la fabricación de los medios de producción.

Con la evaluación real de los estándares de tiempo y material se llegó a la comprobación de los costos estimados para la comercialización de esta pieza.

Los materiales que intervinieron en la fabricación de los medios de producción fueron seleccionados de acuerdo a las características mecánicas y de durabilidad esperadas de cada herramienta.

El objetivo de desarrollar procesos hábiles es cumplir satisfactoriamente con los niveles de calidad basados en los estudios de potencial de proceso con los Cpk's requeridos que demuestren ser hábiles en todas las características establecidas.

Actualmente, para ser parte de la plantilla de proveedores de estas industrias, se exige la adopción y práctica de un sistema de planeación avanzada de la calidad, con evaluaciones periódicas, y dependiendo de las calificaciones obtenidas, el proveedor es catalogado para pedidos nacionales e internacionales.

Para el funcionamiento de la línea de producción se debió cumplir con los siguientes requisitos:

- Ruta de fabricación
- Distribución en planta a través del layout
- Capacidades de producción
- No. de personas y tareas asignadas para cada una de ellas
- Método de trabajo descrito a través de los planes de control y las hojas de instrucción de inspección.

Con el desarrollo de la manufactura de la Cubierta Protectora de Calor queda determinada la metodología general a seguir para la comercialización de cualquier producto

RECOMENDACIONES

Como la mejora en la rentabilidad forma parte de las metas para la permanencia en el mercado de una empresa, se deben enfocar los esfuerzos a lograr que los procesos productivos trabajen a escalas eficientes desde su principio; buscando, en todo momento, las oportunidades para lograr que:

- El volumen de las ventas sea lo más alto posible.
- Los costos lo más bajo posibles y
- El capital invertido lo más estrictamente necesario.

Para cumplir estos principios de racionalización, en este y en todos los proyectos, se debe buscar lo siguiente:

Incremento en las ventas:

- Diversificación de productos.
- Análisis del valor.
- Planificar la distribución de productos por planta.
- Determinación adecuada de precios.
- Incrementar y modernizar la capacidad de producción.

Reducción de costos:

- Reducción del desecho y las reclamaciones por medio de la planeación de la calidad.
- Contar con procesos eficientes y cualitativamente hábiles.
- Análisis del valor = función / costo, por cada producto.
- Planificar y controlar los gastos.
- Capacitación y adiestramiento del personal.
- Mejorar y conservar un ambiente laboral seguro.

Reducción de las necesidades de capital:

- Planificar las inversiones por desarrollo de nuevos productos.
- Utilizar al máximo la capacidad instalada.
- Selección de productos con margen de utilidad favorablemente positivo.
- Reducir al mínimo los productos subsidiados por otros.

Utilizando estos principios, como base en la estrategia de negocios, se podrán aprovechar las oportunidades que representan las políticas de apertura comercial y se estará trabajando a favor del crecimiento económico de México. Ya que, las empresas que trabajen competitivamente, facilitarán la comercialización en un mercado global.

ANEXO A

Materiales utilizados y lista de partes de los troqueles

Materiales utilizados en la construcción de los troqueles

Los materiales para herramientas deben seleccionarse después de un estudio de las propiedades físicas, y en algunos casos, también las químicas deseadas. En la mayor parte de las aplicaciones, más de un tipo de material será satisfactorio y la selección final estará regida por la disponibilidad y la economía.

Hay propiedades físicas fundamentales que deben ser comprendidas y tomadas en cuenta cuando se seleccionen materiales para herramientas, como dureza; la dureza es la habilidad para resistir penetración, o la habilidad para soportar la abrasión. Esta es una propiedad importante en la selección de materiales para herramientas.

La dureza sola no determina la resistencia al desgaste o la resistencia a la abrasión de un material. En los aceros aleados, en especial, los aceros para herramientas, la resistencia al desgaste o a la abrasión varía con el contenido de elementos de aleación cuando la aleación se aplica al mismo nivel de dureza.

La dureza Rockwell es el método más ampliamente utilizado para medir la dureza del acero.

Resistencia a la tracción

Es una propiedad importante para tomar en consideración en dispositivos grandes u otras herramientas. Es de menor importancia en herramientas y troqueles excepto cuando se utilizan materiales ferrosos o no ferrosos blandos o semiduros. Si un acero se alarga ligeramente antes de romperse, podrá obtenerse una cifra razonablemente precisa de la tracción. Esta propiedad física de los materiales es el valor obtenido dividiendo la carga máxima observada durante la prueba de tensión por el área transversal del espécimen antes de la prueba.

Resistencia a la compresión

Las fuerzas de compresión juegan una parte muy importante en el diseño de herramientas. Es la carga mayor que un metal, sujeto a compresión, puede soportar sin fractura.

Resistencia al corte

La resistencia al corte de los materiales es de importancia especialmente en el diseño de máquinas y miembros sometidos a torsión. Puede definirse como el valor del esfuerzo necesario para causar ruptura en la torsión. Para la mayor parte de los aceros, excepto de herramientas y otros aceros muy aleados, la resistencia al corte queda entre el 50 y el 60% del límite de fluencia y el límite de elasticidad; por lo que el límite de fluencia en tensión sirve bastante bien como índice de la resistencia al corte.

Límite de fluencia o de elasticidad

Es la propiedad de un material que generalmente limita su resistencia en aplicación. Es el nivel de resistencia al cual un material mostrará un alargamiento permanente después de que se libera la carga.

Módulo de elasticidad (doblado)

Esta es una medida de la rigidez del material. Está indicada por el descenso de la línea generada por debajo del límite elástico durante la prueba de tracción.

Módulo de elasticidad

Este módulo corresponde al módulo de elasticidad en la prueba de tracción, excepto que se mide en una prueba de torsión y es la relación de la unidad de resistencia al corte con el desplazamiento causado por éste por unidad de longitud en el rango elástico.

Impacto

La tenacidad o la habilidad para resistir se mide por la prueba de impacto.

Fatiga

La fatiga es una importante propiedad física que debe considerarse en el diseño de herramientas. La fatiga puede definirse como la tendencia de un metal a romperse bajo condiciones de esfuerzos de repetición cíclica por debajo de su última resistencia a la tracción.

Los materiales utilizados en la mayoría de los troqueles son:

Veresta ó SW 55 ó 01
4140 Recocido
4140 Tratado
Hierro Dulce
Cold Rolled

VERESTA ó SW 55 ó 01

Color de distinción Gris-blanco ó Azul

Análisis:

Carbono	0.95
Silicio	0.25
Manganeso	1.10
Cromo	0.60
Vanadio	0.10
Tungsteno	0.60

Características Generales: Acero de uso universal, para templar al aceite, dimensionalmente estable, de gran tenacidad y resistencia al desgaste.

Forma de entrega: Barras redondas, cuadradas y soleras, recocidas, fáciles de maquinar.

Aplicaciones típicas: Herramientas de corte como troqueles, matrices, punzones, dados, cuchillas, cortadores circulares, tarrajas, peines, machuelos, herramientas para engargolar, rechazar, embutir e instrumentos de precisión como calibradores, etc.

Tratamiento térmico

	Temperatura °C	Enfriamiento	Dureza
Forjar	1000-850	en ceniza u horno	
Recocer	710-750	horno	máx. 76 kg/mm ²
Templar	830-860	aceite	Rc 64
Revenir	100		Rc 64
	200	aire	Rc 61
	300		Rc 57

4140 R (recocido)**Color de distinción:** Rojo-Amarillo**Análisis:**

Carbono	0.40%
Manganeso	0.85%
Silicio	0.30%
Cromo	0.95%
Molibdeno	0.20%

Características generales: Acero al cromo-molibdeno de alta tenacidad, para bonificación.**Forma de entrega:** Barras recocidas, fáciles de maquinar.**Aplicaciones típicas:** Partes de maquinaria, como por ejemplo ejes, ciguenales, etc. En resumen para piezas de alta resistencia a la tracción y alta tenacidad.**Tratamiento Térmico**

	Temperatura °C	Enfriamiento	Dureza
Forjar	1050-900	en ceniza	máx. 75 kg/mm ²
Recocer	680-720	horno	
Templar	820-870	aceite	
revenir	530-650	aire	

4140 T (tratado)

Color de distinción: Rojo-blanco-amarillo.

Análisis:	Carbono	0.40%
	Manganeso	0.85%
	Silicio	0.30%
	Cromo	0.95%
	Molibdeno	0.20%

Características generales: Acero al cromo-molibdeno, pero ya tratado térmicamente (bonificado) a las siguientes durezas:

Diámetros hasta 76.2 mm (3") 90-105 kg/mm²
(igual a 250-300 Brinell, 25-31 Rockwell C).
Diámetros mayores 75-90 kg/mm² (igual a 217-
265 Brinell, 17-25 Rockwell C).

Forma de entrega: Barras tratadas, fáciles de maquinar.

Se recomienda para: Piezas de maquinaria en general, en todos los casos en que el tratamiento térmico del 4140 recocido, posterior al maquinado, no sea conveniente por falta de tiempo, cuestión económica, deformación durante el tratamiento térmico, etc.

Por las indicaciones anteriores no es necesario un tratamiento térmico. Se usa el material en el estado de entrega.

COLD ROLLED (CRS)

Análisis:	Carbono	0.18%
	Manganeso	0.75%

Características generales: Acero de bajo contenido de carbono con superficie acabada en frío. Resistencia a la tracción estimada: 45 kg/mm². Después de cementarlo se puede templar al agua.

Forma de entrega: Barras redondas de 1/4" a 3-3/4", calibradas fáciles de maquinar.

Aplicaciones típicas: Piezas que no requieren propiedades físicas especiales.

**Troquel para corte de plantilla
1a. Operación**

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	4	Columna	0 - 1		45	650	8.115
2	4	Buje	0 - 1		64	350	8.839
3	2	Perno tope	0 - 1		13	40	0.042
4	1	Punzón	0 - 1	19	89	180	2.389
5	1	Punzón	0 - 1	23	158	173	4.935
6	1	Porta punzón	H. D.	38	216	377	24.291
7							
8	1	Punzón	0 - 1	19	127	200	3.788
9	8	Tor. Distancia	4140T		16	560	0.884
10	1	Pisador	H. D.	23	178	443	14.237
11	1	Zapata Superior	H. D.	38	443	563	74.399
12	1	Matriz	0 - 1	23	38	180	1.235
13	1	Matriz	0 - 1	23	51	224	2.063
14	1	Botador	4140T	25.4	210	375	15.702
15	1	Matriz	0 - 1	23	88	290	4.608
16	1	Zapata Inferior	H. D.	51	443	563	99.851
17	1	Matriz	0 - 1	23	51	223	2.053
18	1	Matriz	0 - 1	23	38	160	1.098
19	1	Espaciador	H. D.	13	208	383	8.130
20	1	Matriz	0 - 1	23	38	200	1.372
21	1						
22	1	Porta matriz	H. D.	23	185	380	12.693
23							
24							
25	6	Perno	Din 6325				
26	12	Tomillo Allen	Din 912				
27	17	Resorte rojo	Bames				
28	8	Prisionero	Din 913				
29	6	Tomillo Allen	Din 912				
30	14	Tomillo Allen	Din 912				
31	12	Perno	Din 6325				
32	4	Perno	Din 6325				
33	6	Tomillo Allen	Din 912				
						Total 0-1	40.537 Kg
						Total H.D	233.601 Kg
						Total 4140T	16.586 Kg

Troquel de Embutido
2a. Operación

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Zapata Superior	H. D.	51	325	506	65.838
2	1	Espaciador	H. D.	76	193	353	40.646
3	3	Tor. Distancia	4140 R		23	345	1.125
4	4	Planchador Sup.	4140 T	38	87	1415	38.722
5	1	Planchador Inf.	4140 T	38	115	355	12.178
6	1	Punzón	0 - 1	64	90	353	15.961
7	1	Zapata Inferior	H. D.	64	325	506	82.620
8	2	Buje	0 - 1		64	270	6.818
9	2	Columna	0 - 1		45	510	6.367
10	1	Matriz	0 - 1	64	115	353	20.395
11	2	Inserto Estampado	0 - 1	13	23	85	0.200
12	2	Inserto Estampado	0 - 1	13	23	120	0.282
13	2	Postizo Estampado	0 - 1		32	45	0.284
14	1	Respaldo	4140 T	38	70	353	7.371
17	1	Punzón Lateral Izquierdo	0 - 1	64	76	81	3.093
18	2	Tornillo de Distancia	4140 R		23	115	0.375
19	1	Punzón Lateral Derecho	0 - 1	64	76	81	3.093
20	1	Botador	C.R.S		76	85	3.027
21	1	Aumento de Punzones	0 - 1	45	58	194	3.975
22	3	Perno Guia	Din 6325				
23	2	Tornillo Allen	Din 912				
24	4	Resorte rojo	STD CMP				
25	5	Opresor	Din 913				
26	14	Tornillo Allen	Din 912				
27	6	Tornillo Allen	Din 912				
28	5	Perno Guia	Din 6325				
29	10	Tornillo Allen	Din 912				
30	3	Tornillo Allen	Din 912				
31	2	Grasera	STD				
32	1	Espaciador	H.D.	45	76	193	5.181
33	1	Inserto matriz	0 - 1	45	64	193	4.363
34	1	Punzón	0 - 1	45	76	123	3.302
35	2	Inserto matriz	0 - 1	13	26	25	0.066
36	2	Inserto matriz	0 - 1	13	26	59	0.157
						Total H.D	194.285 Kg
						Total 4140R	1.5 Kg
						Total 4140T	56.271 Kg
						Total 0-1	68.356 Kg
						Total CRS	3.027 Kg

**Troquel de Embutido
3a. Operación**

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Zapata Superior	H. D.	51	325	506	65.838
2	1	Espaciador	H. D.	76	193	353	40.646
3	3	Tor. Distancia	4140 R		23	345	1.125
4	4	Planchador Sup.	4140 T	38	87	1415	36.722
5	1	Planchador Inf.	4140 T	38	115	355	12.178
6	1	Punzón	0 - 1	64	90	353	15.961
7	1	Zapata Inferior	H. D.	64	325	506	82.620
8	2	Buje	0 - 1		64	270	6.818
9	2	Columna	0 - 1		45	510	6.367
10	1	Matriz	0 - 1	64	115	353	20.395
11	2	Inserto Estampado	0 - 1	13	23	85	0.200
12	2	Inserto Estampado	0 - 1	13	23	120	0.282
13	2	Postizo Estampado	0 - 1		32	45	0.284
14	1	Respaldo	4140 T	38	70	353	7.371
17	1	Punzón Lateral Izquierdo	0 - 1	64	76	81	3.093
18	2	Tornillo de Distancia	4140 R		23	115	0.375
19	1	Punzón Lateral Derecho	0 - 1	64	76	81	3.093
20	1	Botador	C.R.S		76	85	3.027
21	1	Aumento de Punzones	0 - 1	45	58	194	3.975
22	3	Perno Guía	Din 6325				
23	2	Tornillo Allen	Din 912				
24	4	Resorte rojo	STD CMP				
25	5	Opresor	Din 913				
26	14	Tornillo Allen	Din 912				
27	6	Tornillo Allen	Din 912				
28	5	Perno Guía	Din 6325				
29	10	Tornillo Allen	Din 912				
30	3	Tornillo Allen	Din 912				
31	2	Grasera	STD				
32	1	Espaciador	H.D.	45	76	193	5.181
33	1	Inserto matriz	0 - 1	45	64	193	4.383
34	1	Punzón	0 - 1	45	76	123	3.302
35	2	Inserto matriz	0 - 1	13	26	25	0.066
36	2	Inserto matriz	0 - 1	13	26	59	0.157
						Total H.D	194.285 Kg
						Total 4140R	1.5 Kg
						Total 4140T	56.271 Kg
						Total 0-1	68.356 Kg
						Total CRS	3.027 Kg

**Troquel de corte completo
4a. Operación**

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Inserto Botador	4140 T	32	51	60	0.789
2	1	Inserto matriz	0 - 1	26	63	80	1.029
3	1	Buje	0 - 1		64	65	1.641
4	1	Columna	0 - 1		45	250	3.121
5	1	Inserto matriz	0 - 1	26	102	95	1.978
6	1	Espaclador	4140 T	51	102	95	3.879
7	1	Inserto matriz	0 - 1	26	45	65	0.597
8	1	Inserto Botador	4140 T	32	63	105	1.862
9	1	Inserto punzón	0 - 1	26	115	115	2.699
10	1	Zapata Superior	H. D.	51	325	535	69.611
11	10	Tope	4140 T		32	1000	6.313
12	1	Botador	4140 T	19	178	350	9.292
13	4	Tomillo de Distancia	4140 R		26	600	2.501
14	1	Inserto Punzón	0 - 1	38	70	110	2.297
15	1	Espaciador	H. D.	51	64	80	2.050
16	2	Inserto matriz	0 - 1	76	76	120	5.441
17	1	Buje	0 - 1		64	65	1.641
18	1	Columna	0 - 1		45	250	3.121
19	1	Inserto Punzón	0 - 1	38	102	105	3.195
20	1	Inserto Botador	4140 T	32	76	90	1.718
21	1	Inserto Botador	4140 T	32	51	73	0.935
22	2	Inserto Matriz	0 - 1	51	64	184	4.715
23	1	Zapata Inferior	H. D.	51	325	535	69.611
24	1	Espaclador	H. D.	51	80	245	7.847
25	1	Inserto matriz	0 - 1	26	85	245	4.250
26	1	Inserto Punzón	0 - 1	32	102	175	4.484
27	1	Inserto Botador	4140 T	26	55	127	1.426
28	1	Inserto matriz	0 - 1	38	76	226	5.124
29	1	Extractor	4140 T	19	80	418	4.988
30	1	Inserto Punzón	0 - 1	26	76	95	1.474
31	1	Paralela	H. D.	51	89	533	18.991
32	3	Tomillo de Distancia	4140 R		26	400	1.667
33	1	Inserto Punzón	0 - 1	26	38	173	1.342
34	1	Porta Punzones	H. D.	45	165	340	19.817
35	1	Paralela	H. D.	51	89	533	18.991
						Total 4140T	24.669 Kg
						Total 4140R	4.166 Kg
						Total 0-1	96.3 Kg
						Total CRS	----
						Total H.D.	187.927 Kg

Troquel para cortar pestaña y radio
5a. Operación

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	2	Tornillo de Distancia	4140 R		25.4	80	0.3182
2	1	Zapata Superior	H.D.	38	205	354	21.648
3	1	Porta Bujes	4140 T	38	73	354	7.709
4	1	Respaldo	4140 T	51	76	284	8.033
5	2	Buje	0 - 1		51	210	3.3678
6	1	Matriz	0 - 1	32	76	264	5.040
7	1	Porta matriz	H.D.	64	76	324	12.371
8	2	Columna	0 - 1		38	480	4.2733
9	1	Zapata Inferior	H.D.	38	205	354	21.648
10	1	Planchador	4140 T	44.5	76	184	4.885
11	1	Porta Punzón	H.D.	64	114.5	212	12.195
12	1	Punzón	0 - 1	38	44.5	212	2.814
13	1	Rampa	H.D.	19	31	153	0.707
14	2	Perno para Posición	Din 6325				
20	20	Tornillos Allen	Din 912				
21	8	Perno Pasador	Din 6325				
22	3	Tornillo Allen	Din 912				
23	2	Grasera	STD				
24	2	Resorte Azul					
25	2	Opresor	STD				
26	2	Perno pasador	Din 6325				
27	8	Tornillo Allen	Din 912				
28	2	Tornillo Allen	Din 912				
29	2	Perno pasador	Din 6325				
						Total H.D.	78.022 Kg
						Total 4140T	20.627 Kg
						Total 4140R	0.318 Kg
						Total 0-1	15.494 Kg

**Troquel de doblez exterior
6a. Operación**

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Zapata Superior	H.D.	51	330	510	67.379
2	1	Espaciador	H.D.	76	127	300	22.730
3	1	Matriz posterior	0 - 1	65	83	366	15.500
4	1	Zapata Inferior	H.D.	51	330	510	67.379
5	1	Punzón Frontal	0 - 1	38	63	300	5.638
6	1	Extractor	4140 T	63	130	300	19.287
7	1	Matriz Frontal	0 - 1	45	57	272	5.477
8	4	Tomillo de Distancia	4140 R		23	220	0.718
9	1	Buje	0 - 1		63	140	3.426
10	1	Columna	0 - 1		45	260	3.246
11	1	Matriz Central	0 - 1	65	76	82.5	3.199
12	1	Matriz Central	0 - 1	65	76	82.5	3.199
13	1	Buje	0 - 1		63	140	3.426
14	1	Columna	0 - 1		45	260	3.246
15	1	Matriz Lateral	0 - 1		51	58	72.5
16	1	Matriz Lateral	0 - 1		51	58	72.5
17	1	Bolador	C.R.S		76	80	2.849
18	1	Punzón Posterior	0 - 1	65	102	296	15.405
19	1	Espaciador	H.D.	38	76	120	2.720
20	1	Espaciador	H.D.	45	76	60	1.611
21	1	Inserto Punzón	0 - 1	45	63	58	1.291
22	6	Perno Registro	Din 6325				
23	4	Opresor	Din 913				
24	6	Perno Registro	Din 6325				
25	11	Tomillo Allen	Din 912				
26	8	Perno Registro	Din 6325				
27	16	Tomillo Allen	Din 912				
28	3	Tomillo Allen	Din 912				
29	1	Respaldo	H.D.	31	58	70	0.988
30	1	Inserto Matriz	0 - 1	63	76	92	3.458
						Total H.D	162.8334 Kg
						Total 0-1	69.879 Kg
						Total 4140T	19.287 Kg
						Total 4140R	0.718 Kg
						Total CRS	2.849 Kg

Troquel de doblez, embutido y punzonado
7a. Operación

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Punzón	0 - 1	45	45	55	0.874
2	1	Espaciador	C.R.S	32	38	63	0.601
3	1	Porta Punzón	C.R.S	32	89	102	2.280
4	1	Zapata Superior	H.D.	51	305	454	55.436
5	2	Buje	0 - 1		65	220	5.731
6	2	Columna	0 - 1		45	400	4.994
7	1	Punzón	0 - 1	38	56	64	1.069
8	1	Zapata Inferior	H.D.	51	305	454	55.436
9	3	Paralelas	H.D.	51	70	915	25.642
10	4	Tomillo de Distancia	4140 R		19	320	0.712
11	1	Porta Punzón	C.R.S	32	45	173	1.956
12	2	Tomillo de Distancia	4140 R		19	200	0.445
14	1	Matriz	0 - 1	26	45	83	0.762
16	1	Matriz	0 - 1	51	65	105	2.732
17	2	Matriz	0 - 1		32	80	0.505
18	1	Matriz	0 - 1	26	51	62	0.645
19	1	Punzón	0 - 1	45	45	55	0.874
20	1	Matriz	0 - 1	26	51	62	0.645
21	4	Tomillo de Distancia	4140 R		19	240	0.534
22	1	Porta Punzón	C.R.S	32	89	102	2.282
23	1	Planchador	4140 T	26	45	54	0.496
24	1	Punzón	0 - 1	51	65	70	1.822
25	1	Extractor	4140 T	23	75	103	1.395
26	1	Centrador	4140 R	16	32	132	0.531
27	1	Porta matrices	H.D.	45	45	165	181
28	2	Punzón std.	Din 9861				
29	1	Extractor	4140 T	19	32	173	0.826
30	2	Guia de punzones	0 - 1		16	120	0.189
31	2	Apoyo	4140 T	10	38	108	0.322
34	4	Opresor	Din 913				
35	4	Resorte azul C.M					
36	2	Resorte azul C.M					
37	4	Perno Pasador	Din 6325				
38	6	Tomillo Allen	Din 912				
39	10	Tomillo Allen	Din 912				
40	4	Tomillo allen	Din 912				
						Total H.D	147.064 Kg
						Total 0-1	20.842 Kg
						Total CRS	7.117 Kg
						Total 4140T	3.039 Kg
						Total 4140R	2.222 Kg

Troquel de punzonado
8a. Operación

Pza	Cant	Descripción	Material	Espesor (mm)	Ancho / Diam (mm)	Largo (mm)	Peso (Kg)
1	1	Zapata Superior	H.D.	38	155	355	16.414
2	2	Buje	0 - 1		51	170	2.726
3	2	Porta punzón	C.R.S		80	40	1.578
4	2	Columna	0 - 1		38	500	4.451
5	2	Extractor	4140 T		80	40	1.578
6	2	Matriz	0 - 1	23	45	105	0.853
7	2	Soporte	H.D.	45	51	250	4.504
8	1	Porta registros	H.D.	38	51	123	1.871
9	2	Pemo registro	0 - 1		19	100	0.223
10	1	Zapata Inferior	H.D.	38	155	355	16.414
11	6	Tomillo de distancia	4140 R		13	350	0.365
12	2	Punzón	0 - 1				
18	6	Tomillo Allen	Din 912				
19	2	Tomillo Allen	Din 912				
20	6	Tomillo Allen	Din 912				
21	2	Tomillo Allen	Din 912				
22	6	Opresor	Din 913				
23	2	Pemo	Din 6325				
24	6	Pemo	Din 6325				
25	4	Pemo	Din 6325				
26	4	Pemo	Din 6325				
30	2	Grasera	STD				
31	6	Resorte Rojo					
						Total H.D	39.203 Kg
						Total 0-1	8.256 Kg
						Total 4140T	1.578 Kg
						Total 4140R	0.365 Kg
						Total CRS	1.578 Kg

ANEXO B

Estudio de tiempos

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

RICHARD A. FLINN.

Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones 3a. Edición
Editorial Mc Graw-Hill. Impreso en Colombia 1989

FERDINAND P.VIR.

Mecánica de materiales. Editorial Mc Graw-Hill.
Impreso en México. 1989

VIRGIL.M.FAIRES.

Diseño de elementos de máquinas. Editorial UTEHA
México 1987

JAMES H. GREENE.

Control de la producción. Sistemas y Decisiones
Editorial Diana. México 1981

FORD MOTOR COMPANY.

Planeación de la Calidad. Oficina de Calidad
FORD MOTOR COMPANY. S.A. de C.V.
Julio 1990

JANES L. RIGGS.

Sistemas de producción Planeación, Analisis y Control
Editorial Limusa. México 1986

ALAN ROBINSON.

Enfoques Modernos para la Gestión de la Fabricación
Productivity Press

JOSEPH EDWARDI SHIGLEY.

Diseño de Maquinas. Editorial Mc Graw-Hill
1985

B. H. AMSTEAD.

Procesos de Manufactura Cia. Editorial Continental,S.A. de C.V., México.

BERTRAND L. HANSEN.

Ediciones Díaz de Santos S.A.
Madrid, España 1990.

PROF. MARIO ROSSI.

Estampado en Frio de la Chapa. Editorial Dossat, S.A
1979.